

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICO-FINANCEIRA E JURÍDICA PARA A ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA PARA A OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, EXPANSÃO, OTIMIZAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE (PPP)**

## Relatório de Diagnóstico da Rede de Iluminação Pública

## ÍNDICE

---

Índice.....	2
Glossário.....	4
1 Introdução.....	5
2 O município de São Vicente.....	7
2.1.1 Dinâmica populacional.....	7
3 Metodologia de trabalho.....	9
3.1 Metodologia geral.....	9
3.2 Metodologia de levantamento amostral em campo.....	10
2.1 Levantamento amostral com base na ABNT NBR 5426.....	10
2.2 Determinação da amostra.....	10
2.3 Procedimentos.....	12
2.4 Agenda.....	12
3.3 Análise do cadastro.....	12
3.4 Análise de aderência às normas luminotécnicas da NBR 5101:5018.....	13
3.4.1 Medições luminotécnicas.....	13
3.4.2 Padrões de iluminação por tipo de via.....	15
3.4.3 Critérios adotados para classificação de vias e padrões de iluminação.....	15
3.4.4 Classificação de vias pela NBR 5101.....	16
3.5 Análise do funcionamento, qualidade e estado de conservação dos equipamentos existentes.....	17
3.6 Análise subjetiva do parque.....	18
3.7 Análise do estado dos equipamentos LED.....	18
3.8 Levantamento das características das vias e da infraestrutura para iluminação pública.....	18
3.9 Estimativa da vida útil dos ativos.....	18
4 Análise da qualidade do cadastro.....	19
4.1 Visão geral.....	19
4.2 Análise da qualidade do cadastro.....	19
4.3 Implicações e recomendações.....	20
5 Caracterização da Rede de Iluminação Pública.....	22
5.1 Visão geral.....	22
5.2 Caracterização por tipo de lâmpada.....	23
5.3 Caracterização por tipo de luminária.....	24
5.4 Caracterização por tipo de via.....	24
5.5 Fornecimento de energia.....	25
5.6 Consumo de energia.....	25
5.7 Postejamento.....	26
5.8 Dimensão das vias.....	29

5.9	Índice de Reprodução de Cor (IRC).....	29
5.10	Comando.....	29
5.11	Reatores.....	29
5.12	Propriedade dos ativos.....	30
5.13	Áreas de iluminação de destaque.....	30
5.14	Implicações e conclusões .....	31
6	Diagnóstico da rede.....	32
6.1	Qualidade da iluminação / instalações.....	32
6.1.1	Atendimento às normas de Iluminância e Uniformidade .....	32
6.1.2	Avaliação da iluminação dos pontos LED atuais .....	32
6.1.3	Característica da rede elétrica de iluminação pública de São Vicente .....	33
6.1.4	Inadequações observadas na rede.....	34
6.1.5	Arborização .....	35
6.1.6	Identificação das áreas com problemas de iluminação pública e também de áreas com deficiência de cobertura. ....	36
6.2	Vida estimada dos equipamentos de iluminação pública.....	36
6.2.1	Vida útil estimada das instalações existentes .....	36
6.2.2	Considerações sobre as luminárias LED .....	37
6.2.3	Vida útil de referência.....	37
7	Análise dos planos existentes .....	39
7.1	Análise do Plano Diretor de Iluminação de São Vicente .....	39
7.2	Ampliação do sistema de Iluminação Pública .....	39
7.3	Projetos atuais de implantação de LED .....	39
8	Análise do modelo operacional do parque .....	40
8.1	Modelo Operacional.....	40
9	Conclusões e Recomendações.....	41
9.1	Conclusões.....	41
9.2	Planejamento recomendado.....	41

## GLOSSÁRIO

---

**CPFL:** Companhia Piratininga de Força e Luz.

**DEC:** Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (quanto duram as quedas de energia); medida de qualidade do fornecimento da rede elétrica.

**Distribuidora:** Distribuidora local de energia elétrica. Para o caso de São Vicente refere-se à CPFL.

**EE:** Energia Elétrica.

**FEC:** Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (quão frequente são as quedas de energia); medida de qualidade do fornecimento da rede elétrica.

**IP:** Iluminação Pública.

**IRC:** Índice de Reprodução de Cor.

**Iluminância:** medida da densidade da intensidade de luz projetada numa região; unidade: candela por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

**Luxímetro:** aparelho usado para medir a intensidade de luz que chega ao seu sensor.

**Pontos de luz / Pontos de IP:** Quantidade de pontos de iluminação pública existente na rede de IP.

**PPP:** Parceria Público Privada; quando usada aqui de forma isolada se refere à PPP de Iluminação Pública do município de São Vicente.

**Uniformidade:** Medida de variação da luminância de uma região; tipicamente calculada como a relação entre iluminância mínima e média da região medida.

**Vapor Metálico:** simplificação na comunicação usada para designar lâmpadas a base de Multivapores Metálicos.

# 1 INTRODUÇÃO

---

*“Primeiro nós moldamos as cidades - então elas no moldam”*

*- Jeff Speck*

Este relatório apresenta o diagnóstico da rede de iluminação pública do município de São Vicente e uma análise dos planos da prefeitura para a cidade, com o objetivo de subsidiar a elaboração do plano de investimento e o desenvolvimento dos projetos de engenharia. Com essas informações, a prefeitura poderá priorizar os investimentos e tomar decisões embasadas em dados concretos acerca da direção a seguir. Este, portanto, é o primeiro estudo técnico de um trabalho que busca elevar a qualidade e extensão da iluminação pública de São Vicente a um novo patamar.

A motivação é clara: a iluminação pública ajuda a moldar uma cidade. Uma iluminação de qualidade pode fomentar a atividade econômica noturna e revitalizar uma região, ao passo que uma deficiente pode abrir espaço para criminalidade e sensação de insegurança. No clássico livro *Morte e Vida das Grandes Cidades*, de 1961, Jane Jacobs discute a relação entre vida na rua e segurança. Ela apresenta o conceito de "olhos da rua", onde a própria vida urbana cria uma certa vigilância sobre o espaço comum. A partir disto, percebemos que a iluminação pública entra como fator fundamental para viabilizar os "olhos da rua" no período noturno, criando uma segurança real e percebida.

No livro *Cidade para Pessoas*<sup>1</sup>, Jan Gehl aborda várias vezes o tema iluminação como fator essencial para um bom urbanismo, como, por exemplo, no trecho: “A iluminação é crucial à noite. Uma boa iluminação sobre pessoas e rostos e uma iluminação razoável em cantos e recuos é necessária nas principais vias de pedestres, para reforçar a sensação de segurança, a real e a percebida; é preciso ainda haver iluminação nos pisos, superfícies e degraus, para que o pedestre possa se movimentar com segurança.” Gehl associa a iluminação à caminhabilidade<sup>2</sup>, ambos importantes para se ter uma cidade cheia de vida e agradável.

A importância da iluminação noturna também não escapou ao juiz da Suprema Corte Americana Louis Brandeis, que afirmou, numa de suas célebres frases: “*A publicidade é justamente considerada como um remédio para doenças sociais e industriais. A luz do sol é o melhor desinfetante; a luz elétrica o policial mais eficiente.*”<sup>3</sup>

O avanço tecnológico vem então ao encontro de tema tão relevante. Estamos passando por mais uma revolução nas tecnologias de iluminação. A partir do século XVII, quando as primeiras cidades europeias começaram a iluminar suas vias à noite<sup>4</sup>, ainda com tecnologia de fogo e gás, a iluminação pública trouxe vida noturna e remodelou a percepção urbanística da cidade. A chegada da eletricidade mudou ainda mais o cenário, como pôde ser observado pela reação fascinada do público à demonstração da “Cidade Branca” na Exposição Colombiana de Chicago, em 1893, com suas 100.000 lâmpadas incandescentes, de

---

<sup>1</sup> Jan Gehl, *Cidade Para Pessoas*, Editora Perspectiva, 3ª edição (2015).

<sup>2</sup> Conceito bem discutido também em Jeff Speck, *Cidade Caminhável*, Editora Perspectiva, 1ª edição (2016).

<sup>3</sup> Louis Brandeis, *Other People's Money And How the Bankers Use It* (1914).

<sup>4</sup> Vide Craig Koslofsky, *Evening's Empire*, Cambridge University Press (2011).

arco voltaico e tubos de neon. Hoje, a evolução da tecnologia de iluminação por LED ajuda a viabilizar uma iluminação de qualidade.

Em vista disto, este projeto tem potencial de desenvolver a cidade de São Vicente, e assim afetar positivamente todos seus cidadãos. Um novo patamar de iluminação pode aumentar a qualidade de vida da cidade, melhorar a segurança, promover a caminhabilidade, reduzir acidentes, realçar aspectos culturais e artísticos da cidade e ajudar a criar uma imagem estruturante do meio urbano.

Nota: Este documento não é vinculante. Desta forma, eventuais interessados em participar da licitação podem adotar premissas diferentes das descritas nesse documento, sempre em consonância com as exigências estabelecidas no Edital de Licitação. Esse estudo não tem qualquer valor para questionamento por parte dos licitantes, nem terá qualquer valor para construções de pleitos e solicitações de reequilíbrio econômico-financeiro.

## 2 O MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE

---

São Vicente é a maior cidade do Estado de São Paulo, com 332.445 habitantes em 2010<sup>5</sup>; e está em processo de crescimento elevado.

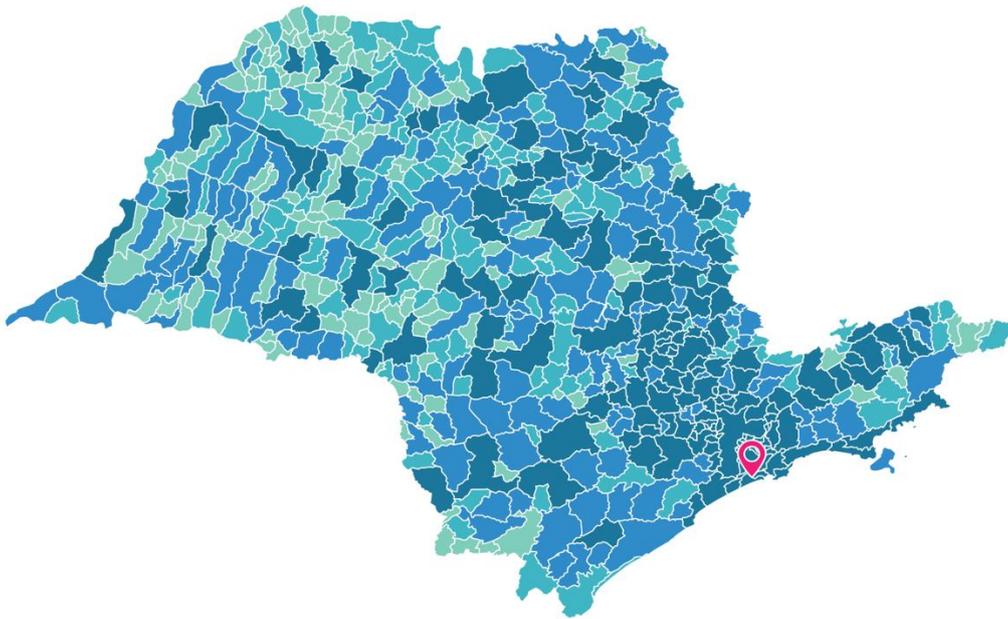


Figura 1 – Localização do Município de São Vicente

### 2.1.1 Dinâmica populacional

São Vicente é uma cidade em rápido crescimento, em ritmo muito acima da média brasileira ou São Paulo, fruto da procura pela população de uma segunda casa perto da praia.

O crescimento acelerado tem impactos no perfil de urbanismo da cidade, como mostra conclusão de estudo de Oliveira e Amorim: *O processo de (re)produção do espaço de São Vicente ganha velocidade depois de 1950, com o processo de industrialização e urbanização do Estado de São Paulo. A partir das décadas de 1960 e 1970 o turismo foi o principal agente da expansão da área urbana, que levou a uma especulação imobiliária, levando a uma verticalização de toda a área próxima à orla que abrange as áreas de planícies como os Morros Residuais.*

---

<sup>5</sup> Fonte: Projeção IBGE (2019).

*A ocupação dos Morros Residuais da área urbana de São Vicente está acentuando-se com o crescimento populacional das últimas décadas, fruto do próprio crescimento vegetativo da população local e do fluxo de imigrantes que se deslocaram para o litoral em busca de melhor qualidade de vida, novas oportunidades de emprego e investimentos dentre outras causas.*

*Fonte: Oliveira e Amorim, Para aonde vamos? Análise dos processos e consequências do modelo de expansão urbana de São Vicente, São Paulo*

## 3 METODOLOGIA DE TRABALHO

---

### 3.1 Metodologia geral

Há duas grandes vertentes no trabalho de diagnóstico, que devemos ter em mente para direcionar as ações de forma produtiva:

1. Aferição da qualidade de iluminação do parque atual, em observância à norma NBR 5101:2018. Tal aferição tem como objetivo justificar a necessidade de remodelação do parque.
2. Levantamento de características relevantes do parque, que serão importantes para: elaborar o projeto de engenharia de referência; suportar decisões na estruturação da PPP; levantar informações relevantes que podem ser disponibilizadas a potenciais investidores na fase de licitação do projeto (maior quantidade de informações relevantes reduz o risco do investidor, o que colabora para a redução do gasto da prefeitura).

Para obter uma visão ampla do estado atual da rede de IP de São Vicente, realizamos os seguintes levantamentos:

- a) Análise da qualidade do cadastro existente (tanto se os dados são exatos quanto se são completos).
- b) Análise de aderência às normas luminotécnicas da ABNT NBR 5101:2018.
- c) Análise do funcionamento, qualidade e estado de conservação dos equipamentos existentes.
- d) Levantamento das características das vias.
- e) Análise do parque, com base na expertise e experiência da equipe de engenharia.
- f) Análise do cadastro existente (com maior ou menor ênfase, de acordo com o resultado da análise de aderência do cadastro).
- g) Avaliação dos projetos de expansão/modernização, das áreas de expansão da cidade, da demanda reprimida, do crescimento orgânico e seus impactos na iluminação pública.
- h) Avaliação dos desejos, demandas e diretrizes da prefeitura quanto à iluminação pública, incluindo áreas de interesse especial, prioridades e expansões.
- i) Avaliação de outros planos urbanos, incluindo o Plano Diretor do Município, para entender os elementos urbanos que afetam direta e indiretamente as necessidades de iluminação pública.
- j) Análise de estudos porventura existentes sobre a cidade e sua iluminação, bem como uso de dados públicos sobre São Vicente (fontes: Prefeitura, IBGE, entre outros) e sua rede de distribuição de energia elétrica (fontes: ANEEL, CPFL).

Para os itens (a), (b), (c) e (d) foi feito um levantamento amostral. O tamanho das amostras foi determinado conforme norma ABNT NBR 5426 – detalhado adiante.

Com isso, chegamos a um diagnóstico da situação atual, com uma avaliação quantitativa e qualitativa da qualidade do parque, das suas áreas de deficiência, das inadequações gerais (que permeiam todo ou quase todo o parque), e das inadequações pontuais. Isso nos permitiu identificar o que precisa ser feito, quais as prioridades/urgências, e quais as limitações existentes.

Não houve diagnóstico da situação atual de iluminação de destaque, uma vez que, conforme informações da Prefeitura de São Vicente, não existem edificações com iluminação de destaque.

Este relatório finaliza com as conclusões e recomendações sobre a rede de IP de São Vicente: quais os problemas e quais as áreas críticas, quais as melhorias desejáveis e quais as imprescindíveis, além de

uma avaliação crítica dos planos existentes. A partir daí, poderemos dimensionar e projetar as possíveis soluções, quantificar seus custos e analisar os respectivos custos-benefícios, que serão apresentados nos Estudos para Definição de Cenário de Investimento e nos Relatórios de Engenharia.

Para todo o trabalho, observamos a norma ABNT NBR 5101:2018, além das normas cabíveis a cada análise específica.

A seguir, detalhamos as metodologias específicas utilizadas neste trabalho.

## 3.2 Metodologia de levantamento amostral em campo

### 2.1 Levantamento amostral com base na ABNT NBR 5426

Realizamos um trabalho de mensuração em campo das características físicas e luminotécnicas do parque, de forma a averiguar a conformidade do cadastro, a conformidade da iluminação, o estado dos equipamentos e as características das vias e postes. Para cada ponto da amostra, mensuramos os seguintes dados:

- Dimensões da via (largura das calçadas, canteiro central, e leito carroçável);
- Características dos postes
- Equipamentos de iluminação instalados e sua configuração;
- Valores de iluminância e uniformidade conforme malha de verificação constante na NBR 5101:2018 – para vias de veículos e calçadas (calçadas 1 e 2, se houvesse duas);

### 2.2 Determinação da amostra

Adotamos a norma NBR 5426 – Planos de amostragem na inspeção por atributos – para dimensionar o tamanho da amostra, e também a norma NBR 5427<sup>6</sup>.

Definimos a amostra das vias da veículos e pedestres da seguinte forma:

- Tamanho do lote: 25.460 de pontos de luz;
- Nível de inspeção: nível geral de inspeção II (item 4.7.1 NBR 5426 – recomendado);
- Codificação amostragem: M (NBR 5426 –vide Tabela 2 – Codificação amostragem);
- Tamanho da Amostra: 316 pontos de luz (NBR 5426 vide Tabela 3 – Plano de Amostragem simples – Normal).

---

<sup>6</sup> O uso da norma NBR 5427 é indicado na NBR 5426

Codificação de amostragem

Tamanho do lote			Níveis especiais de inspeção				Níveis gerais de inspeção		
			S1	S2	S3	S4	I	II	III
2	a	8	A	A	A	A	A	A	B
9		15	A	A	A	A	A	B	C
16		25	A	A	B	B	B	C	D
26		50	A	B	B	C	C	D	E
51		90	B	B	C	C	C	E	F
91		150	B	B	C	D	D	F	G
151		280	B	C	D	E	E	G	H
281		500	B	C	D	E	F	H	J
501		1200	C	C	E	F	G	J	K
1201		3200	C	D	E	G	H	K	L
3201		10000	C	D	F	G	J	L	M
10001		35000	C	D	F	H	K	<b>M</b>	N
35001		150000	D	E	G	J	L	N	P
150001		500000	D	E	G	J	M	P	Q
Acima de 500001			D	E	H	K	N	Q	R

Tabela 1 - Codificação da amostragem

Plano de amostragem simples - Normal

Código de amostras	Tamanho da amostra	NQA																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re																											
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

↓ - Usar o primeiro plano abaixo da seta. Se a nova amostragem requerida for igual ou maior do que o número de peças constituintes do lote, inspecionar 100%.

↑ - Usar o primeiro plano acima da seta.

Ac - Número de peças defeituosas (ou falhas) que ainda permite aceitar o lote.

Re - Número de peças defeituosas (ou falhas) que implica a rejeição do lote.

Tabela 2 - Plano de amostragem

Adotamos o seguinte procedimento de seleção da amostra de pontos:

- Foi feita seleção aleatória com a aplicação de uma malha de medição por cima do mapa da cidade.
- Não foi possível uma seleção totalmente aleatória pois não havia uma classificação das vias, por isso foi feita uma malha radial para proporcionar uma locação aleatória de pontos nas áreas mais densas (centro). A amostra foi selecionada dentro dos limites da área urbana da cidade.
- Caso algum ponto escolhido estivesse em área de difícil acesso – seja por razões de segurança ou outras justificadas – outro ponto foi escolhido aleatoriamente dentre pontos com características similares, conforme dados do cadastro.
- Foi feita uma lista de pontos de backup a serem usados nos casos em que se verificasse durante o trabalho em campo alguma impossibilidade de fazer as medições num dado ponto (por exemplo: ponto em manutenção na noite em questão, acidente de trânsito no local, etc.). Inadequações na rede (por exemplo: falta de luminária, luminária quebrada e outras) não seriam motivo para mudança de ponto de medição, já que tais inadequações são justamente parte do universo que se buscava medir.
- Os mesmos foram marcados utilizando software de GIS, para melhor acompanhamento.

Um dado ponto escolhido foi usado para todas as medições: parâmetros luminotécnicos da via de veículos e calçadas, avaliação dos equipamentos e levantamento das características da via.

### 2.3 Procedimentos

Para cada ponto da amostra, serão feitas uma avaliação diurna e uma avaliação noturna:

#### Diurna:

- Coleta de características do poste, da luminária atual e da via;
- Coleta de três fotos por equipamento (luminária, luminária + braço, luminária + braço + poste);

#### Noturna:

- Medição de LUX entre dois postes conforme norma e de distâncias dos mesmos;
- Coleta de uma foto ilustrativa da qualidade e tipo de iluminação;

### 2.4 Agenda

Os trabalhos em campo foram realizados entre os dias 06 de Março e 14 de Março de 2020, pois parte da coleta de dados coincidiu com problemas relacionados com as chuvas imensas que se abateram sobre a cidade e causaram danos e fatalidades, o que dificultou os deslocamentos.

## 3.3 Análise do cadastro

O cadastro da rede de iluminação pública foi fornecido pela prefeitura de São Vicente. Tal cadastro, aponta um total de 25.460 pontos de luz (i.e. lâmpadas) no parque de IP de São Vicente. Apresenta informações sobre tipo de lâmpada, potência, consumo, tipo de medição, quantidade de lâmpadas e coordenadas georreferenciadas.

O cadastro é uma peça fundamental deste trabalho. Utilizamos tais dados cadastrais para a caracterização do parque e também como ponto de partida para o trabalho de análise amostral. O

cadastro também será peça fundamental para o desenho da PPP e a elaboração do Contrato de Concessão, bem como na futura gestão do parque.

Dada a importância do cadastro, verificamos a qualidade dos seus dados, o que está descrito na seção 4. Para esta verificação, analisamos os atributos de potência das lâmpadas da amostra, tipo de luminária, tipo de braço e posição georreferenciada constantes no cadastro, comparando os mesmos com os dados de campo que foram recolhidos. Além desses atributos, recolhemos informações adicionais, que pensamos poder servir de base de trabalho para a futura concessionária.

### 3.4 Análise de aderência às normas luminotécnicas da NBR 5101:5018

Avaliamos a conformidade do parque em relação às normas luminotécnicas de iluminância e uniformidade em vias de veículos e pedestres (C1 e C2, se houver duas), ciclovias, praças e parques, o resultado disso está descrito na seção 6. As medições luminotécnicas foram avaliadas conforme os parâmetros da norma NBR ABNT 5101:2018.

#### 3.4.1 Medições luminotécnicas

As medições de iluminância foram realizadas utilizando Luxímetro, conforme ilustração da Figura 10.

Exemplo de Luxímetro



Figura 2 – Luxímetro utilizado

Realizamos a medição nos pontos indicados na malha para medição e verificação, definida na NBR 5101 – Iluminação pública: procedimentos, item 7: Inspeção, conforme indicado a seguir.

Procedimentos de Inspeção – NBR 5101

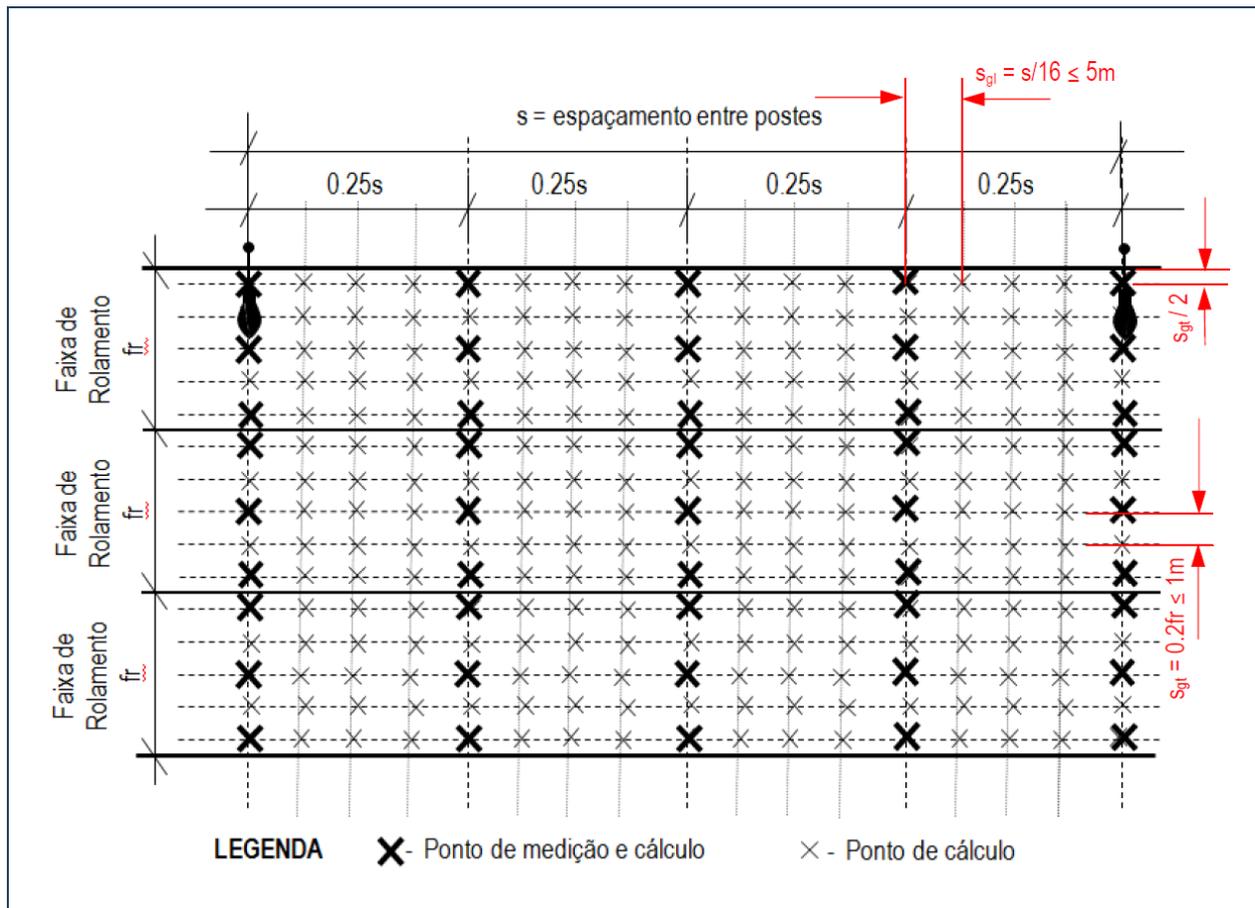


Figura 3 - Procedimentos de inspeção

A tabela abaixo indica o número de pontos a serem medidos de acordo com o número de faixas de rolamento:

Número de Faixas de Rolamento	Quantidade de Pontos da Grade de Cálculo	Quantidade de Pontos da Grade de Medição
1	$17 \cdot 5 = 85$	15
2	$17 \cdot 10 = 170$	30
3	$17 \cdot 15 = 255$	45
4	$17 \cdot 20 = 340$	60
5	$17 \cdot 25 = 425$	75

Tabela 3 - Número de pontos a serem medidos

Para a calçada, aplicamos a seguinte regra para medição:

- a) Largura  $d < 3$  m:
  - uma linha longitudinal no centro da calçada;
  - as linhas transversais em número igual e coincidentes com as do leito carroçável.
- b) Largura  $d \geq 3$  m:

- duas linhas longitudinais espaçadas em  $d/2$  e entre uma linha e a extremidade da calçada adjacente espaçadas em  $d/4$ ;
- as linhas transversais em número igual e coincidentes com as do leito carroçável.

### 3.4.2 Padrões de iluminação por tipo de via

A NBR 5101/2018 determina padrões mínimos de iluminância e uniformidade para cada classificação de via. As vias de maior velocidade e tráfego intenso demandam maior iluminação e uniformidade, ao passo que as vias locais permitem uma iluminação mais leve. As duas tabelas a seguir apresentam os padrões para vias de trânsito e vias de pedestre, respectivamente.

**Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação – NBR 5101:2018**

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{med,min}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

**Tabela 4 – Iluminância média de acordo com a NBR**

**Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação – NBR 5101/2018**

Classe de iluminação	Iluminância horizontal média $E_{med}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

**Tabela 5 – Fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação**

### 3.4.3 Critérios adotados para classificação de vias e padrões de iluminação

Apenas existe um registro de classificação para as vias V1 e V2, embora à altura da elaboração do relatório de diagnóstico não estivesse disponível a mesma, por isso em cada ponto, realizamos uma estimativa da classificação, com base em informações disponibilizadas pela prefeitura sobre tipo da via e tráfego da via e com base expertise e experiência da nossa equipe, observadas no trabalho em campo. Tal classificação foi feita observando as diretrizes da norma NBR ABNT 5101:2018, mas sempre acompanhadas pela prefeitura. Ainda assim, apenas foram classificadas as vias objeto de medição. A classificação da via de veículo e a classificação da via de pedestre podem ser distintas.

Assim sendo a classificação das vias por tipo de via fica da seguinte forma:

Tipo	% Total
V1	6,4%
V2	8,41%
V3	15,00%
V4	70,16%

Tabela 6 – Percentual de tipos de via

### 3.4.4 Classificação de vias pela NBR 5101

A análise de um sistema de iluminação pública requer a avaliação dos tipos de vias a serem iluminadas, de forma a determinar com maior eficiência as tecnologias a serem empregadas. Segundo a NBR 5101:2018: Iluminação pública – procedimentos, as vias são classificadas conforme tabela abaixo:

Classificação das Vias – NBR 5101/2018

Descrição da via	Classe de Iluminação
Vias de trânsito rápido; Vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; Vias de trânsito rápido em geral; Auto-estradas. Volume de tráfego intenso Volume de tráfego médio	V1 V2
Vias arteriais; Vias de alta velocidade de tráfego com separação de pistas; Vias de mão dupla, com cruzamentos e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; Vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo. Volume de tráfego intenso Volume de tráfego médio	V1 V2
Vias coletoras; Vias de tráfego importante; Vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado Volume de tráfego intenso Volume de tráfego médio Volume de tráfego leve	V2 V3 V4
Vias locais; Vias de conexão menos importante; Vias de acesso residencial Volume de tráfego médio Volume de tráfego leve	V4 V5

Tabela 7 – Classificação das Vias

Como pode ser observado na tabela 8, as vias são classificadas de acordo com o volume de veículos que por elas circulam. O tráfego, por sua vez é classificado de leve a intenso, conforme Tabela 8.

**Classificação do Volume de Tráfego – NBR 5101/2018**

Classificação	Volume de tráfego noturno <sup>a</sup> de veículos por hora, em ambos os sentidos <sup>b</sup> , em pista única
Leve (L)	150 a 500
Médio (M)	501 a 1 200
Intenso (I)	Acima do 1 200
a Valor máximo das médias horárias obtidas nos períodos compreendidos entre 18 h e 21 h. b Valores para velocidades regulamentadas por lei.	
NOTA Para vias com tráfego menor do que 150 veículos por hora, considera-se as exigências mínimas do grupo leve (L) e, para vias com tráfego muito intenso, superior a 2 400 veículos por hora, considera-se as exigências máximas do grupo de tráfego intenso (I).	

**Tabela 8 – Classificação do Volume de tráfego**

A NBR 5101 também estabelece uma classificação para vias de pedestres, observando a intensidade de uso, conforme pode ser visto na Tabela 9.

**Vias para tráfego de pedestres - Classes de iluminação para cada tipo de via – NBR 5101/2018**

Descrição da via	Classe de Iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadões, passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, áreas de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, passeios, acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais)	P4

**Tabela 9 – Vias para tráfego de pedestres segundo a NBR**

As normas da ABNT não cobrem critérios para classificação de praças, parques, pontos de ônibus e zona rural.

### 3.5 Análise do funcionamento, qualidade e estado de conservação dos equipamentos existentes

Este diagnóstico foi feito de forma visual, por engenheiros e técnicos de iluminação pública, observando as características e funcionamento das luminárias e lâmpadas. As avaliações foram realizadas tanto durante o dia quanto durante a noite, visto que algumas inadequações são mais bem percebidas em um dos períodos e o resultado das mesmas poderá ser observado no item 5.

Analizamos as seguintes inadequações:

- Lâmpada apagada durante a noite;
- Difusor sujo;
- Difusor quebrado;
- Difusor amarelado;

- Sem difusor;
- Braço quebrado/torto;
- Falta da lâmpada;
- Lâmpada intermitente (piscando);
- Luminária quebrada;
- Luminária sem fixação adequada (pendurada).
- Luminária aberta (luminária instalada em local onde as outras luminárias são fechadas);
- Trecho sem iluminação;
- Unidade de iluminação em poste com transformador;

Também foi feita uma avaliação geral do estado de conservação dos equipamentos e do poste.

### 3.6 Análise do parque

Durante o trabalho de campo, a equipe de engenharia realizou uma avaliação do parque, observando e registrando características relevantes do parque e potenciais dificuldades para o projeto de remodelação do parque, que poderá ser analisado no item 5.

### 3.7 Análise do estado dos equipamentos LED

Realizamos um levantamento da qualidade dos equipamentos LED (braço e luminária), com o objetivo de avaliar o potencial de aproveitamento deles na remodelação. Os mesmos são novos e tiveram em linha de conta parâmetros de qualidade e de garantia que é a média do mercado, sendo que a garantia do fabricante é de 5 anos. Apesar disso, consideramos no projeto, a previsão de uma troca dos mesmos logo após a troca das luminárias atuais para LED para melhor acompanhar a degradação da qualidade de iluminação ao longo do tempo para efeito de acompanhamento da garantia.

### 3.8 Levantamento das características das vias e da infraestrutura para iluminação pública.

Para cada ponto da amostra, também mensuramos:

- Dimensões da via (largura das calçadas, canteiro central, e leito carroçável);
- Distanciamento entre postes e sua disposição;
- Tipo e caracterização do poste (ex: aço, posteamento exclusivo; 10m altura);
- Tipo e caracterização do braço da luminária.

O resultado da mensuração pode ser visto no item 5.8 e 5.9.

### 3.9 Estimativa da vida útil dos ativos

Estimamos a vida útil média remanescente do parque a partir de:

- a) observações em campo / análise visual feita nas rondas diurnas e noturnas;
- b) experiência da equipe de engenharia sobre a vida útil de equipamentos similares e em condições similares;
- c) vida útil total de referência para cada tipo de equipamento.

O resultado dessa estimativa poderá ser visto no item 6.2.

## 4 ANÁLISE DA QUALIDADE DO CADASTRO

---

### 4.1 Visão geral

O cadastro visa identificar todas as unidades de iluminação pública existentes no município. Trata-se do arquivo patrimonial da rede de iluminação pública e é o principal módulo do Sistema Informatizado de Gestão da Rede de Iluminação Pública. O cadastro é parte integrante e permanente das atividades do prestador de serviços.

Os itens cadastrados para cada unidade de IP são:

- Número de identificação do poste;
- Tecnologia da luminária;
- Potência da lâmpada;
- Quantidade de lâmpadas;
- Perda da luminária;
- Tipo de medição do consumo de energia da unidade de IP (estimativa ou medida);
- Coordenadas do georreferenciamento;

O cadastramento atual da rede de iluminação pública foi realizado pela RTEnergia, sendo que a mesma é efetuada com uma periodicidade de 2 anos, de acordo com a CPFL.

### 4.2 Análise da qualidade do cadastro

Analizamos a aderência do cadastro em termos de exatidão das informações vis a vis a amostra realizada (vide seção 3.3). De acordo com nossa amostragem, as informações existentes são razoavelmente precisas, mas faltam muitas informações importantes, tais como:

- Tipo de poste
- Tipo de braço
- Tipo de reator;
- Tipo de proteção;
- Tipo de rele fotoelétrico (eletromagnético ou eletrônico);
- Altura aproximada de instalação da unidade de IP;
- Tipo de rede elétrica de alimentação (aérea, com cabos isolados ou nus, ou subterrânea);
- Data da instalação quando tratar-se de melhoria ou ampliação.
- Durante a vistoria, foi observado que não existe nenhum tipo de marcação no poste que indique uma numeração ou um acompanhamento da mesma.

De forma geral, o cadastro aparenta possuir boa confiabilidade em relação aos dados apresentados; gerando um alto índice de aderência, conforme podemos ver na Tabela 10.

Tipo	Aderência da amostra
Potência	96%
Luminária	92%
Poste	93%
Braço	86%
Posição georeferenciada	100%
<b>Conjunto</b>	<b>93,4%</b>

Tabela 10 – Aderência ao cadastro à amostragem de campo

### 4.3 Implicações e recomendações

Conforme dito, há dados importantes que não constam do cadastro, como, por exemplo, dados sobre tipo de proteção e da altura de instalação da unidade de IP. A falta destes dois tipos de dados afeta, respectivamente, os projetos elétricos e luminotécnicos. De forma geral, o cadastro incompleto obriga o engenheiro a realizar o projeto com menor precisão e maior contingência. De toda forma, tais limitações não são impeditivas para os passos seguintes deste trabalho, destacadamente Projeto de Engenharia e Plano de Investimentos e Operações. Iremos trabalhar de forma a minimizar os efeitos da ausência desses dados.

A falta dos dados de data de instalação de equipamentos de iluminação, realizada nos serviços de melhoria ou ampliação, restringe a avaliação sobre o ciclo de vida e a vida útil dos ativos. Isto também não é impeditivo para o trabalho, já que podemos realizar uma avaliação adequada sobre a vida útil de uma amostra baseada em análise visual de campo e experiência anterior na avaliação destes equipamentos.

Porém, o impacto maior da inexistência desses dados no cadastro é na gestão da rede, que precisa de um cadastro completo e confiável para ser eficiente. As informações faltantes têm impacto significativo na gestão do parque, e serão importantes para qualquer concessionário no futuro. Assim, recomendamos que o Edital da PPP de Iluminação Pública de São Vicente inclua, entre as obrigações da SPE, a realização de um novo cadastro. Nesta linha, sugerimos que seja considerada a lista de requisitos a seguir. Tais itens são importantes para gestão do parque de iluminação pública; para o desenvolvimento de projetos, para aplicação de novas tecnologias e para possíveis arrecadações pela municipalidade (utilização espaço aéreo e subterrâneo).

- Identificador
- Logradouro e bairro;
- Posição georreferenciada (latitude, longitude);
- Tipo de lâmpada;
- Tipo de reator/driver;
- Tipo de luminária;

- Forma de medição de consumo;
- Quantidade de luminárias;
- Potência total das lâmpadas;
- Consumo total das luminárias;
- Data de fabricação e/ou instalação;
- Classificação da via e da calçada;
- Tipo e altura do poste;
- Tipo e quantidade de braços;
- Altura da luminária;
- Tipo de comando;
- Tipo de proteção;
- Tipo de rele fotoelétrico (NA/NF/Telegestão);
- Tipo de Circuito;
- Material do Condutor;
- Bitola do Condutor;
- Fase do Transformador;
- Potência do Transformador;

Também sugerimos a compatibilização do cadastro arbóreo, caso exista, com o de iluminação pública. Esta compatibilização é fundamental para o desempenho da IP evitando-se pontos escuros. Porém, caso não exista, as árvores podem ser cadastradas durante a execução dos serviços na rede de IP.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

### 5.1 Visão geral

O sistema de iluminação pública de São Vicente é composto por diversas tecnologias, que variam de acordo com a função e características dos locais a serem iluminados, ocasionando diferentes percepções de luz no ambiente. De acordo com dados retirados da planilha “Cadastro de IP\_São Vicente”, fornecido pela Prefeitura de São Vicente, o parque de iluminação pública do município é composto por 25.460 pontos de iluminação. A seguir, na **Error! Reference source not found.**, são apresentadas informações referente a tecnologia da luminária, potência e perdas elétricas do reator derivadas do próprio consumo, além do consumo mensal de energia registrado pela CPFL, que considera o período de operação de 11 horas e 26 minutos.

Caracterização por Tipo de Tecnologia e Potência dos Pontos de Iluminação

Tipo Lâmpada	Potência das lâmpadas	Quantidade de Pontos	Consumo Total
Fluorescente	19 W	39	741 W
LED	10 W	98	980 W
LED	100 W	911	91100 W
LED	120 W	209	25080 W
LED	150 W	115	17250 W
LED	240 W	98	23520 W
LED	250 W	1	250 W
LED	30 W	9	270 W
LED	320 W	12	3840 W
LED	325 W	184	59800 W
LED	36 W	90	3240 W
LED	50 W	116	5800 W
LED	60 W	212	12720 W
LED	80 W	63	5040 W
Mercurio	100 W	17	1870 W
Vapor de Sódio	100 W	8690	955900 W
Vapor de Sódio	150 W	3015	497475 W
Vapor de Sódio	250 W	8225	2261875 W
Vapor de Sódio	400 W	15	6600 W
Vapor de Sódio	50 W	81	4455 W
Vapor de Sódio	70 W	4	308 W
Vapor de Sódio	800 W	28	24640 W
Vapor Metálico	100 W	63	6930 W
Vapor Metálico	1000 W	13	14300 W
Vapor Metálico	150 W	126	20790 W
Vapor Metálico	250 W	2320	638000 W
Vapor Metálico	400 W	604	265760 W
Vapor Metálico	50 W	18	990 W

Vapor Metálico	70 W	73	5621 W
Vapor Metálico	800 W	11	9680 W
<b>Total</b>	<b>218 W</b>	<b>25460</b>	<b>4.964.825 W</b>

**Tabela 11 – Características de luminárias, potências e quantidades**

Fonte: Prefeitura de São Vicente, CPFL e Cadastro IP

Em linhas gerais, a iluminação pública de São Vicente atual conta predominantemente com a tecnologia de vapor de sódio, o que proporciona um aspecto noturno amarelado nas vias, devido ao seu baixo índice de reprodução de cores (IRC=25%). Nas praças, nota-se grande utilização da tecnologia de multivapores metálicos, privilegiando a reprodução de cores (IRC ≥65%). Já algumas vias motorizadas, ciclovias, zonas de caminhada noturna e prática de esportes dispõem do uso de tecnologia com emissão de luz branca.

Não há edificações com iluminação de destaque ou monumental.

A Tabela 12 a seguir, apresenta um resumo do quadro geral do parque de iluminação pública do município de São Vicente.

**Dados gerais sobre o Parque IP de São Vicente**

Número de pontos	25.460
Área da cidade	148 km <sup>2</sup>
Carga instalada na rede de IP	4.964,83 KW
Consumo médio Anual de IP	20 713 MWh
Tensão da rede elétrica	127V

**Tabela 12 – Dados gerais sobre o parque de IP de São Vicente**

Fonte: Prefeitura São Vicente, CPFL e Cadastro IP

## 5.2 Caracterização por tipo de lâmpada

O parque de IP de São Vicente é composto por 5 diferentes tecnologias de lâmpadas, sendo as que mais predominam: (i) vapor de sódio - VS; (ii) vapor de mercúrio - VM; (iii) vapor metálico - ME e (iv) LED - LD.

Com 20.058 unidades (79% do parque), a lâmpada de vapor de sódio é a tecnologia predominante no parque de iluminação pública do município de São Vicente. As lâmpadas de vapor de sódio são mais eficientes quando comparadas a alternativas como vapor de mercúrio - sua eficiência luminosa é elevada, atingindo aproximadamente 110 lm/W dependendo da potência, enquanto as de vapor de mercúrio atingem somente 45 lm/W. As lâmpadas de sódio são geralmente utilizadas em larga escala por conta da relação custo/benefício, possuem uma cor amarelada e sua vida mediana oscila entre 16.000 a 32.000 horas dependendo da potência e tecnologia da lâmpada, tornando-as bastante adequadas, principalmente, para iluminação pública externa.

A lâmpada de vapor metálico é a segunda tecnologia mais usada, compondo 13% no parque de iluminação pública do município de São Vicente: atualmente existem registrados 3.228 pontos que utilizam lâmpadas desse tipo. As lâmpadas de vapor metálico apresentam melhor índice de reprodução

de cor (IRC) e produzem luz branca, conferindo melhor aspecto ao objeto iluminado. As lâmpadas de mercúrio são consideradas pouco eficientes, oferecem vida mediana em torno de 15.000 horas e têm sido substituídas gradativamente pelas lâmpadas a vapor de sódio, vapor metálico ou outras fontes mais eficientes.

Já existem luminárias de LED instaladas no município, sendo esta a terceira tecnologia mais presente no parque de iluminação, ocupando 8,0% do parque. O cadastro utilizado apresenta um quantitativo de 2.118 pontos que utilizam esta tecnologia.

As luminárias de LED instaladas são encontradas em diferentes potências, conforme ilustra a tabela 11 acima.

### 5.3 Caracterização por tipo de luminária

Outro aspecto a ser considerado com relação à iluminação pública, além das lâmpadas, é o tipo de luminária a ser empregado. No próximo gráfico apresentamos a distribuição dos tipos de luminárias instaladas nas vias de São Vicente.

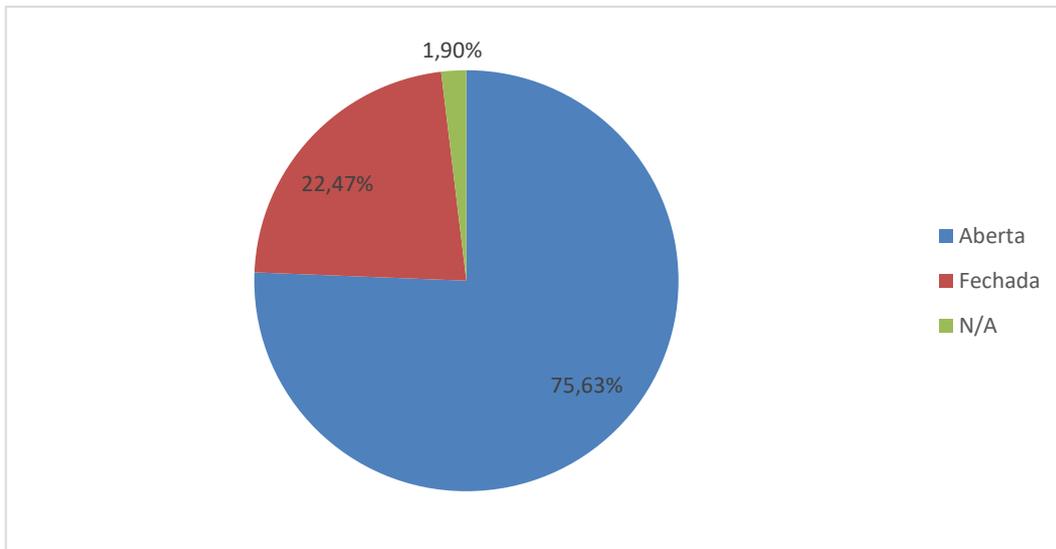


Figura 4 - Tipo de luminária para iluminação pública

Observamos uma grande utilização de luminárias abertas no parque de iluminação pública de São Vicente (cerca de 76% do parque). Essas luminárias, entretanto, tiveram seu uso descontinuado a partir de 2006, conforme NBR 15129/2004, pois, além de serem consideradas ineficientes, possuem distribuição fotométrica aquém do desejado, proporcionando uma iluminação deficiente. Sua utilização contribui ainda para o aumento dos índices de manutenção.

### 5.4 Caracterização por tipo de via

À data deste relatório existem caracterizações para as vias V1 e V2, das vias V3 e V4 existe uma divisão por percentual e por número de luminárias. A prefeitura optou por retirar a classificação de via V5 por questões de segurança pública. A listagem a seguir apresenta as mesmas:

Tipo de via	Número de pontos	% dos pontos
V1	1616	6,40%
V2	2121	8,40%
1V3	3788	15,00%
V4	17726	70,20%
Total	25460	100,00%

Tabela 13 - Número de luminárias por tipo de via

## 5.5 Fornecimento de energia

A distribuidora de energia elétrica do município de São Vicente é a CPFL. A rede de iluminação pública é atendida em baixa tensão em um sistema de distribuição, aéreo ou subterrâneo, com classe de atendimento em 127V, operando em 60Hz. A estrutura dessa rede é constituída por cabos singelos de alumínio, distribuídos na vertical, na sequência: neutro, controle IP, fase 1, fase 2 e fase 3.

As luminárias não estão aterradas, o que contraria as recomendações da ABNT NBR 5410, sendo que, para a instalação das luminárias LED, as mesmas terão que ser aterradas, o que a concessionária da PPP deverá levar em consideração ao elaborar seu projeto.

Dados da ANEEL<sup>7</sup> mostram que a qualidade no fornecimento de energia pela CPFL para a cidade de São Vicente está dentro dos níveis estabelecidos pela mesma para os indicadores de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e de Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC).

### Indicadores de Continuidade por Conjunto – CPFL

	DEC apurado	DEC limite ANEEL	Cumpre DEC?	FEC apurado	FEC limite ANEEL	Cumpre FEC?
<b>2016</b>	6,48	11,00	SIM	3,76	8,00	SIM
<b>2017</b>	6,64	11,00	SIM	3,42	7,00	SIM
<b>2018</b>	5,98	11,00	SIM	3,58	7,00	SIM

Tabela 14 - Indicadores de continuidade por ano

Fonte: Aneel

<sup>7</sup> disponíveis em <http://www.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade>

## 5.6 Consumo de energia

O consumo de energia elétrica da rede de IP de São Vicente vem crescendo expressivamente, possivelmente acompanhando o crescimento da cidade e sua necessidade de iluminação, mas restrita pelas medidas de eficiência (por exemplo, instalação de LEDs e também Vapor de Sódio e Vapor Metálico).

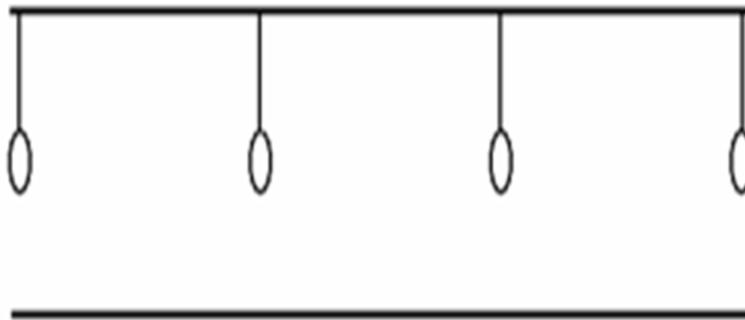
O consumo da rede IP é determinado majoritariamente por estimativa. Não é possível entender a diferença entre o valor calculado e o valor real, pois existe uma opacidade por parte da distribuidora de energia elétrica nos parâmetros de cálculo e não dispomos da memória de cálculo para chegar nos valores mensais.

## 5.7 Postejamento

Ao projetar um sistema de iluminação pública, deve-se levar em conta, além dos tipos de lâmpada e luminária a serem utilizados, o arranjo e distribuição dos postes, de forma a otimizar a distribuição da luz emitida a partir da luminária. Na sequência são apresentados os arranjos comumente encontrados na montagem de pontos de iluminação em vias. Outras configurações podem ser obtidas com o auxílio de programas específicos para cálculos luminotécnicos, ou com a aplicação direta de métodos disponíveis nas literaturas, como por exemplo: método das curvas isolux, método ponto-por-ponto, método do fator de utilização ou do fluxo luminoso, método das iluminâncias. Entretanto, como em vários casos as estruturas das redes elétricas já existem, estas são aproveitadas para montagem dos componentes.

O arranjo unilateral das luminárias, apresentado na Figura 53, é o mais comumente utilizado, atendendo geralmente a vias coletoras e locais, com largura máxima da pista de rolamento igual ou menor que 9m, com tráfego motorizado leve ou médio.

Arranjo unilateral das luminárias



Fonte: CPFL

Figura 5 – Arranjo unilateral de luminárias

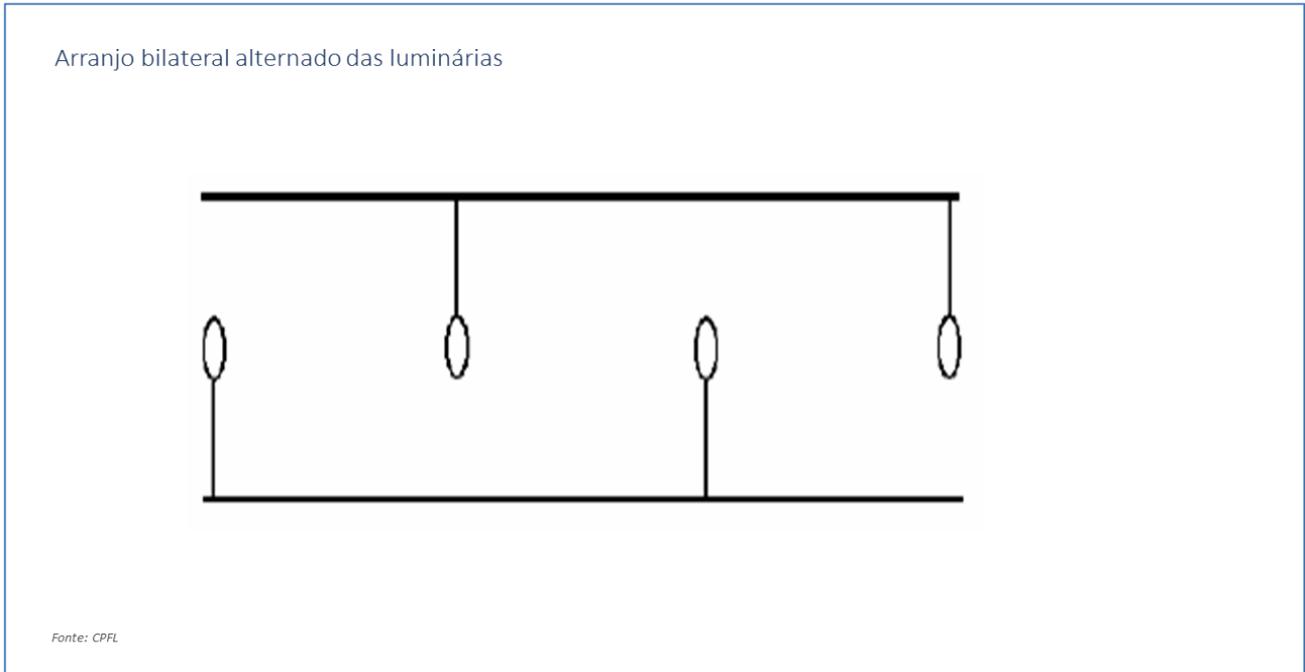


Figura 6 – Arranjo bilateral alternado de luminárias

Na Figura 64 **Error! Reference source not found.** é apresentado o arranjo bilateral alternado das luminárias. Este sistema é utilizado geralmente em vias com tráfego motorizado intenso e largura de pista de rolamento de até 16m. Para vias com tráfego motorizado intenso e largura de pista de rolamento de até 18m, pode-se empregar o arranjo bilateral oposto, alternativa apresentada na Figura 75 **Error! Reference source not found.** E por fim, na Figura 86 é apresentada uma opção para vias em que há um canteiro central.

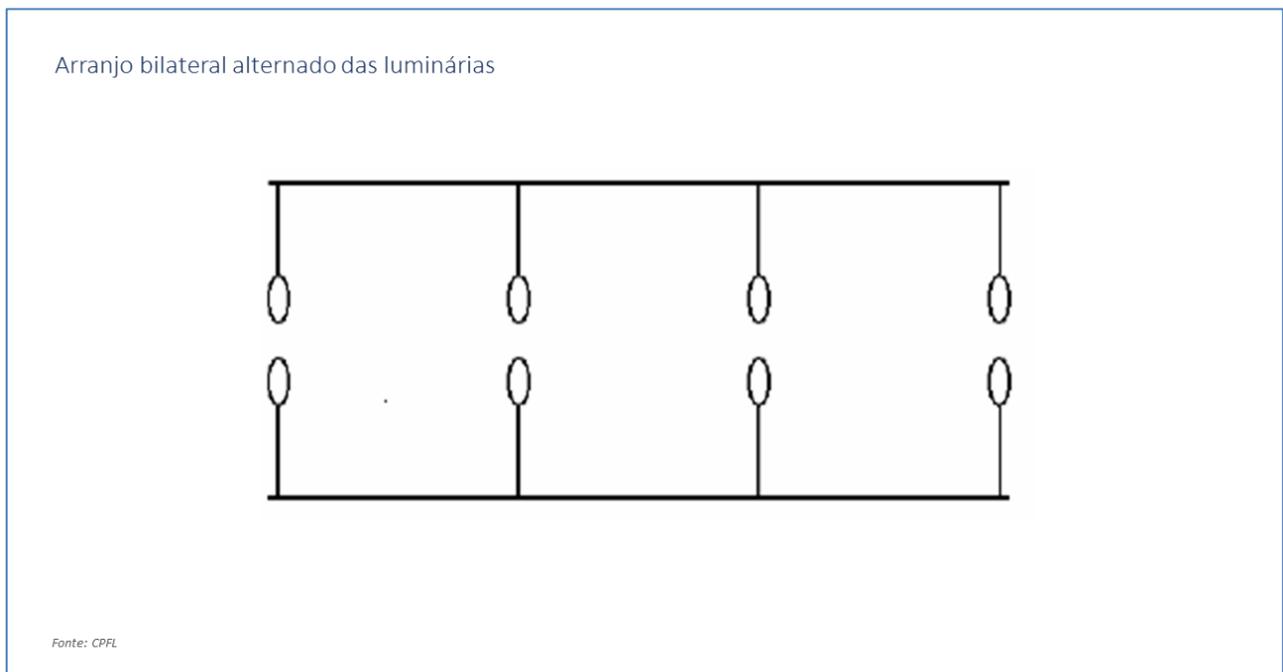


Figura 7 - Arranjo bilateral oposto

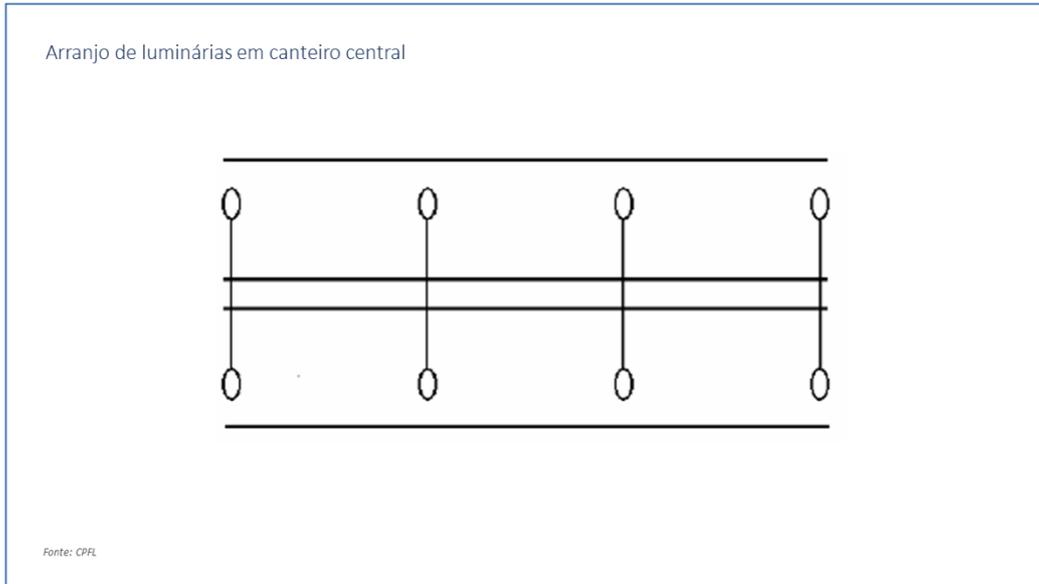


Figura 8 – Arranjo de luminárias em canteiro central

No caso do parque de Iluminação Pública de São Vicente, o arranjo do posteamento nas vias motorizadas segue os padrões tradicionais: unilateral, bilateral alternado, bilateral frente a frente e central. Dos 315 pontos inspecionados, o arranjo unilateral é dominante (equivalente a 96% do total da amostragem), uma vez que a rede da concessionária é utilizada como estrutura de sustentação da Iluminação Pública na maior parte do município. Isso explica a grande incidência de pontos com lâmpadas de tecnologia a vapor de sódio nas potências de 70, 150 e 250W.

O espaçamento médio entre postes é de 33,5 metros, com 37% dos casos observados com um distanciamento acima dos 35 metros, com uma altura média de braço de iluminação de 7 metros; o que representa um espaçamento superior ao necessário para uma uniformidade de iluminação correta.

O distanciamento entre postes, resultante dos dados amostrais coletados em campo, está na sua grande maioria no intervalo compreendido entre 24 e 42 metros; com 87% dos casos. Tal distanciamento, associado à baixa altura das luminárias, de 6 a 7 metros (equivalente a 83,65% dos casos), restringe o atendimento aos parâmetros fixados pela ABNT NBR 5101 pelos projetos luminotécnicos. O resultado desta conjunção de fatores é que apenas 7% do parque de iluminação atende a ABNT NBR 5101, conforme apresentado na seção 6.1.

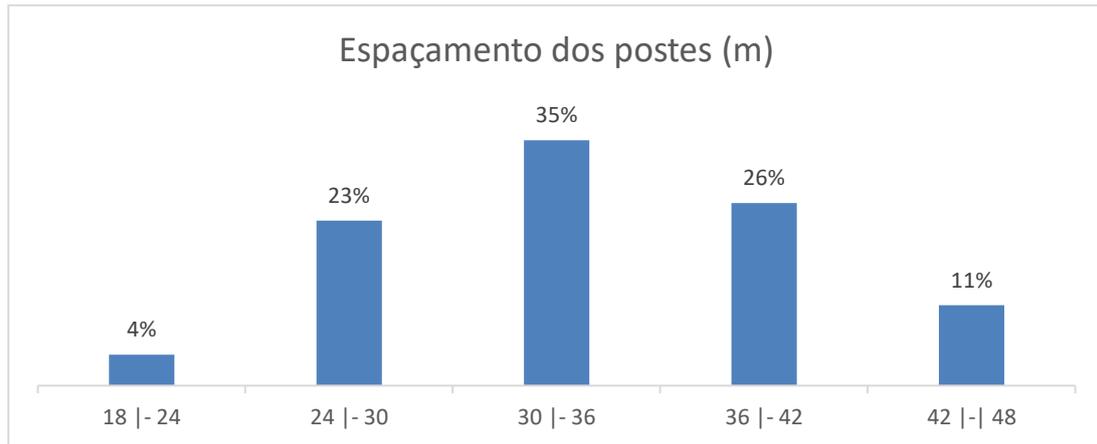


Figura 9 - Espaçamento entre postes

## 5.8 Dimensão das vias

A largura de via mais comum encontrada foi de 7m (316 logradouros, o que equivalem a 29,11% da amostragem). Isso explica a predominância da estrutura de montagem ser de posteamento unilateral, pois estes tipos de estrutura são típicos de vias cujas dimensões variam entre 3 a 9m.

## 5.9 Índice de Reprodução de Cor (IRC)

O parque de São Vicente é predominantemente de baixo IRC (78% do parque com IRC=25%), o que se traduz visualmente num aspecto de luz amarelada. Por outro lado, quase todo o restante (22%) possui alto nível de IRC. Nas praças nota-se a grande utilização da tecnologia de Vapor metálico, privilegiando a reprodução de cores (IRC  $\geq 65\%$ ). Já algumas vias motorizadas, ciclovias, zonas de caminhada noturna e prática de esportes dispõem do uso de tecnologia com emissão de luz branca instaladas com luminárias de Vapor Metálico com um IRC > 65.

## 5.10 Comando

São utilizados sensores de luminosidade no ambiente (relé fotoelétrico) para acionar e desligar a iluminação pública do município. Conforme dados das amostras, 14,2% destes pontos são acionados por comando coletivo e 85,8% por comando individual.

## 5.11 Reatores

No cadastro apresentando não há registro do tipo de reator utilizado no parque de iluminação pública do município.

## 5.12 Propriedade dos ativos

A transferência dos ativos de Iluminação pública da concessionária para as prefeituras foi determinada pela Resolução ANEEL 414/2010 e resoluções complementares.

O sistema de IP, considerado como Ativo Imobilizado em Serviço (AIS), compreende as luminárias, lâmpadas, relés fotocontroladores, reatores, braços de sustentação da luminária, eletrodutos, caixas de passagem e condutores exclusivos para a iluminação pública. Estão incluídos também, os postes e circuitos utilizados exclusivamente para atender ao circuito de IP.

Segundo a Prefeitura de São Vicente, não há Termo de Transferência assinado com a CPFL sobre os ativos de iluminação pública. Portanto, não há definição precisa sobre quais ativos pertencem à prefeitura de São Vicente, em particular sobre ativos numa zona intermediária entre o que é claramente iluminação pública e o que é claramente rede elétrica. Isso tem implicações no tipo de solução de engenharia que iremos desenhar, o que nos obriga a ser mais conservadores ou agir sobre suposições. Uma indefinição particularmente sensível é a propriedade do cabo de controle, que, se for da prefeitura, viabiliza algumas soluções de engenharia adicionais. Tipicamente o cabo de controle é considerado ativo de iluminação, e, pelas soluções que possibilita, é particularmente importante para São Vicente que ele seja considerado propriedade da prefeitura quando for formalizada a transferência dos ativos.

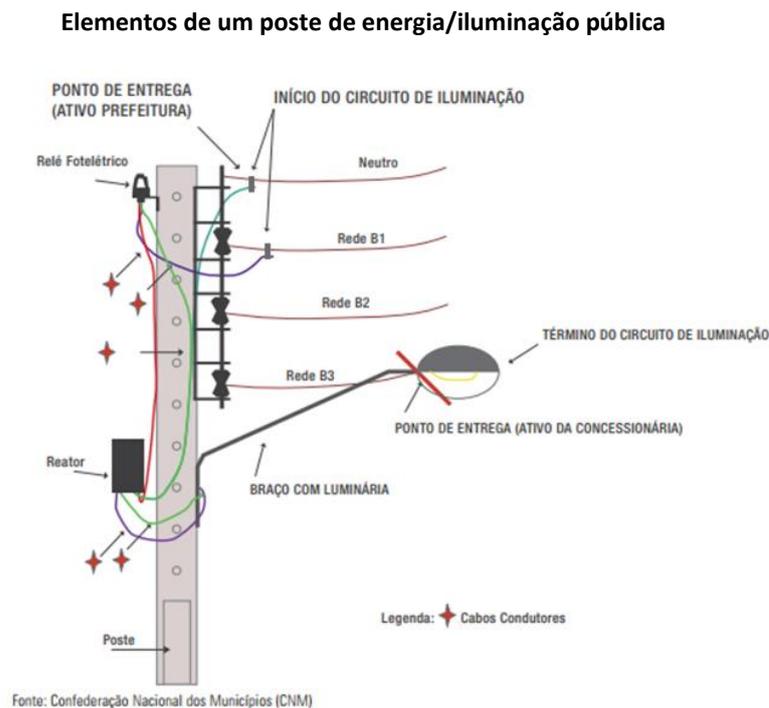


Figura 10 – Elementos de um poste de energia / iluminação pública

## 5.13 Áreas de iluminação de destaque

Não há iluminação pública de destaque atualmente no município.

#### 5.14 Implicações e conclusões

O parque de iluminação Pública de São Vicente tem predominância de lâmpadas de vapor de sódio. Nessas lâmpadas, vemos grandes quantidades da potência de 100W e quase ausência da potência de 400W, pois muitas delas já foram trocadas para iluminação LED.

Sob aspecto das luminárias utilizadas, cerca de 76% são abertas, de forma que o sistema de iluminação deixa de alcançar o desempenho desejado. Esta configuração é muito ineficiente. A substituição das luminárias ou a substituição de tecnologia podem aumentar o desempenho da iluminação.

Outro ponto a ser observado é o arranjo das instalações de IP, que estão em grande parte amarradas à rede de distribuição da concessionária. Isso limita tecnicamente os projetos luminotécnicos, dificultando o atendimento às recomendações feitas pela NBR 5101, mas não constitui impeditivo a se chegar a uma solução.

## 6 DIAGNÓSTICO DA REDE

### 6.1 Qualidade da iluminação / instalações

#### 6.1.1 Atendimento às normas de Iluminância e Uniformidade<sup>8</sup>

De forma geral, a Iluminação Pública de São Vicente está abaixo da norma, com apenas 7% das vias atendendo todos os critérios da norma NBR 5101. O atendimento à uniformidade é baixo em todas as classes de vias, mas a situação é pior nas vias V2. Os passeios têm padrões de iluminância ruins e a quase totalidade dos mesmos tem 1m ou menos de largura; o que, pela norma, os exclui da medição.

#### Vias de Veículos e Passeios - Atendimento simultâneo às normas

Tipo de via	Atendem à norma de Iluminância e Uniformidade
V1/P1	14%
V2/P2	6%
V3/P3	10%
V4/P4	6%
Geral	7%

Tabela 15 - Atendimento simultâneo às normas

#### Vias de veículos - Atendimento às normas

Tipo de via	Vias que atendem à norma de Iluminância	Vias que atendem à norma de Uniformidade	Vias que atendem ambas às normas
V1	57%	14%	14%
V2	65%	6%	6%
V3	66%	17%	10%
V4	62%	16%	6%
Geral	63%	15%	7%

Tabela 16- Atendimento às normas pelas vias de veículos

#### 6.1.2 Avaliação da iluminação dos pontos LED atuais

#### Vias com LED - Atendimento às normas

Medição	Atendem à norma
Iluminância vias de veículo	90%
Uniformidade vias de veículo	16%
Atendimento Integral - Veículos	16,4%

Tabela 17 - Vias com LED, atendimento às normas

<sup>8</sup> É pertinente destacar que apenas foram classificadas as vias que foram alvo de medição em campo. A classificação foi feita por nossa equipe técnica, com apoio da prefeitura; mas não foi validada pela divisão de trânsito da cidade. Por questões de segurança, nenhuma via foi classificada como V5, para que os padrões de iluminação e segurança estejam de acordo com o solicitado pela prefeitura.

As vias com LED existentes na cidade foram implementadas tendo atenção à avenida principal da cidade e as linhas de ônibus. A instalação de LEDs tipicamente aumentou muito a iluminância das vias, porém com um efeito mais modesto na melhoria de uniformidade.

A temperatura de cor das instalações atuais em LED é de 5000°K com IRC 80.

### 6.1.3 Característica da rede elétrica de iluminação pública de São Vicente

Uma rede iluminação pública pode ser caracterizada por forma de cabeamento aéreo ou subterrâneo.

A rede elétrica de iluminação pública é predominantemente aérea (82,28% do total da amostra), compartilhando os postes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão.

Na amostra, dos 316 pontos inspecionados, 276 possuem uma configuração de rede aérea, na qual compartilham sua estrutura com os postes da rede de distribuição de energia elétrica de propriedade da distribuidora local.

Com base na análise das amostras, a rede de iluminação pública de São Vicente apresenta uma predominância de instalação em postes compartilhados com a rede de distribuição de energia em baixa tensão; configurando assim uma estrutura aérea.

Durante as visitas, verificamos também o aspecto organizacional da rede de elétrica de iluminação pública, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 18.

**Aspecto organizacional da rede elétrica de baixa tensão**

Rede elétrica compartilhada	Aspecto organizacional da instalação
<b>Não</b>	<b>17,98%</b>
Bom	8,43%
Ruim	9,55%
<b>Sim</b>	<b>82,02%</b>
Bom	47,19%
Ruim	34,83%
<b>Total Geral</b>	<b>100,00%</b>

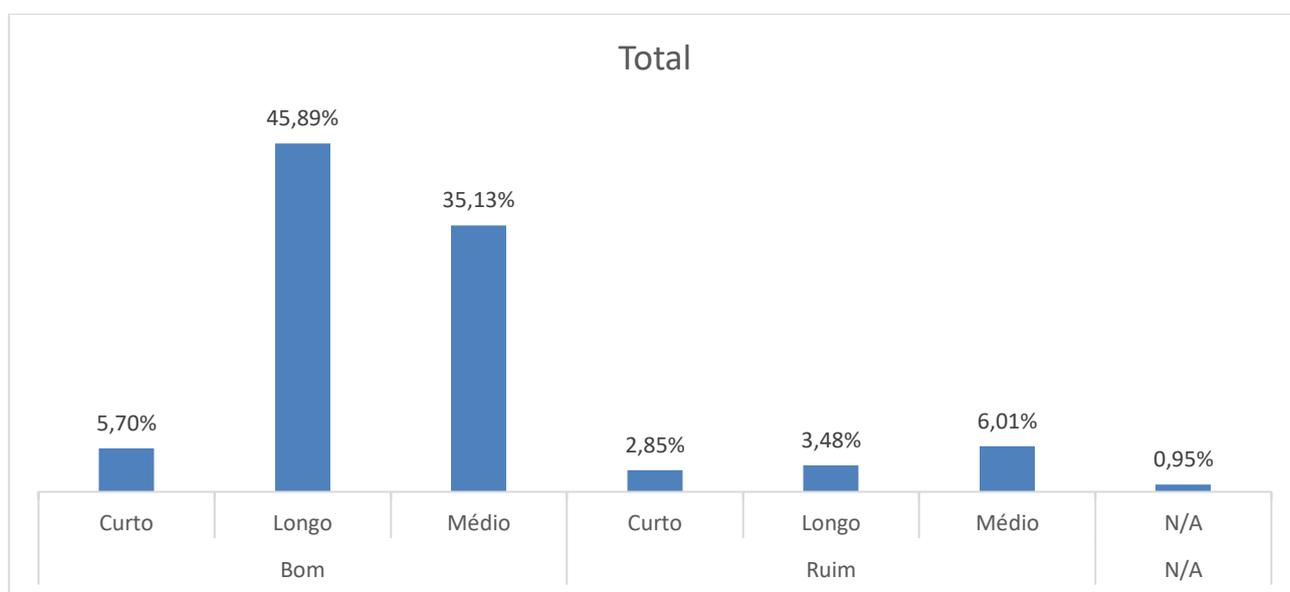
**Tabela 18 – Aspecto organizacional da rede elétrica**

Seu aspecto organizacional oscila em um quantitativo aproximado em bom e ruim. Essa análise é importante, visto que esse aspecto tem bastante influência nas atividades de troca ou manutenção dos pontos de iluminação, enfatizando neste ponto a questão da segurança dos colaboradores responsáveis pela manutenção do parque. As imagens a seguir ilustram alguns casos típicos que foram encontrados durante a vistoria.

### 6.1.4 Inadequações observadas na rede

#### Estado de conservação de braços

Durante a inspeção, foram identificados três tipos de braços existentes no parque de iluminação do município de São Vicente. O gráfico da Figura 1130 apresenta os resultados colhidos na amostragem.



**Figura 11 - Estado de conservação dos braços**

Do total de 316 braços que foram inspecionados, 27 unidades possuem braços de padrão curto (representando 8,5% da amostra), onde 18 dessas unidades (66,7%) foram consideradas com estado de conservação bom, indicando não existir necessidade de substituição imediata nos próximos anos. Este padrão de braço é comum em vias com largura igual ou inferior a 7m, entretanto, um percentual significativo dos logradouros de São Vicente que possuem este tipo de braço instalado tem largura de via significativamente superior, o que acaba implicando na insuficiência de iluminamento para atender os padrões da norma, indicando a necessidade de readequação do padrão, com substituição da luminária (em muitos casos sendo recomendável o aumento de potência da lâmpada instalada) e do braço hoje utilizado por outro de comprimento maior.

Foram registrados 130 braços de padrão médio (representando 41,14% da amostra), sendo que 85,38% se apresentam com estado de conservação bom, o que é bastante significativo, e 14,62% apresentam estado ruim de conservação, necessitando serem trocados.

O padrão de braço longo é o que mais predomina no parque de iluminação de São Vicente. Foram registradas 156 unidades deste tipo (49,37% do total da amostra), sendo que 92,95% das instalações verificadas estão em estado bom de conservação, não necessitando serem trocadas nos próximos anos.

Diante da análise da amostra, estima-se que seja necessário trocar, no mínimo, 12,3% dos braços. Ressalvamos “no mínimo” pois não é possível aferir se mesmo os braços bons serão capazes de suportar o peso das luminárias LED, já que quase todas as luminárias tradicionais têm o reator no poste, o que

minimiza o seu peso no braço. O que não ocorre na luminária LED que, por ser fechada e mais pesada, necessita de um braço mais robusto.

### Estado de conservação das luminárias

Em relação ao estado de conservação das luminárias, muitas estão em mal estado de conservação. Apesar disso, o número de luminárias apagadas é muito reduzido, fruto de uma boa manutenção que é feita hoje na cidade. Da análise da amostra, 87% das luminárias apresentou bom estado de conservação. Na tabela abaixo, apresentamos o estado físico das luminárias por tipo de luminária:

Estado físico da luminária	Total
<b>Bom</b>	<b>87,90%</b>
LED	18,79%
Mercúrio	7,01%
Vapor de Sódio	45,22%
Vapor Metálico	16,24%
<b>Ruim</b>	<b>11,46%</b>
LED	0,64%
Mercúrio	2,23%
N/A	0,32%
Vapor de Sódio	5,10%
Vapor Metálico	3,18%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

Tabela 19 - Estado físico das luminárias por tipo de luminária

### Luminárias abertas

Conforme apresentado na seção 5.3, cerca de 76% das luminárias são do tipo aberta. Essas luminárias – hoje descontinuadas – são consideradas ineficientes, possuem distribuição fotométrica aquém do desejado, proporcionam uma iluminação deficiente e têm custo de manutenção mais elevado

### Pontos apagados durante a noite

Na nossa amostra, praticamente não havia pontos apagados durante a noite (cerca de 1%). O resultado é notavelmente superior ao de outros diagnósticos efetuados pela nossa equipe, visto que tipicamente observamos um percentual muito maior dessa situação.

### 6.1.5 Arborização

Durante os levantamentos em campo, algumas medições foram realizadas em locais onde a iluminação estava obstruída por árvores ou ramos das mesmas. Verificamos as seguintes situações:

- Na maioria dos casos, a arborização está implantada do lado oposto da rede de distribuição, e, por consequência, do lado oposto à unidade de iluminação instalada. Nestes casos, a arborização tem pouca influência no desempenho da iluminação, mas um serviço adequado de poda de árvore pode evitar pontos escuros;
- Quando a arborização está implantada abaixo da rede de distribuição, o que ocorre com menos frequência, o desempenho da iluminação é bastante prejudicado com a produção de pontos escuros. Nestes casos, é possível melhoria com serviços de poda;

- A arborização em vias com iluminação pública no canteiro central tipicamente está implantada também no canteiro central, o que prejudica o desempenho da iluminação. Tal fato é agravado por serem vias coletoras ou arteriais, o que implica em questões de segurança para motorista e pedestres.

### 6.1.6 Identificação das áreas com problemas de iluminação pública e também de áreas com deficiência de cobertura.

A maior parte da cidade tem deficiência de cobertura, com muitos pontos escuros entre luminárias, fruto da grande distância entre postes. Entendemos que não é possível a correção destes pontos escuros apenas através do aumento da potência das luminárias, sendo necessária a instalação de pontos intermediários. Nas ruas no entorno do centro da cidade e no restante da cidade, apenas casos muito pontuais atendem a norma e não são suficientes para sequer considerar como uma amostragem válida.

## 6.2 Vida estimada dos equipamentos de iluminação pública

### 6.2.1 Vida útil estimada das instalações existentes

Estimamos a vida útil média remanescente do parque a partir de:

- observações em campo: análise visual feita nas rondas diurnas e noturnas;
- experiência da equipe de engenharia sobre a vida útil de equipamentos similares e em condições similares;
- vida útil total de referência para cada tipo de equipamento.

A Tabela 25 apresenta as estimativas. Observe que a vida útil é estimada para classes gerais de ativos. Devido às deficiências do cadastro citadas na seção 4, não foi possível ser mais preciso na estimativa de vida útil.

Vida útil

Tipo de ativo	Vida útil média remanescente (anos)
Luminárias LED	5
Braços e ferragens luminárias LED	15
Luminárias abertas (não LED)	0
Luminárias fechadas (não LED)	5
Reatores	10
Braços e ferragens (não LED)	15

Tabela 20 – Vida útil dos vários equipamentos da cidade

A seguir explicamos os fundamentos das estimativas apresentadas:

- A vida útil remanescente das luminárias abertas está encerrada, uma vez que não atendem à norma atual<sup>9</sup> e devem ser substituídas o quanto antes.
- A vida útil remanescente das luminárias fechadas, sob ponto de vista de seu corpo, é de aproximadamente 8 (oito) anos. Contudo, é considerável o estado de depreciação dos difusores em policarbonato, os quais em sua maioria devem ser substituídos juntamente com a junta de vedação. Embora os fabricantes desses equipamentos assegurem durabilidade em torno de 5 (cinco) anos em campo, o que é bem inferior aos dados de vida útil do RELUZ, após 3 anos é visível a perda da sua transparência e o consequente desempenho ótico. Também por conta da perda das características mecânicas do difusor, o grau de proteção (IP) da luminária é comprometido. Já os refletores, partes importantes da luminária para o desempenho ótico, são comprometidos por sujeira e oxidação. Concluimos, portanto, que estas luminárias devem ser substituídas em no máximo 5 anos.
- Estimamos que a vida útil remanescente dos reatores seja em torno de 10 anos, com uma taxa de substituição de 5% ao ano.
- Estimamos que a vida útil remanescente das ferragens (braços, suportes, etc.) seja em média de 15 anos. Os braços existentes nas instalações com luminárias fechadas, além de galvanizados a fogo, são pintados, o que confere maior vida útil. As ferragens e os braços com luminárias abertas são galvanizados a fogo, e seu aspecto geral indica serem de boa qualidade.

### 6.2.2 Considerações sobre as luminárias LED

As luminárias LED instaladas atualmente não foram suficientes para adequar à norma; em quase todos os casos foram colocados projetores de vapor metálico adicionais para suprir essa falha. Isso não se deve à potência da luminária, mas sim à elevada distância média entre postes que existem na cidade.

### 6.2.3 Vida útil de referência

Apresentamos a seguir a tabela de vida útil estimada de equipamentos de iluminação, adotada para a elaboração dos projetos do RELUZ/ELETROBRÁS, e principalmente utilizada para cálculo do RCB (retorno custo/benefício) indicativo de avaliação do desempenho econômico do projeto.

---

<sup>9</sup> Hoje as normas da ABNT não mais consideram adequadas as luminárias abertas, mas na época de sua instalação, as normas da ABNT ainda permitiam sua utilização.

**Vida Útil Estimada dos Equipamentos – PROCEL/Eletrobrás**

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>Vida Útil (em anos)</b>
Luminárias abertas	10
Luminárias fechadas	20
Braços para luminárias	20
Reatores e Ignitores	10
Cabos e Ferragens para a instalação	20
Relés Fotoelétricos- mecânicos	4
Relés Fotoelétricos - eletrônicos	10
Economizadores de energia	5

**Tabela 21 - Vida útil dos equipamentos**

## **7 ANÁLISE DOS PLANOS EXISTENTES**

---

### **7.1 Análise do Plano Diretor de Iluminação de São Vicente**

Não existe um plano diretor de iluminação em São Vicente, pelo que apenas recomendamos que o mesmo seja criado e que sirva de base de trabalho para a expansão da rede de iluminação da cidade.

### **7.2 Ampliação do sistema de Iluminação Pública**

A ampliação do sistema de iluminação pública é regulada através de leis que obrigam o loteador a instalar iluminação LED aderente à norma NBR 5101.

### **7.3 Projetos atuais de implantação de LED**

A prefeitura vem implantando luminárias LED nas vias principais da cidade.

## 8 ANÁLISE DO MODELO OPERACIONAL DO PARQUE

---

### 8.1 Modelo Operacional

De forma geral, os serviços de operação e manutenção do parque de IP atualmente são bons, com um controle direto por parte da SEDUP secretaria de desenvolvimento urbano e obras. Os insumos são licitados e adquiridos pela prefeitura à parte do contrato de manutenção.

O monitoramento do sistema de iluminação pública é realizado por servidores do município e a operação de manutenção é executada por empresa terceirizada através de processo licitatório;

Para o atendimento às demandas dos usuários foi elaborado um aplicativo denominado “Cidadão Ativo” que reúne programas do município, responsável pela divulgação das ações e interação da população com os serviços de manutenção, operação e investimentos em iluminação pública da cidade. Através do aplicativo, os usuários podem repassar, em tempo real, as demandas relativas à iluminação pública do município de São Vicente. Dessa forma, os problemas são encaminhados de maneira efetiva e célere para as equipes de manutenção. O tempo de atendimento médio das demandas de Iluminação é de até 48 horas. Para além disso existe um número 0800 que serve também os cidadãos.

Não foi detectado nenhum grande problema na operação de manutenção, destacando-se ainda a existência de poucos pontos apagados.

Em relação à poda, existem vários casos de árvores que bloqueiam parte da iluminação, gerando pontos escuros.

A satisfação da população com a iluminação em geral é boa. Ainda assim, a principal queixa encontrada foi a de que existem muitos pontos escuros e que isso causa sensação de insegurança nas pessoas.

## 9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

### 9.1 Conclusões

O parque atual, de forma geral, não atende de forma completa aos padrões da NBR 5101; apresenta apenas 7% de atendimento integral à norma. Apesar disso, o atendimento ao padrão de iluminância da NBR 5101 é mais alto (63%), pois a variável crítica é a uniformidade da iluminação, devido à grande distância entre os postes e baixa altura das luminárias para tal distância.

De uma forma geral a rede de iluminação pública de São Vicente, excluídos os pontos LED recentemente implantados, é antiga com uma predominância muito grande de luminárias abertas, sendo a maioria de luminárias de vapor de sódio. Os braços estão em bom estado, mas é prudente um planejamento cuidadoso na troca das luminárias, pois é visível que alguns braços não conseguiram aguentar as luminárias LED que foram colocadas e já começaram a dobrar. Tal problema pode vir a ocorrer com todos os braços atuais que receberam as luminárias LED. Recomendamos, portanto, que o projeto de engenharia indique a troca de braços para todas as luminárias LED já instaladas.

Não foi cumprida a diretiva da ANEEL quando da passagem dos ativos para a prefeitura, pois a mesma indica que o parque de iluminação deveria ser entregue com luminárias atualizadas e fechadas, o que não acontece, onde 75,6% das luminárias são ainda do tipo abertas.

Atualmente a cidade não conta com classificação de vias, nem com um plano diretor de iluminação.

Todo o sistema de iluminação pública é acionado através de equipamentos fotoelétricos, sendo que o acionamento por linha dedicada de IP é marginal, conforme observado.

O cadastro hoje existente é muito básico e não contém a maior parte das informações que seriam importantes para a gestão da rede de iluminação pública, faltando dados como estado dos braços, postes e características das luminárias instaladas.

### 9.2 Planejamento recomendado

Analisando o trabalho efetuado pela Prefeitura na troca para LED, estimamos que sejam necessários mais 5% de luminárias além das já instaladas na rede para atender à norma como um todo, luminárias essas que terão que ser acompanhadas de um poste dedicado para iluminação pública. Sabemos que é um valor elevado, mas somos conservadores nesse aspecto. Uma vez que quase todas as vias fora do centro são de mão dupla e extremamente movimentadas, colocar uma luminária extra num dos postes iluminando apenas a área escura causaria encandeamento no condutor, seria de considerar uma ordenação no trânsito transformando vias de mão dupla, em vias de mão simples permitindo colocar mais luminárias e melhorar dessa forma o fluxo de trânsito e a iluminação das mesmas. Esta estimativa será refinada no projeto de engenharia.

A rede de iluminação pública está quase toda ligada na rede de distribuição. Existem alguns quadros de comando que controlam aproximadamente 12% da rede, mas devido à antiguidade dos mesmos, aconselhamos todos a serem trocados por sistemas com rearme automático. Os quadros atuais são de rearme manual, o que leva o responsável pela manutenção a obrigatoriamente fazer o rearme manual sempre que ocorre algum problema elétrico.

O trabalho de classificação das vias é crucial para a instalação das luminárias LED e para adequação à norma. Sugerimos que a classificação seja feita considerando:

- a) Informações de segurança e ocorrências de roubos / crimes;
- b) Bairros / Loteamentos ilegais ou não licenciados;
- c) Circulação de veículos e pedestres nas alturas festivas (que são muito diferentes do padrão normal da cidade);
- d) Ordenação no trânsito, transformando algumas vias de mão dupla em vias de mão simples, principalmente nas linhas de ônibus.
- e) Ligações de Ônibus e fluxo de pessoas nas ruas;

Recomendamos que não seja adotada a classificação V5 para iluminação; mantendo uma classificação mínima V4 para efeitos luminotécnicos.

Recomendamos a confecção de um cadastro novo georreferenciado de toda a rede de iluminação pública logo no início da concessão. Sugerimos que o trabalho do cadastro seja acompanhado por equipes da CPFL para evitar mal-entendidos no que diz respeito à quantidade e potências das luminárias existentes.

A implementação de um CCO na cidade é também importante. Sugerimos a implantação de um CCO espelho na prefeitura para que o poder público tenha mais controle sobre o parque.

Pensamos que a troca da cidade para LED em 12 meses é possível.