



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**EZEQUIEL MARINHO DE OLIVEIRA NETO**

**PANORAMA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL:**  
**ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA**

**FORTALEZA**

**2017**

EZEQUIEL MARINHO DE OLIVEIRA NETO

PANORAMA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL:  
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O46p Oliveira Neto, Ezequiel Marinho de.  
Panorama da iluminação pública no Brasil : estudo de caso no município de Fortaleza / Ezequiel Marinho de Oliveira Neto. – 2017.  
64 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.
1. Iluminação pública. 2. Eficiência energética. 3. Resolução normativa. I. Título.

CDD 621.3

---

EZEQUIEL MARINHO DE OLIVEIRA NETO

PANORAMA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL:  
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. MSc. Aluísio Vieira Carneiro

---

Eng. Felipe Nunes de Farias

Aos meus pais João e Irineid

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar os meus pais João e Irineide pelo amor incondicional, dedicação, carinho, esforço, e por nunca terem descreditado nem desistido de mim.

As “Kurvas” Gabriel e Édipo, meus irmãos, amigos e confidentes. Obrigado por todos os conselhos, apoio, incentivo, pelas alegrias e momentos compartilhados, pelos inúmeros sonhos que realizamos juntos, por terem estado comigo nos melhores dias da minha vida, por me mostrarem o sentido real de amizade, e por serem meu refúgio.

Aos meus avós Irene e Manoel, que foram meus segundo pais na minha infância e adolescência, me acolheram, me provendo suporte financeiro, moradia, apoio e motivação.

Aos meus irmãos Emerson, Ana Luiza e Arthur, aos quais espero ter sido um irmão mais velho como vocês almejavam.

Aos meus tios e tias Robério, Luíza, Isabelle, Ana Maria, Assunção, Santa, Vilani, Graça, Raimundo, Gardênia, Rogério, Francisco, Filogenia e Edilson.

Aos amigos do intercâmbio Priscila Quintela, Danilo, Táffila, Patrícia, Natalie, Bruna, Vick, Nori, Edith, Andi, Brendinha, Rodrigo, Amanda, Gabriela, Paulo, o pessoal da Terem 11 e a todos os outros que estiveram comigo em Budapest, Hungria. E aquelas que mais me inspiram em todos os momentos da minha vida: Britney, Katy, Selena, Taylor e Kesha.

Aos amigos que fiz em Fortaleza, especialmente, Manuel e Gabriela, que estiveram sempre ao meu lado. A Jéssica e Breno, pela ajuda e as conversas. Também agradeço pelos bons momentos com Taynara, Cintia, Edinho, Mayara, Washington, Guilherme, Priscila, José Roberto, Matheus e Amanda.

Ao professor Raphael Amaral Câmara pela orientação deste trabalho de conclusão de curso.

A Prefeitura Municipal de Fortaleza, pelo fornecimento dos dados, especialmente a Maria de Fátima pela disponibilidade no esclarecimento das minhas dúvidas e ao Felipe Nunes por aceitar o convite de compor a banca.

E finalmente a toda positividade emanada para o Universo, que me faz lutar, conquistar, vencer e até mesmo cair e perder, e o principal, viver a vida, sendo esse o meu modo de agradecer sempre.

*“What shattered through me like a rifle was a revival.”*

(Selena Gomez, 2015)

## RESUMO

A iluminação pública desempenha papel importante na vida das pessoas, por ser um serviço essencial e que possibilita uma qualidade de vida à população, favorecendo segurança e tranquilidade nos espaços e vias públicas. Este trabalho apresenta um estudo do panorama da iluminação pública no Brasil em relação aos aspectos tecnológicos, funcionais e jurídicos. São abordados os critérios básicos e as normas para elaboração de projetos, além dos principais conceitos utilizados no estudo de iluminação. Foram analisadas as mudanças no setor de iluminação pública decorrentes da Resolução ANEEL nº414/2010, que transfere das concessionárias de energia para as prefeituras, a responsabilidade pelo serviço de iluminação pública, o que desencadeou conflitos, principalmente devido ao fato de que alguns municípios não possuem condições para arcar com este custo. Também foram pontuadas as principais tecnologias e elencadas as medidas de eficiência energética são utilizadas para a melhoria da iluminação pública. O trabalho também apresenta um estudo sobre o cenário atual da iluminação pública de Fortaleza através de um levantamento de dados, além de identificar a forma como a cidade está se planejando para tornar-se mais eficiente.

**Palavras-chave:** Iluminação pública. Eficiência energética. Resolução Normativa.



## **ABSTRACT**

The street lighting plays an essential role in the people's life, being a necessary service that enables the quality of life, providing for the people a safe place. This work presents an analysis of street lighting in Brazil under legal, functional and technological aspects. It shows the requirements and standards for the elaboration of the lighting project. It is analyzed what has changed in the street lighting sector caused by the Normative Resolution nº414/2010 from ANEEL, which transfers from the energy companies to the city hall the liability for the street lighting service, it brought many conflicts, mainly because some cities do not have any condition to assume these costs. There is also a list of equipment and technologies used in the street lighting, and the techniques used to have a better energy efficiency. Also, a study is done on the current scenario of street lighting in Fortaleza through a survey of data and what is being planned to become the lighting service more electricity efficient.

**Key-words:** Street lighting. Energy efficiency. Normative Resolution.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução da iluminação .....	15
Figura 2-Escala de temperatura de cor .....	22
Figura 3-Comparativo entre duas fontes luminosas com diferentes IRC's .....	22
Figura 4-Sistema de um circuito de iluminação básico .....	28
Figura 5- Rele fotocélula .....	29
Figura 6- Reator Externo .....	30
Figura 7- Braço para luminária.....	30
Figura 8- Luminária.....	31
Figura 9-Lâmpada incandescente .....	32
Figura 10- Lâmpada de vapor mercúrio .....	33
Figura 11- Lâmpada a vapor de sódio .....	34
Figura 12- Iluminação à vapor de sódio x Iluminação à vapor metálico .....	35
Figura 13-Lâmpada Led .....	36
Figura 14- Disposição da montagem de pontos de iluminação em vias.....	38
Figura 15- Constituição de um painel solar.....	39
Figura 16- Sistema de IP por energia solar.....	40
Figura 17- Tarifa média de energia elétrica para iluminação pública, variação percentual .....	47
Figura 18- Percentual de municípios que cobram taxas, segundo o tipo de taxa cobrada .....	48
Figura 19- Mapa do estado do Ceará.....	49
Figura 20- Mapa da cidade de Fortaleza dividida por regionais .....	50
Figura 21- Modelo de placa para codificação de iluminação de Fortaleza .....	52
Figura 22- Aterro da Praia de Iracema.....	54
Figura 23-Tabela de cálculo CIP - Classe não residencial .....	55
Figura 24-Tabela de calculo de CIP- Classe residencial .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo de energia por classe no Brasil (GWh).....	16
Tabela 2-Consumo iluminação pública por subsistema (GWh) .....	16
Tabela 3-Consumo iluminação pública por região e UFs (GWh) .....	17
Tabela 4- Tipo de tráfico motorizado e de pedestres .....	24
Tabela 5- Classes de iluminação para cada tipo de via.....	25
Tabela 6- Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação.....	26
Tabela 7-Classes de iluminação para cada tipo de via.....	26
Tabela 8- Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação.....	26
Tabela 9-Comparativo entre as tecnologias .....	36
Tabela 10- Quantidade e participação por tipo de lâmpada na IP no Brasil em 2008 .....	37
Tabela 11-Lâmpadas utilizadas na IP no Brasil .....	37
Tabela 12- Estados que possuem pendências na manutenção e operação da IP.....	46
Tabela 13- Números de pontos de luz na cidade de Fortaleza.....	52
Tabela 14-Números de pontos de luz na cidade de Fortaleza em % .....	53
Tabela 15- Tarifa de IP em R\$/kWh vigente em Ago./2017 .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>Abrev./Sigla</b>	<b>Significado</b>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIS	Ativo Imobilizado em Serviço
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
CELG	Companhia Elétrica de Góias
CEPAM	Centro de estudos e pesquisas de administração municipal
COELCE	Companhia Energética do Ceará
COPEL	Companhia Paranaense De Energia
CIP	Contribuição de Iluminação Pública
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IEC	<i>International Electrotechnical Comission</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IM	Iluminância Média
IP	Iluminação Pública
IRC	Índice de Reprodução de Cores
LED	<i>Light emitting diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
NT	Norma Técnica
NBR	Norma Brasileira
PPP	Parceria Público-Privada
SCSP	Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos
SEFIN	Secretaria de Finanças
VMAP	Vapor de Mercúrio Alta Pressão
VSAP	Vapor de sódio de alta pressão

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. ASPECTOS NORMATIVOS .....	20
2.1 Normas Técnicas .....	20
2.2 Tipologia.....	20
2.2.1 Fluxo luminoso .....	20
2.2.2 Eficiência luminosa .....	21
2.2.3 Iluminância.....	21
2.2.4 Fator de uniformidade.....	21
2.2.5 Temperatura de cor.....	21
2.2.6 Índice de Reprodução de Cor .....	22
2.2.7 Vida mediana .....	22
2.3 Elaboração do projeto de iluminação pública.....	23
2.3.1 Levantamento de informações em campo.....	23
2.3.2 Tipo de obra a qual se deseja realizar.....	24
2.3.3 Classificação das vias públicas .....	24
2.3.4 Definir o tipo de iluminação e nível de iluminância .....	25
2.3.5 Elaboração e apresentação .....	27
3. ASPECTOS TECNOLÓGICOS .....	28
3.1 Componentes básicos de um sistema de iluminação pública .....	28
3.1.1 Relé fotocélula .....	29
3.1.2 Reator .....	29
3.1.3 Braços para iluminação pública .....	30
3.1.4 Luminárias.....	31
3.1.5 Suportes .....	31
3.1.6 Lâmpadas .....	31
3.1.6.1 Lâmpada incandescente .....	32
3.1.6.2 Lâmpadas vapor de mercúrio .....	33
3.1.6.3 Lâmpada vapor de sódio a alta de pressão .....	34
3.1.6.4 Lâmpadas vapor metálico .....	34
3.1.6.5 Lâmpadas LED.....	35
3.2 Comparativo entre as tecnologias.....	36

3.3 Disposição dos pontos de iluminação.....	38
3.4 Iluminação Pública por energia solar .....	38
3.4.1 Energia solar .....	38
3.5.2 Energia solar aplicada na iluminação pública .....	40
3.6 Telegestão .....	41
4. ASPECTOS JURÍDICOS .....	43
4.1 Resolução Normativa nº 414/2010 .....	43
4.2 Tarifação, medição e custo .....	46
4.2.1 Tarifa.....	46
4.2.2 Medição .....	47
4.2.3 Custo.....	48
5. O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA .....	49
5.1 Caracterização da região.....	49
5.2 Breve histórico da iluminação pública em Fortaleza.....	50
5.3 Responsáveis pela gestão da iluminação pública de Fortaleza.....	51
5.4 Atendimento ao cliente .....	51
5.5 Tipos de lâmpadas utilizadas na iluminação pública em Fortaleza.....	52
5.6 Obra do Aterro da Praia de Iracema .....	53
5.7 Tarifa e contribuição da iluminação pública.....	54
5.8 Plano Fortaleza 2040 .....	56
6. CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS .....	60
ANEXO A – RESPONSÁVEIS PELOS ATIVOS DE IP POR ESTADO EM 2011 .....	64
ANEXO B – PARQUE DA IILUMINAÇÃO PÚBLICA DE FORTALEZA .....	65

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a pré-história o desenvolvimento da humanidade tem sido acompanhado pela evolução da iluminação, se desdobrando desde a descoberta fogo pelos homens primitivos até a sociedade atual, com as lâmpadas LED, que possuem a tecnologia mais avançada atualmente.

Antigamente as atividades eram realizadas somente durante o período em que o sol fornecia iluminação natural, já que o homem depende muito da visão para executar suas atividades, sendo o período noturno utilizado apenas para o descanso. Porém, no período paleolítico, com a descoberta do fogo esse cenário começou a se transformar.

Para transportar o fogo, criou-se o primeiro artefato para iluminação, as tochas primitivas; posteriormente usou-se a gordura animal para se construir as primeiras velas (somente em 1830, com a descoberta da parafina, foi que a vela passou a ter a composição parecida com os dias de hoje), que podiam ser transportadas através de recipientes feitos de pedra, chifre de animais e conchas marinhas; logo depois foram construídas lucernas de barro que facilitava o transporte, até que na Idade Média o candelabro foi criado, esse que entre os artigos antigos, é o que mais se aproxima das luminárias atuais. (LIMA, 2017)

A gordura animal deixava um cheiro desagradável no ambiente, e então é criada a lamparina, que era um recipiente em que era colocado óleo de baleia e um pavio num pedaço de cortiça que fazia a iluminação; a técnica utilizada para se fazer a lamparina evolui para o lampião, este que passou a ter o gás como principal fonte de combustível em 1792. (LIMA, 2017)

Desde o final do século XVIII vários inventores tentaram construir fontes de luz à base de energia elétrica, e a maior dificuldade era encontrar um filamento que não queimasse a lâmpada. No ano de 1802, ocorreu um dos primeiros registros de um protótipo de lâmpada e no decorrer deste mesmo século outros cientistas realizaram outros experimentos. Mas foi apenas em 1879 que Thomas Edison apresentou as primeiras soluções razoáveis, quando através de uma lâmpada feita por meio de algodões carbonizados, que em certo nível de aquecimento, tornaram-se incandescentes. A luz ficou acesa por mais de 40 hora ininterruptas. Ciente da contribuição do experimento, ele patenteou a nova descoberta e abriu uma empresa para comercializar em larga escala. (LIMA, 2017)

A partir de então percebeu-se grande avanço da lâmpada elétrica, desde o advento da lâmpada incandescente, passando pelas lâmpadas a vapor de mercúrio, a vapor de sódio,

vapores metálicos, lâmpadas de indução até os atuais *Light Emitted Diode* (LED).

A figura 1 ilustra o processo de evolução da iluminação, que se iniciou com a utilização do fogo (fogueira), sendo feito uso das tochas, seguido da lamparina, a vela e o lampião. Numa escala evolutiva surgiu a lâmpada desenvolvida por Thomas Edison, e a partir disso acompanha-se o avanço da tecnologia com lâmpadas cada vez mais eficientes, como a lâmpada incandescente, seguida das lâmpadas de descarga e atualmente à lâmpada LED.

Figura 1- Evolução da iluminação



Fonte: Depositphotos (2017).

No Brasil, de acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo de energia em iluminação pública (IP) representou uma participação de cerca 3% do consumo total de energia elétrica em 2014.

A Tabela 1, apresentada a seguir, mostra a distribuição do consumo faturado de energia elétrica no Brasil em todas as classes a partir de 2010 até 2014. Podemos observar que, em 2014, dos 475.452 GWh faturados, 14.043 GWh foram destinados à iluminação pública, e se compararmos 2014 aos anos anteriores, vemos que tem havido um aumento do consumo, isso pode ser atribuído ao aumento frequente do número de pontos de iluminação.



Tabela 1- Consumo de energia por classe no Brasil (GWh)

	2010	2011	2012	2013	2014	Part.% (2014)
<b>Brasil</b>	415.667	433.015	448.177	463.134	475.432	100
<b>Residencial</b>	107.215	111.971	117.646	124.908	132.399	28
<b>Industrial</b>	179.478	183.576	183.475	184.685	179.618	37,8
<b>Comercial</b>	69.170	73.482	79.226	83.704	89.840	19
<b>Rural</b>	18.906	21.027	22.952	23.455	25.671	5,4
<b>Poder público</b>	12.817	13.222	14.077	14.653	15.354	3,2
<b>Iluminação públ.</b>	12.051	12.478	12.916	13.512	14.043	3
<b>Serviço público</b>	13.589	13.983	14.525	14.847	15.242	3,2
<b>Próprio</b>	2.441	3.277	3.360	3.371	3.265	0,7

Fonte: EPE (2015).

Em EPE (2015), traz também um quantitativo do consumo de IP por subsistema de 2010 à 2014, apresentado na tabela 2. O subsistema que tem maior consumo de energia em IP é o subsistema Sudeste/C. Oeste. Enquanto que a região Norte possui um consumo muito inferior às outras regiões.

Tabela 2-Consumo iluminação pública por subsistema (GWh)

	2010	2011	2012	2013	2014	$\Delta\%$ (2013/2014)	Part.% (2014)
<b>Norte</b>	646	669	703	812	957	17,8	6,8
<b>Nordeste</b>	2.295	2.379	2.469	2.689	2.821	4,9	20,1
<b>Sudeste/C.Oeste</b>	6.866	7.120	7.354	7.555	7.778	3,0	55,4
<b>Sul</b>	2.028	2.087	2.146	2.224	2.313	4,0	16,5

Fonte: EPE (2015).

O Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 também mostra o consumo por estados. O Ceará é o segundo estado da Região Nordeste em consumo de IP em 2014. Segue na tabela 3 o consumo dos estados da Região Nordeste.

Tabela 3-Consumo iluminação pública por região e UFs (GWh)

	2010	2011	2012	2013	2014	$\Delta\%$ (2013/2014)	Part.% (2014)
<b>Nordeste</b>	2.603	2.706	2.818	3.044	3.199	5,1	22,8
<b>Maranhão</b>	308	326	349	356	378	6,3	2,7
<b>Piauí</b>	125	128	145	175	188	7,9	1,3
<b>Ceará</b>	393	415	429	444	458	3,1	3,3
<b>Rio G. do N.</b>	147	148	155	159	171	7,6	1,2
<b>Paraíba</b>	208	220	243	248	252	1,5	1,8
<b>Pernambuco</b>	428	413	385	417	444	6,5	3,2
<b>Alagoas</b>	136	136	156	190	203	6,7	1,4
<b>Bahia</b>	151	157	164	173	178	3	1,3
<b>Sergipe</b>	708	762	792	882	925	4,9	6,6

Fonte: EPE (2015).

Diante da evolução tecnológica percebida tornou-se improvável o retorno às formas primitivas de iluminação. Mesmo as cidades com instalação de IP ainda ineficiente já têm a consciência dos benefícios adquiridos com ela. (ROSITO, 2009).

Segundo o Censo Demográfico 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 95,5 % dos municípios brasileiros são atendidos pelo serviço de IP. (IBGE, 2010).

A iluminação pública não é um serviço público regulado de forma centralizada. A prestação deste serviço é de competência dos mais de 5.560 municípios brasileiros. Por esta razão, existe grande diversidade de sistemas, tecnologias, níveis de atendimento e de qualidade dos serviços prestados. As desigualdades verificadas no país também se refletem na iluminação pública. Existem regiões do país onde o número total de pontos por habitante é consideravelmente mais expressivo do que em outras; dentro de um mesmo município podem ser verificadas localidades urbanas onde ainda não existe iluminação pública, o que pode inclusive sinalizar a falta de outros pontos na infraestrutura básica como água, saneamento, pavimentação etc. Há também as discrepâncias tecnológicas, em que as luminárias mais modernas são utilizadas nos grandes centros urbanos, já em cidades menos favorecidas são percebidos, em muitos casos, sistema de IP de baixa eficiência. (SILVA, 2006).

Os assuntos referentes à IP têm se tornado pauta de muitas discussões, seja por motivações em relação aos avanços tecnológicos dos materiais e equipamentos, ou pelas alterações nas legislações relativas à administração dos sistemas de iluminação e a mudança do próprio conceito do que ela é e seus objetivos. (COPEL, 2012).

Segundo ABNT NBR 5101 (2012, p.7), “a iluminação pública tem como principal objetivo proporcionar visibilidade para a segurança do tráfego de veículos e pedestres, de forma rápida, precisa e confortável”.

A iluminação pública é essencial à qualidade de vida nos centros urbanos, atuando como instrumento de cidadania, provendo benefícios econômicos e sociais para os cidadãos, que inclui:

- redução de acidentes noturnos;
  - melhoria das condições de vida, principalmente nas comunidades carentes;
  - auxílio à proteção policial, com ênfase na segurança dos indivíduos e propriedades;
  - facilidade do fluxo do tráfego;
  - destaque a edifícios e obras públicas durante à noite;
  - eficiência energética.
- (ABNT NBR 5101, 2012, p. 7)

Para que os objetivos sejam atingidos, é recomendado que se tenha iluminação adequada e que seja feito uso racional da energia, em que o projetista e o usuário utilizem.

- lâmpadas, reatores e luminárias eficientes, com distribuições apropriadas para cada tipo de instalação;
  - luminárias com posicionamento e alturas de montagem adequadas;
  - um bom programa de manutenção, para assegurar a integridade do sistema e a preservação do nível de iluminação considerado no projeto.
- (ABNT NBR 5101, 2012, p. 7)

Esse trabalho tem como objetivo traçar o perfil da IP no Brasil em seus aspectos normativos, tecnológicos, e jurídicos e analisar como esses estão sendo aplicados no município de Fortaleza.

O capítulo 2 aborda os aspectos normativos, trazendo as principais normas e os conceitos utilizados na IP, além de apresentar as etapas da elaboração de um projeto.

O capítulo 3 corresponde ao aspecto tecnológico, abordando os componentes básicos de um sistema de IP, com suas definições e características. Nesse capítulo também é apresentado as novas técnicas que estão sendo implantadas na IP no Brasil e no mundo: energia solar e Telegestão.

O capítulo 4 trata sobre os aspectos jurídicos, os impactos da Resolução Normativa nº 414/2010, e como a ANEEL determina a tarifa, o sistema de medição, tanto por estimativa quanto por consumo, e como será custeada a IP.

O capítulo 5 mostra um estudo de caso no município de Fortaleza, em que pode ser visto um breve histórico sobre a IP em Fortaleza, o cenário atual, mostrando quantitativamente e qualitativamente o parque de IP, através do levantamento dos pontos de luz, além de apresentar as tecnologias utilizadas, a abordagem de atendimento ao cliente e por fim quais as medidas estão sendo tomadas para torna a IP mais eficiente.

## 2. ASPECTOS NORMATIVOS

Serão apresentadas a seguir as principais normas aplicadas à IP, os principais conceitos luminotécnicos e as etapas de elaboração de um projeto de IP.

### 2.1 Normas Técnicas

Para a execução de um projeto de iluminação pública devem ser seguidas as indicações das normas e especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), da concessionária de energia elétrica local e relacionadas a esse tema. Essas normas abrangem os componentes principais dos sistemas de iluminação pública. A seguir são citadas as principais normas de abrangência nacional:

- NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento;
- NBR-IEC 60598 – Luminárias para iluminação pública – Requisitos particulares;
- NBR-IEC 662 – Lâmpadas Vapor de Sódio Alta Pressão (VSAP) ;
- NBR-IEC 188 – Lâmpadas Vapor de Mercúrio Alta Pressão (VMAP);
- NBR-IEC 1167 – Lâmpadas Multi Vapor Metálico;
- NBR 13.593 – Reatores e Ignitores para Lâmpadas VSAP;
- NBR 5125 – Reatores para Lâmpadas VMAP;
- NBR 5123 – Relé Fotoelétrico.

Já no estado do Ceará, a norma em que os municípios devem tomar como referência é a Norma técnica NT-007/2015 R-06: fornecimento de energia elétrica para iluminação pública da ENEL.

### 2.2 Tipologia

A seguir serão definidos alguns termos necessários para a compreensão dos próximos tópicos, de acordo com ABNT NBR 5101 (2012).

#### 2.2.1 Fluxo luminoso

É a quantidade produzida de luz radiante emitida em todas as direções de uma fonte luminosa, por unidade de tempo. O seu símbolo é  $\Phi$  e sua unidade é o lúmen.

### **2.2.2 Eficiência luminosa**

A eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso total emitido por determinada fonte de luz e a potência elétrica consumida no processo de conversão, sendo a unidade de medida o lúmen por Watt (lm/W).

Este conceito é utilizado para comparar a diferentes fontes luminosas, em que a fonte que apresenta maior eficiência energética significa que emite mais luz com menor consumo de energia.

### **2.2.3 Iluminância**

É a razão entre o fluxo luminoso de uma fonte e a área da superfície iluminada, a certa distância da fonte. Representada pelo símbolo E, a unidade de medida é o lúmen por metro quadrado (lm/m<sup>2</sup>), comumente chamada de lux.

A iluminância é medida com um aparelho chamado luxímetro e a verificação deste parâmetro é fundamental para comprovar a qualidade da iluminação de um determinado local.

### **2.2.4 Fator de uniformidade**

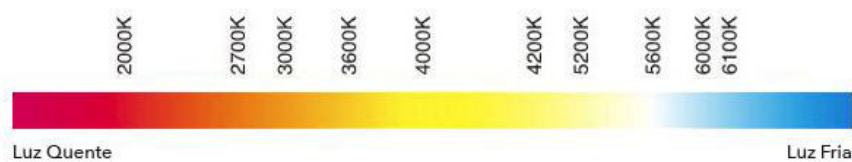
É razão entre a iluminância mínima e a iluminância média de uma determinada área. Resulta em um valor adimensional variando entre zero e a unidade, representado pelo símbolo U, e tem como objetivo indicar como está a distribuição da luminosidade na superfície medida.

### **2.2.5 Temperatura de cor**

Este parâmetro representa a sensação de conforto que o sistema de iluminação proporciona em um determinado ambiente. As fontes luminosas artificiais podem variar entre 2.000K (muito quente) até mais de 10.000K (muito fria), como indicado na figura 2.

Quanto mais alto for o valor da temperatura de cor, mais branca será a luz emitida, popularmente chamada de “luz fria”, tornando o ambiente mais estimulante, induzindo maior atividade ao ser humano. No entanto, caso possua uma baixa temperatura de cor, a luz será mais amarelada, chamada popularmente de “luz quente”, proporcionando uma maior sensação de conforto e relaxamento.

Figura 2-Escala de temperatura de cor



Fonte: NEWLINE (2017).

### 2.2.6 Índice de Reprodução de Cor

O índice de reprodução de cor (IRC) representa a capacidade que uma fonte luminosa tem em reproduzir fielmente as cores de um objeto ou superfície iluminada.

O IRC vem expresso em um número entre 0 e 100. Para o olho humano, todas as lâmpadas com IRC superior a 80 reproduzem bem o espectro de cores, e abaixo disso, já se nota diferenças na tonalidade. (COPEL, 2012).

A figura 3 apresenta uma situação em que um mesmo local é fotografado em situações distintas de iluminação. À esquerda a iluminação é feita por LED's, caracterizada por ter um alto IRC, e à direita com lâmpadas a vapor de sódio em alta pressão, que possuem baixo IRC. Observa-se que quando o local é iluminado pela lâmpada vapor de sódio, a definição das cores é prejudicada.

Figura 3 – Comparativo entre duas fontes luminosas com diferentes IRC's



Fonte: COPEL, 2012

### 2.2.7 Vida mediana

Tempo após o qual 50% das lâmpadas submetidas a um ensaio de vida deixam de funcionar.

## 2.3 Elaboração do projeto de iluminação pública

A elaboração de um projeto para o sistema de IP é de responsabilidade de cada município, não havendo um modelo padrão de procedimentos. Dessa forma, além da norma brasileira, “é comum as concessionárias e as prefeituras estabelecerem um manual de padronização para projetos de iluminação pública”. (ROSITO, 2009, p. 1).

Para Rosito (2009, p1) “nestes manuais estão definidos os critérios de projeto e as condições específicas, levando em conta as características regionais, a padronização própria de materiais, entre outros aspectos”.

Para exemplificar como seria o procedimento sugerido por uma concessionária, usou-se como referência a Norma Técnica 14 (NTC- 14) da CELG. Foi escolhida a NTC-14 pois está aborda o projeto de forma mais objetiva e procedimentos bem descritos de execução, sendo de fácil compreensão para qualquer prefeitura que busque um procedimento mais detalhado.

Nessa sugestão, devem ser seguidas, ordenadamente as etapas e metodologias listadas a seguir:

- Levantamento de informações em campo;
- Tipos de obra;
- Classificação das vias públicas e seu volume de tráfego;
- Tipo de iluminação e nível de iluminância;
- Elaboração e apresentação.

(CELG, 2006, p. 10).

### 2.3.1 Levantamento de informações em campo

Nessa etapa será feito um diagnóstico que se obterão os dados básicos. O levantamento dos dados deve conter informações tais quais:

- Localização dos postes com indicação do tipo, altura e resistência nominal;
- Tipo, seção e número de condutores das redes de distribuição primária, secundária e iluminação pública (esta última caso existente);
- Tipo e potência das lâmpadas usadas na iluminação pública e seu respectivo sistema de comando, caso este seja existente;
- Largura das vias e seus respectivos passeios;

(CELG, 2006, p. 10)



### 2.3.2 Tipo de obra a qual se deseja realizar

No procedimento do trabalho adotado e sugerido pela CELG, para um sistema de iluminação pública, três distintos projetos podem ser requeridos, são eles:

**Projetos de Novos Pontos de Iluminação Pública:** São aqueles que visam a implantação de novos pontos de iluminação pública, localizados nas vias de tráfego de veículos e pedestres, como maneira de proporcionar um nível mínimo de iluminância, conforme exigido por esta norma.

**Projetos de Reforma de Pontos de Iluminação Pública:** Estes projetos visam proporcionar modificações nas características elétricas e mecânicas do conjunto formado pelas instalações e componentes dos módulos de iluminação pública existentes, com o intuito de ajustá-las às possíveis atualizações e/ou surgimento de novas normas; bem como oferecer uma melhor adequação dos níveis de eficiência do referido conjunto.

**Projetos de Extensão da Rede de Iluminação Pública:** Esses projetos são direcionados para a implantação de novos pontos de iluminação pública mediante o prolongamento da rede existente.  
(CELG, 2006, p. 11-12)

### 2.3.3 Classificação das vias públicas

Segundo a ABNT (2012), a classificação de vias deve seguir as disposições previstas no Código de Trânsito Brasileiro, a saber:

- Via urbana
- Via de trânsito rápido
- Via arterial
- Via coletora
- Via local
- Rodovias
- Estradas

Depois de classificada a via, outro parâmetro a ser definido é o volume de tráfego dessa via conforme indicado a tabela 4:

Tabela 4- Tipo de tráfego motorizado e de pedestres

Classificação	Motorizado*	Pedestres**
Sem tráfego(S)	-	Como nas vias arteriais
Leve (L)	150 a 500	Como nas vias residenciais médias
Médio (M)	5001 a 1200	Como nas vias comerciais secundárias
Intenso (I)	>1200	Como nas em ruas comerciais principais

**\* Volume de tráfego noturno de veículos por hora, em ambos sentidos, em pista única**

**\*\* Pedestres cruzando vias com tráfego motorizado**

### 2.3.4 Definir o tipo de iluminação e nível de iluminância

Após classificada a via que se deseja iluminar, a NBR 5101/201 é consultada para a verificação dos níveis de iluminância e fatores de uniformidades mínimos para de cada situação e apropriado para atender a necessidade do ambiente.

Há duas maneiras para a definição desses critérios de acordo com o tipo de vias: a primeira que corresponde as vias para tráfego de veículos; e a segunda vias para tráfego de pedestres.

Para as vias de tráfego veicular, é utilizada a tabela 5, para identificar qual a classe de iluminação da via. A tabela 6, por sua vez, disponibiliza os níveis de iluminância e os fatores de uniformidades mínimos para a respectiva classe.

Caso a via seja utilizada apenas para tráfego de pedestres, o mesmo procedimento é adotado, consultadas as tabelas 7 e 8.

Tabela 5- Classes de iluminação para cada tipo de via

<b>Descrição da via</b>	<b>Classe de iluminação</b>
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	V1
Volume de tráfego médio	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	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado.	
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3

Volume de tráfego leve	V4
Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial	
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

Fonte: ABNT NBR 5101 (2012).

Tabela 6- Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação

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

Fonte: ABNT NBR 5101 (2012).

Tabela 7-Classes de iluminação para cada tipo de via

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadas, 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

Fonte: ABNT NBR 5101 (2012).

Tabela 8- Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação

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

Fonte: ABNT NBR 5101 (2012).

Definidos os níveis luminotécnicos, devem-se especificar os materiais a serem utilizados e a topologia de distribuição dos pontos de iluminação, de maneira a atingir os valores mínimos exigidos para cada situação. (COPEL, 2012).

### ***2.3.5 Elaboração e apresentação***

A última fase do processo é a de elaboração do projeto, a saber dimensionamento elétrico das instalações de iluminação pública. Nela será feito o memorial descritivo, com todas as plantas, as especificações dos materiais e detalhes complementares.

O projeto é então enviado para a concessionária correspondente da área de concessão onde se deseja realizar o projeto, uma vez decorrida sua análise e aprovação, a obra pode ser iniciada.

### 3. ASPECTOS TECNOLÓGICOS

Serão apresentados os componentes básicos da IP e quais técnicas estão sendo desenvolvidas para tornar a IP mais eficiente.

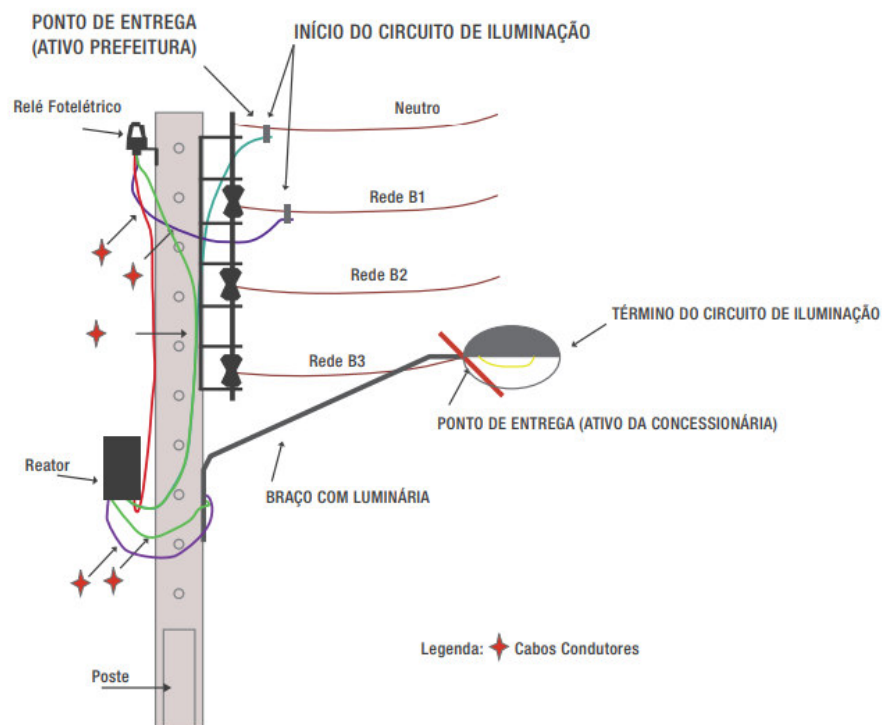
#### 3.1 Componentes básicos de um sistema de iluminação pública

O sistema de iluminação pública atual é caracterizado não só pelo tipo e potência da lâmpada empregada, mas por todo o conjunto de equipamentos que constitui a fonte luminosa. A saber, os componentes considerados como Ativo Imobilizado em Serviço (AIS) – que é de responsabilidade dos municípios, os ativos ligados à concessão das distribuidoras.

São de responsabilidade da concessionária, por exemplo, os postes e a rede de distribuição de energia elétrica, enquanto que as luminárias, lâmpadas, reatores, braços de sustentação da luminária, eletrodutos, postes específicos e condutores exclusivos para iluminação pública fazem parte do AIS.

A figura 4 mostra um esquema básico de montagem com as principais partes do sistema de um circuito de iluminação.

Figura 4-Sistema de um circuito de iluminação básico



Fonte: CEPAM (2013).

Serão apresentadas a seguir, de maneira simplificada, algumas tecnologias dos principais equipamentos que compõem o AIS.

### **3.1.1 Relé fotocélula**

Esse dispositivo tem como a principal função ligar/desligar um determinado circuito automaticamente através da ausência de luz, o que faz com que as lâmpadas acendam automaticamente quando escurece.

O acionamento automático é muito útil para a iluminação pública, pois elimina a necessidade de um operador para acender e apagar, e também não necessita do fio-piloto para o comando das lâmpadas.

Na figura 5 é apresentado um modelo de relé.

Figura 5- Rele fotocélula



Fonte: JNG (2017).

### **3.1.2 Reator**

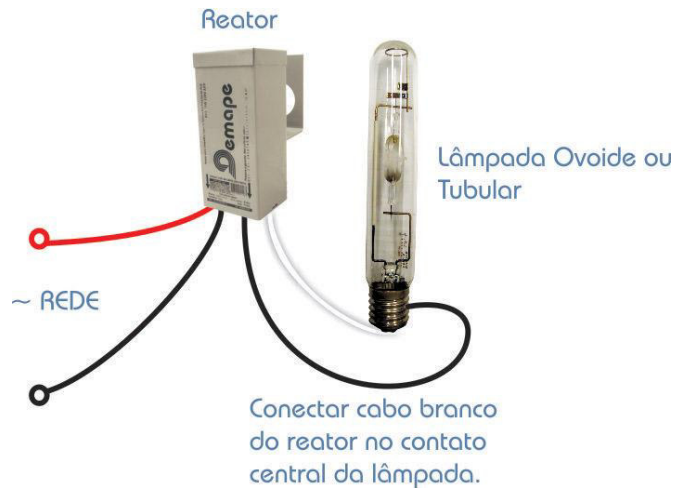
É um aparelho que adequa a tensão da rede elétrica à potência mais indicada para o melhor funcionamento das lâmpadas de descarga. Essas lâmpadas necessitam do reator que atuará como um filtro para a corrente alternada, limitando a corrente de alimentação. Além de produzir o impulso elétrico necessário para a lâmpada acender, ele também limita a corrente elétrica em um nível seguro.

Seu uso é obrigatório e indispensável na iluminação com lâmpadas fluorescentes, à vapor de sódio, mercúrio e metálico.

Eles se dividem pelo princípio de funcionamento em eletrônicos e magnéticos, e

este pode ser subdividido em internos e externos, dependendo do tipo de aplicação necessária. Na figura 6 temos a ilustração de como é feita a conexão de uma lâmpada e a rede de energia elétrica, por meio de um reator externo.

Figura 6- Reator Externo



Fonte: Cunha (2015).

### 3.1.3 Braços para luminária

São equipamentos, geralmente metálicos, que funcionam como um suporte entre a luminária e o poste, exercendo também a função de um eletroduto.

Disponível em diferentes *designs*, esse equipamento pode transmitir sofisticação e apelo estético para os locais. Na figura 7 temos um exemplo de um modelo básico:

Figura 7- Braço para luminária



Fonte: Dimensão iluminação (2017).

### **3.1.4 Luminárias**

Elas têm a função de distribuir, filtrar ou modificar a luz emitida pela lâmpada, sendo responsável por proteger a lâmpada em seu interior das variações climáticas, além de servir de sustentação e intermédio de conexão entre as lâmpadas e a rede elétrica.

Para auxiliar no melhor ajuste do direcionamento da luz, dois componentes poderão compor as luminárias. São eles: o difusor, cuja finalidade é evitar que a luz seja enviada diretamente da lâmpada para os objetos ou pessoas, sem ofuscar a visão; e o refletor, que geralmente é uma superfície espelhada que existe no interior de uma luminária com a função de refletir e direcionar a luz para um ponto específico, provocando um melhor aproveitamento da luz. Na figura 8 observa-se que internamente a luminária tem a sua superfície espelhada.

Figura 8- Luminária



Fonte: JL ILUMINAÇÃO (2017).

### **3.1.5 Suportes**

São utilizados para a fixação ou instalação dos componentes do circuito do sistema de iluminação, como por exemplo, abraçadeira para fixar o braço de iluminação pública, ou então uma base para o relé fotoelétrico, além de parafusos, porcas e arruelas de pressão para fixação, entre outros.

### **3.1.6 Lâmpadas**

São fontes artificiais de luz e que se dividem em três diferentes tipos de grupos de lâmpadas de acordo com o seu princípio de funcionamento: as lâmpadas incandescentes, as lâmpadas de descarga e as lâmpadas LED. Nesse trabalho apresenta-se Serão apresentados os principais tipos de lâmpadas de cada tipo que são utilizadas no sistema de IP:



### 3.1.6.1 Lâmpada incandescente

A lâmpada incandescente é a mais popular dentre todas as tecnologias de lâmpadas. A figura 9 mostra o modelo convencional desse tipo de lâmpada.

A produção da luz ocorre pelo aquecimento de um filamento, normalmente fabricado em tungstênio, alojado no interior de uma ampola de vidro preenchida com gás inerte. Devido a passagem da corrente elétrica pelo filamento, os elétrons chocam com os átomos de tungstênio, liberando energia que se transforma em luz e calor.

Suas principais vantagens são o ao baixo custo de aquisição, em comparação com as demais fontes luminosas; o índice de reprodução de cor é de 100%; e a temperatura de cor em torno de 2700K, considerada quente, o que proporciona ao ambiente uma maior sensação de conforto. Em contrapartida, possui baixa eficiência luminosa, em torno de 20 lm/W, e baixa vida mediana, que é cerca de 1000 horas. Está lâmpada está proibida de ser comercializada no Brasil desde agosto de 2016. (ASCURRA, 2013).

Figura 9-Lâmpada incandescente



Fonte: COPEL (2012).

### 3.1.6.2 Lâmpadas a vapor de mercúrio

A lâmpada vapor de mercúrio vem sendo gradativamente substituída pelas lâmpadas a vapor de sódio, vapor metálico ou outras fontes mais eficientes. Um dos formatos disponíveis é o mostrado na figura 10.

O seu princípio de funcionamento baseia-se na produção de luz através da excitação de gases provocada por corrente elétrica e depende de um reator. Devido a ionização de um gás inerte, em geral o argônio, provoca-se um aquecimento no bulbo, fazendo evaporar o mercúrio e produzindo uma luz amarelada pela migração de elétrons. Na sequência há a ionização do mercúrio e as colisões entre os elétrons livres deste com o argônio produz uma luz azulada. (COPEL, 2012).

Também considerada pouco eficiente, apresenta eficiência de até 55 lm/W. A luz produzida por essa lâmpada é branca, com um índice de reprodução de cores na faixa dos 55% e oferecem vida mediana em torno de até 15.000 horas. (ASCURRA, 2013).

Figura 10- Lâmpada de vapor mercúrio



Fonte: COPEL (2012).

### 3.1.6.3 Lâmpadas Vapor de sódio a alta de pressão

A lâmpada a vapor de sódio em alta pressão tem princípio de funcionamento muito similar à vapor de mercúrio, tendo como diferença básica a adição do sódio. Para seu funcionamento, além do reator, é necessária a utilização de um ignitor que tem o objetivo de promover a partida na lâmpada.

A lâmpada a vapor de sódio emite uma luz amarelada (como pode ser vista à esquerda da figura 11 e possui eficiência de até 140 lm/W, com um índice de reprodução de cor muito baixo, na faixa dos 25%, sua principal desvantagem. Sua vida mediana oscila entre 18.000 a 32.000 horas, dependendo da potência e da tecnologia da lâmpada, o que a torna bastante adequada, principalmente, para iluminação pública e externa, em locais onde a reprodução de cor não é um fator importante. (ASCURRA, 2013).

A figura 11 mostra o modelo numa versão tubular.

Figura 11- Lâmpada a vapor de sódio



Fonte: COPEL (2012).

### 3.1.6.4 Lâmpadas a vapor metálico

O princípio de funcionamento das lâmpadas de vapor metálico é similar às demais lâmpadas de descarga a alta pressão, em que a partir da descarga elétrica em um ambiente contendo um gás a luz é produzida. Este gás possui uma combinação de iodetos metálicos que alteram o espectro das irradiações.

Possui uma vida mediana de 9000 horas e eficiência luminosa entre 65-90 lm/W. Com um IRC=70, valor superior às lâmpadas de vapor de sódio e de mercúrio, vem sendo bastante difundido o seu uso na IP. (ASCURRA, 2013)

A figura 12 ilustra um cenário em que as lâmpadas de sódio (lado esquerdo) foram substituídas por lâmpadas de vapor metálico (lado direito).

Figura 12- Iluminação à vapor de sódio x Iluminação à vapor metálico



Fonte: PARSEC (2017).

#### 3.1.6.5 Lâmpadas LED

Através da tecnologia dos semicondutores foi possível a construção do LED, e a partir deles a lâmpada LED. Uma tecnologia que é tendência mundial em termos de iluminação devido ao seu baixo consumo, manutenção e que proporciona melhores condições de visibilidade.

Atualmente, o Led possui eficiência em torno de 100 lm/W e uma vida mediana de 50.000 horas, o número bastante superior se comparado as outras lâmpadas, reduzindo assim o número de manutenções, eliminando custos e aumentando a disponibilidade de equipes de trabalho. (ASCURRA, 2013)

Permitem uma reprodução de cores muito superior à das lâmpadas de sódio, melhorando a percepção de elementos na paisagem urbana. Pode ser fabricada em diversos modelos, dessa forma ampliam-se as opções de *design* e adequação ao mobiliário urbano. Sendo uma alternativa sustentável, pois já que não utiliza componentes tóxicos na sua fabricação, o seu descarte não contamina o solo.

A figura 13 mostra um refletor composto de lâmpadas LED.

Figura 13-Lâmpada Led



Fonte: SP ILUMI (2017).

### 3.2 Comparativo entre as tecnologias

Na Tabela 9 é apresentado um resumo com as principais características das fontes luminosas utilizadas em sistemas IP, apresentadas nesta seção. Os valores indicados são apenas uma referência para comparação entre as tecnologias, pois dependendo fabricante e da potência esses valores podem variar.

Tabela 9-Comparativo entre as tecnologias

Tecnologia	Temperatura de cor (K)	IRC (%)	Eficiência Luminosa (lm/W)	Vida mediana (h)
Incandescente	2700	100	out/20	1000
Vapor de mercúrio	3000-4000	40-55	45-58	9000-15000
Vapor de sódio	2000	22	80-150	18000-32000
Vapor metálico	3000-6000	65-85	65-90	8000-12000
LED	6000*	70-80	80	50.000

\*Na IP geralmente é 6000.

Fonte: Ascurra (2013).

A tabela 10 mostra a quantidade e participação por tipo de lâmpada na iluminação pública no Brasil em 2008, sendo as lâmpadas de vapor sódio e de vapor mercúrio, que são os tipos mais usados. Como a lâmpada LED é um componente de uso recente, ela não aparece expressa na tabela 10.

Tabela 10- Quantidade e participação por tipo de lâmpada na IP no Brasil em 2008

<b>Lâmpada</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Participação</b>
<b>Vapor de Sódio</b>	9.294.611	62,90%
<b>Vapor de Mercúrio</b>	4.703.012	31,80%
<b>Multi-vapor Metálico</b>	108.173	0,70%
<b>Incandescentes</b>	210.417	1,40%
<b>Mistas</b>	328.427	2,20%
<b>Fluorescentes</b>	119.535	0,80%
<b>TOTAL</b>	<b>14.769.309</b>	<b>100%</b>

Fonte: Rodrigues *et al.* (2010).

Após a análise da quantidade e participação por tipo de lâmpada na iluminação pública no Brasil, pode-se observar o aumento da quantidade de lâmpadas de Vapor de Sódio na IP entre os anos de 1995 a 2008, conforme mostra a tabela 11. O principal motivo é a alta eficiência luminosa atribuída a este tipo de lâmpada, que possui um alto fluxo luminoso e elevada vida útil. (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Tabela 11-Lâmpadas utilizadas na IP no Brasil

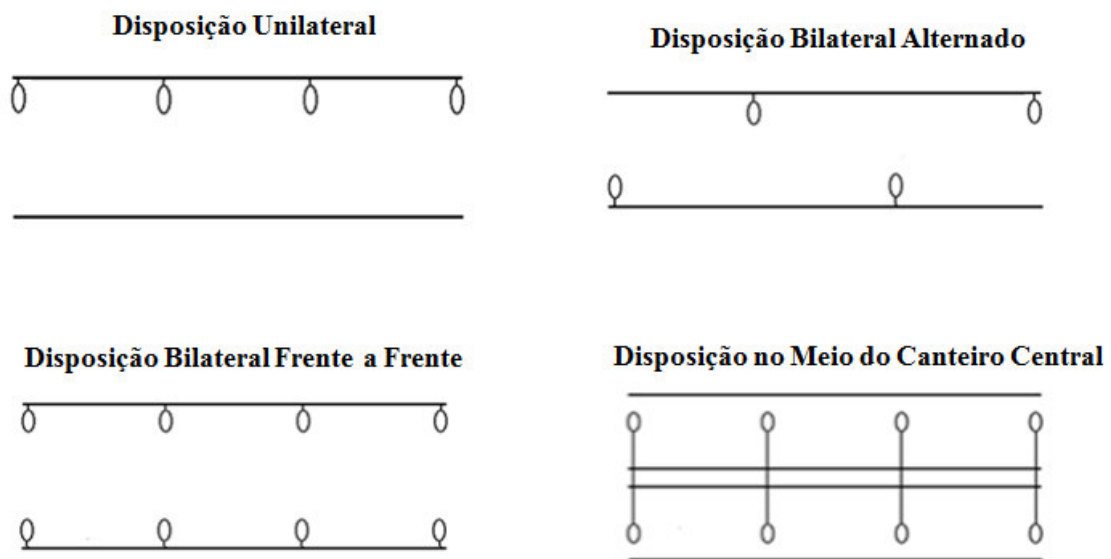
<b>Tipo de Lâmpada</b>	<b>1995</b>	<b>2008</b>
<b>Vapor de Sódio</b>	7,30%	62,93%
<b>Vapor de Mercúrio</b>	80,70%	31,84%
<b>Mista</b>	7,00%	2,22%
<b>Incandescente</b>	3,80%	1,42%
<b>Fluorescente</b>	1,20%	0,81%
<b>Multi-Vapores Metálicos</b>	-	0,73%
<b>Outras</b>	0,00%	0,03%
<b>Total de Unidades Instaladas</b>	<b>8.782.000</b>	<b>14.769.309</b>

Fonte: Rodrigues *et al.* (2010).

### 3.3 Disposição dos pontos de iluminação

A figura 14 apresenta os arranjos comumente encontrados na montagem de pontos de iluminação em vias. Como em vários casos as estruturas das redes elétricas já existem, estas são aproveitadas para montagem dos componentes.

Figura 14- Disposição da montagem de pontos de iluminação em vias



Fonte: COPEL (2012).

Ao passo que nas situações referentes ao projeto de iluminação de espaços públicos com predominância de somente tráfego de pedestres ( em geral praças e parques) não se pode indicar disposições comumente utilizadas, pois o arranjo é projetado de acordo com as necessidades específicas de cada espaço público. Dessa forma, cada caso deve ser analisado individualmente. (COPEL, 2012)

### 3.4 Iluminação Pública por energia solar

#### 3.4.1 Energia solar

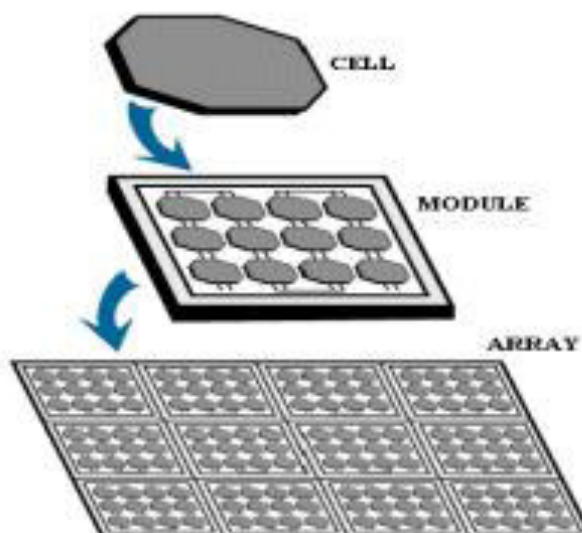
Aliado à crescente demanda por eletricidade, se torna essencial desenvolvimento por fontes alternativas de energia e a diversificação da matriz energética. Além disso com os problemas ambientais que o planeta vêm enfrentado, a substituição de fontes não renováveis por fontes renováveis já é um a realidade.

A energia solar é uma das mais promissoras alternativas de fonte energéticas do futuro, já que Sol tem um potencial energético inesgotável na escala terrestre de tempo. A energia solar que a Terra recebe do Sol por minuto é suficiente para atender as necessidades energéticas da população mundial em um ano.

A conversão fotovoltaica de energia ocorre por meio de uma reação fotoquímica que ocorre no interior dos painéis solares fotovoltaicos, onde se encontram instaladas as células. Estas são feitas a partir de materiais semicondutores (normalmente o silício). Quando a célula é exposta à luz, parte dos elétrons do material iluminado absorve fótons (partículas de energia presentes na luz solar). Os elétrons livres são transportados pelo semicondutor até serem puxados por um campo elétrico. Este campo elétrico é formado na área de junção dos materiais, por uma diferença de potencial elétrico existente entre esses materiais semicondutores. Os elétrons livres são levados para fora da célula solar e ficam disponíveis para serem usados na forma de energia elétrica. (PINTO *et al.*, 2014)

A figura 15 ilustra como é formado um painel solar:

Figura 15- Constituição de um painel solar



Fonte: PINTO *et al.* (2014).

As principais vantagens dessa fonte de energia são: é uma opção de geração de energia considerada limpa porque não gera resíduos no seu processo de geração de energia; renovável, a sua fonte de matéria-prima é o sol, que é uma fonte de energia inesgotável; e autônoma, pois pode ser usada individualmente ou em comunidade, e não necessita estar conectada a uma rede elétrica.



Sendo além de uma alternativa que protege o meio ambiente, proporciona uma economia financeira, exige pouca manutenção e não necessita estar conectado a uma rede elétrica, alcançando locais remotos.

### 3.5.2 Energia solar aplicada na iluminação pública

A iluminação pública por meio da energia solar é ideal para locais afastados, como sítios, fazendas e pequenos vilarejos. Apesar disso os grandes centros urbanos também estão fazendo uso desse tipo de tecnologia.

Além disso, é uma opção viável para regiões de proteção ambiental, evitando danos ao meio ambiente que poderiam ser provocados pela instalação via cabamentos elétricos. Para o caso de sistemas isolados, falhas eventuais de um ponto falhar não compromete todo conjunto.

O sistema de iluminação pública fotovoltaica é composto basicamente pelo painel fotovoltaico, o controlador de carga, o inversores, a bateria e a lâmpada, como indicado na figura 16.

Figura 16- Sistema de IP por energia solar



Fonte: Alves (2011).

O controlador de carga é responsável por gerenciar a energia que será levada à bateria. Protege a bateria contra descarga profunda e excesso de carga aumentando sua vida útil e

identifica o período noturno com temporizador para ajuste do tempo de iluminação.

O inversor é um equipamento eletrônico que converte a corrente elétrica contínua (CC) em alternada (CA) no sistema fotovoltaico. Este é essencial, pois a energia gerada pelo painel fotovoltaico e que é armazenada nas baterias está em CC, porém o funcionamento da lâmpada é através de CA.

Como a geração de energia elétrica por meio da energia solar só ocorre durante o dia, faz-se necessária a utilização de uma bateria que armazene a energia durante o dia, e que alimente o sistema de iluminação quando esse estiver em funcionamento no período noturno. Com uma autonomia de 3 a 5 dias, própria para suprir os dias chuvosos e nublados.

A escolha de qual modelo de lâmpada utilizar é um dos aspectos que precisam ser analisados prioritariamente, pois para ter uma maior viabilidade econômica, a frequência da troca da bateria, a potência da Luminária e potência do painel fotovoltaico devem ser os mínimos possíveis. Sendo assim não é interessante utilizar lâmpadas convencionais, já que sua eficiência é baixa e conseqüentemente seu consumo é maior em relação à de LED. Por isso a lâmpada LED é a mais indicada até o momento para ser utilizada por este sistema, além disso, ao se fazer uso da lâmpada LED não é necessário utilizar inversor, já que essa lâmpada funciona com CC.

O grande desafio desse tipo de tecnologia, atualmente, é o fato deste tipo de sistema não ser é uma fonte de energia barata.

### **3.6 Telegestão**

A telegestão é um gerenciamento remoto da iluminação pública, em que utiliza os postes e a rede de iluminação em uma estrutura inteligente que fornece ferramentas usadas para gerir, controlar e monitorizar as redes de iluminação pública, medindo, fornecendo dados como o consumo, fator de potência, fluxo luminoso. Esses dados são enviados via radiofrequência e interpretados, tendo como principais vantagens:

- Medição do consumo, permitindo controle sobre os gastos das prefeituras com energia;
- Detecção de falhas, otimizando o serviço de manutenção, uma vez que há o controle instantâneo quanto à localização do defeito.
- Mapeamento do parque de IP, como as localizações, potências e informações precisas.

- Programação das luminárias, para que acenda, apague ou dimerize nos horários pré-estabelecidos;
- Adaptação da luminosidade ao fluxo de pedestres ou veículos, diminuído em horários de baixo tráfego ou aumentado em situações que requerem aumento da segurança e visibilidade;
- Capacidade de utilização de sensores de presença, câmera e modem, em que pode auxiliar na segurança pública, medir o tráfego de carros e servir como roteador de wi-fi.

A telegestão está começando a ser implantada nas cidades brasileiras tornando-se este um componente integrante para o projeto de planejamento de uma “*Smart City*”, cidades que fazem uso de tecnologia para melhorar a infraestrutura urbana e tornar os centros urbanos mais eficientes e melhores de se viver.

## 4. ASPECTOS JURIDÍCOS

### 4.1 Resolução Normativa nº 414/2010

A Constituição de 1988, no seu art. 30, Capítulo IV, estabelece as competências dos municípios conforme apresentado a seguir:

- I - legislar sobre assuntos de interesse local;
  - II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber;
  - III - instituir e arrecadar os tributos de sua competência, bem como aplicar suas rendas, sem prejuízo da obrigatoriedade de prestar contas e publicar balancetes nos prazos fixados em lei; IV - criar, organizar e suprimir Distritos, observada a legislação estadual;
  - V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial;
  - VI - manter, com a cooperação técnica e financeira da União e do Estado, programas de educação pré-escolar e de ensino fundamental;
  - VII - prestar, com a cooperação técnica e financeira da União e do Estado, serviços de atendimento à saúde da população;
  - VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano;
  - IX - promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual.
- (BRASIL, 1988)

Como a IP é considerada um serviço público de interesse local, pelo inciso V, cabe aos municípios à responsabilidade pela prestação deste serviço. Porém, o que se observou nos anos seguintes à Constituição, foi que em inúmeros Municípios esta responsabilidade ficou transferida às concessionárias de energia, por meio de licitações, visto que as concessionárias eram estatais e já dispunham de mão-de-obra especializada e os equipamentos necessários para a realização da manutenção destes sistemas.

Ao longo dos anos, devido os acontecimentos políticos e econômicos, algumas concessionárias de energia que eram estatais foram privatizadas e assim surge à necessidade da interpretação da constituição, pressionando o governo a elaborar uma legislação específica para esse campo de atuação. (BRAGATTO, 2015). Era percebido também, como relata Nunes (2012, *online*), um conflito de interesses “pois a arrecadação das distribuidoras vem do consumo de energia elétrica. Dessa forma, não seria proveitosa para elas investirem na modernização do parque de iluminação pública, apostando em tecnologias cujo objetivo principal é reduzir o consumo”, Diante desses impasses, criou-se a Resolução Normativa nº 414.

Em setembro de 2010 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa N° 414, que altera as condições gerais de fornecimento de energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Nela são definidos, por exemplo, como deve ser o atendimento inicial (solicitação de fornecimento e prazos de ligações), as modalidades tarifárias, as responsabilidades da distribuidora e do consumidor, a suspensão do fornecimento, entre outros.

A resolução possui 229 artigos, que em geral não teve um impacto no mercado de energia, exceto o artigo 218, que gerou insatisfação de vários órgãos públicos. O artigo 218 diz que:

Nos casos onde o sistema de iluminação pública estiver registrado como Ativo Imobilizado em Serviço – AIS da distribuidora, esta deve transferir os respectivos ativos à pessoa jurídica de direito público competente no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados da data da publicação desta Resolução. (ANEEL, 2010, p. 178)

Com a transferência, os municípios passam a ter a obrigação de manter todo o sistema de iluminação pública. Sendo assim, as prefeituras ficam responsáveis pelas despesas decorrentes da manutenção e aquisição dos equipamentos, contratação de profissionais e elaboração de projetos.

O município pode cuidar da IP por meio de uma equipe própria, mediante o emprego de recursos humanos e equipamento próprios; ou pode delegar a outros órgãos competentes tais serviços, podendo ser uma empresa privada ou a própria distribuidora.

A distribuidora local pode prestar os serviços de IP mediante celebração de contrato específico para tal fim, ficando o município responsável pelo custo. No entanto, como se trata da prestação de serviços técnicos em que a concessionária deixa de ter exclusividade, por causa da transferência dos ativos ao município, o processo para contratação deverá ser precedido de licitação pública. (CEPAM, 2013).

O município também pode participar de um consórcio, onde vários outros se juntam e contratam uma só empresa, pois como o serviço será feito em larga escala, diminuirá os custos.

Outra alternativa é a Parceria Público-Privada (PPP), que é um contrato de prestação de serviços, podendo ser não inferior a R\$ 20 milhões e com duração mínima de 5 e no máximo 35 anos, e tendo como principal vantagem a flexibilidade no contrato e maximização dos investimentos.

Muitas prefeituras acionaram a Justiça a fim de que a transferência não se concretizasse. Entre as razões alegadas estão desde ilegitimidade da competência da Aneel, que deveria regular e fiscalizar, ao invés de legislar, dessa forma deveria haver uma Lei específica autorizando a transferência, ao invés de um Resolução. Outro argumento alegado pelas autoridades foi à falta de recursos financeiros por parte dos municípios para arcar com os custos que viriam com a nova atribuição.

O advogado especialista em IP, Alfredo Gioielli , numa entrevista cedida a Moreira (2014, *online*) , afirmou:

Foi realizado um estudo comparativo de custos de iluminação pública para cinco cidades paulistas (Bauru, Praia Grande, Santos, São Vicente e Sorocaba), chegou-se à conclusão de que em média elas teriam um aumento com manutenção da ordem de 558% e um aumento incluindo a energia de aproximadamente 46%. O estudo foi feito com base nas tarifas reguladas pela Aneel e levando em conta a estimativa de que a contratação de empresa terceirizada custaria cerca de R\$ 10,50 por ponto.

Embora grande apelo por parte dos municípios, em 2012 a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº. 479, que não atendia ao pedido dos Municípios pela revogação do artigo 218 da Resolução Normativa nº 414, mas considerou o pedido de prorrogação do prazo até 31 de janeiro de 2014 para que fosse realizada a transferência.

Segundo um levantamento da ANEEL realizado em 2011, constatou-se que 63,8% dos municípios brasileiros detinham a responsabilidade pela IP. Enquanto em alguns estados todos os municípios já eram responsáveis pela IP, em outros estados o número chegava a ser nulo. No Ceará, só a capital que cuidava da IP. (SILVA, 2011).

No Anexo A é possível ver através de uma tabela produzida pela ANELL em 2011 quantos município por estado cuidava da sua IP e quantos era sobre o domínio da concessionária de energia.

Já em 2015, mesmo após expirado o prazo, a ANEEL informa que 8,3% dos municípios ainda não tinham se adequado a nova estrutura. Eles estavam distribuídos como informa a tabela 12. (ANEL, 2015).

Tabela 12- Estados que possuem pendências na manutenção e operação da IP

<b>Estado</b>	<b>Quantidade pendente</b>	<b>Quantidade que assumiu</b>
Amapá	16	-
<b>Ceará</b>	134	50
<b>Minas Gerais</b>	37	816
<b>Paraná</b>	18	381
<b>Pernambuco</b>	84	101
<b>São Paulo</b>	155	548
<b>Roraima</b>	15	-

Fonte: ANEEL (2015).

## 4.2 Tarifação, medição e custo

A seguir serão apresentadas considerações quanto à medição, a tarifa aplicada e como é custeada a IP.

### 4.2.1 Tarifa

O Art. 2<sup>a</sup> da Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010, no inciso XXXVIII, classifica a iluminação pública como um consumidor do grupo B, que “é grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômnia”.

O grupo B é subdividido em quatro subgrupos, sendo a iluminação pública integrante do subgrupo B4, que ainda se subdivide em tarifas B4a e B4b.

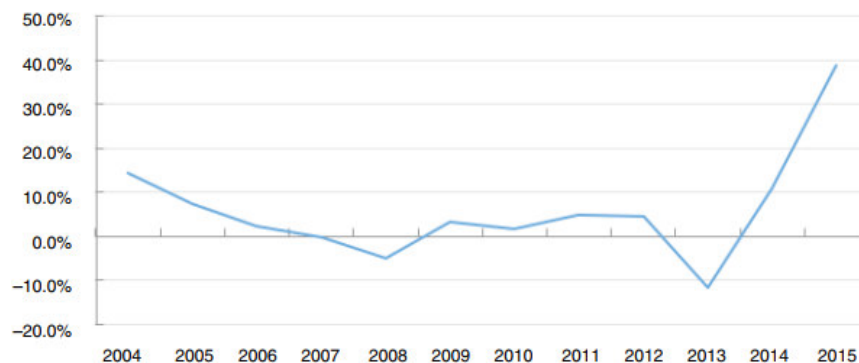
A tarifa B4a será aplicada quando o ativo de iluminação pública pertencer à prefeitura, caracterizando pelo ponto de entrega ser na conexão com a rede de distribuição, coincidindo com o início do circuito de iluminação. Já a tarifa B4b é aplicada quando o serviço de gestão de IP for feito pela concessionária. A diferença entre estas duas tarifas consiste no acréscimo do custo de operação e manutenção do sistema. O ponto de entrega é considerado como sendo o “bulbo da lâmpada”. A adoção desta tarifa está em desuso. (COPAM, 2013).

Os valores das tarifas de energia elétrica são definidos anualmente pela ANEEL e cada concessionária baseia-se nesta tarifa acrescentando os impostos devidos.

Como o custo da geração da energia elétrica vem ficando cada vez maior, principalmente devido a falta de chuvas e a um projeto do governo de redução da conta de

energia de 2013 que não funcionou, isso acabou refletindo na tarifa de IP, que acompanha esse encarecimento, como mostrado na figura 17.

Figura 17- Tarifa média de energia elétrica para iluminação pública, variação percentual



Fonte: ESMAP (2016).

#### 4.2.2 Medição

O consumo de energia elétrica da IP é calculado por estimativa, chamada de medição por avença, onde as concessionárias de distribuição não são obrigadas a instalar medidores. O valor apurado é estimado com base no inventário de equipamentos instalados e na sua potência do município, cabendo prefeitura e à concessionária zelar por mantê-lo sempre atualizado. O total calculado da potência do equipamento instalado é multiplicado por um número fixo de horas de utilização diária para gerar o valor estimado de kWh/dia consumido pelos serviços de iluminação pública. (ESPAM, 2016)

Em relação aos números de horas de utilização, a resolução determina:

Art. 25. Para fins de faturamento da energia elétrica destinada à iluminação pública ou à iluminação de vias internas de condomínios, o tempo a ser considerado para consumo diário deve ser de 11 (onze) horas e 52 (cinquenta e dois) minutos, ressalvado o caso de logradouros que necessitem de iluminação permanente, em que o tempo é de 24 (vinte e quatro) horas por dia do período de fornecimento. (ANEEL, 2010, p. 30).

Mas é também possível que se instale medidores, nesse caso o art. 26 diz que:

Art. 62. Caso sejam instalados equipamentos automáticos de controle de carga que reduzam o consumo de energia elétrica do sistema de iluminação pública, devidamente comprovado e reconhecido por órgão oficial e competente, a distribuidora deve proceder à revisão da estimativa de consumo e considerar a redução proporcionada por tais equipamentos. (ANEEL, 2010, p. 30).



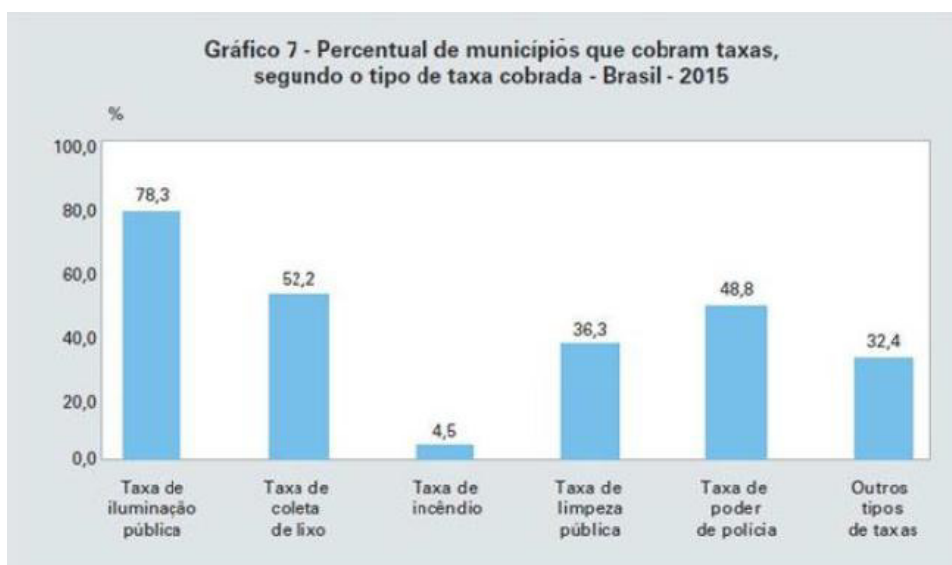
### 4.2.3 Custo

O custo da IP deverá ser pago pelo município, este que dispõe de duas alternativas: criar um tributo específico de competência municipal, Custo de Iluminação Pública (CIP), o qual tem como base legal o Art. 149-A da Constituição Federal, que faculta ao município instituir contribuição para o custeio do serviço de IP; ou então fazer um remanejamento de recursos orçamentários já existentes.

A CIP é cobrada para o custeio do serviço público de iluminação, incluindo a instalação, consumo de energia, manutenção, melhoramento, operação, fiscalização e demais atividades vinculadas a iluminação no território do Município. (SEFIN, 2017)

Na Figura 18 é apresentado o percentual de municípios que cobram contribuição de IP e que corresponde a 78,3% dos municípios, sendo também a taxa mais comum cobrada nos municípios do Brasil.

Figura 18- Percentual de municípios que cobram taxas, segundo o tipo de taxa cobrada



Fonte: FONSECA *et al.*, 2016, p. 6 *apud*. IBGE (2015).

## 5. O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

### 5.1 Caracterização da região

A cidade Fortaleza é um município brasileiro, capital do estado do Ceará e a 5ª maior cidade do país, e fica situado na região Nordeste do país. Pertencente à mesorregião Metropolitana de Fortaleza e à microrregião de Fortaleza, em seus 314.930 km<sup>2</sup> de área total moram 2.452.185 habitantes (Censo 2010/IBGE). (FORTALEZA, 2017).

Segue na figura 19 o mapa do estado do Ceará, sendo indicado pela cor vermelha no mapa a cidade de Fortaleza.

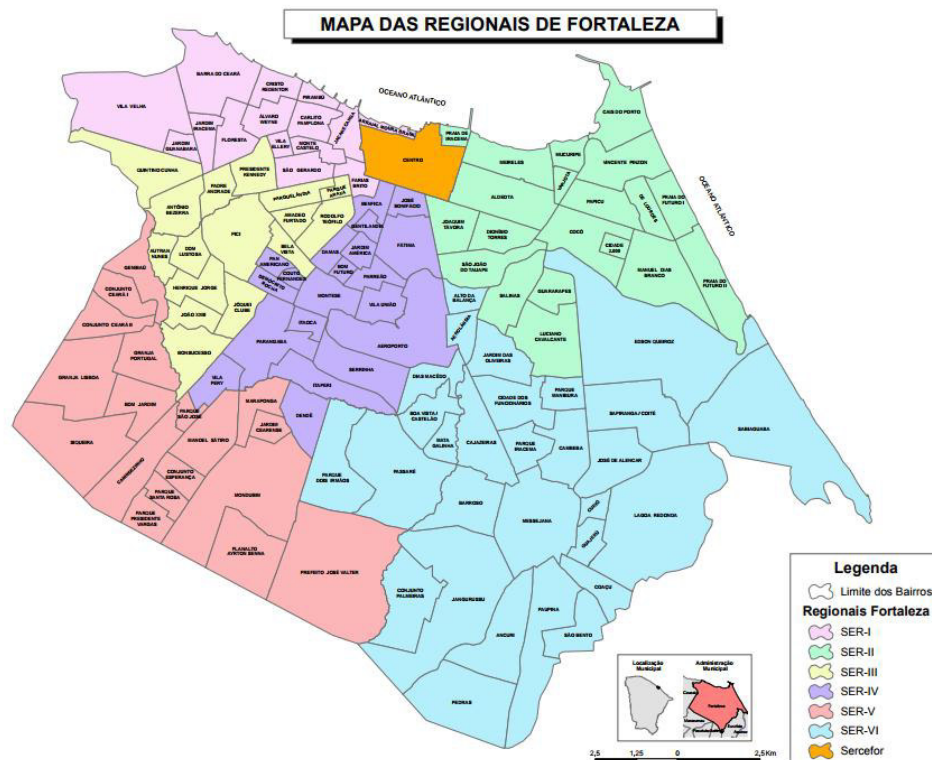
Figura 19- Mapa do estado do Ceará



Fonte: PINTEREST (2017).

Fortaleza abriga atualmente 119 bairros, que estão divididos administrativamente em sete Secretarias Executivas Regionais, que vão de I a VI mais a Regional do Centro (SERCEFOR). A figura 20 mostra o mapa da cidade de Fortaleza, sendo cada cor a indicação de uma Regional. (FORTALEZA, 2017).

Figura 20- Mapa da cidade de Fortaleza dividida por regionais



## 5.2 Breve histórico da iluminação pública em Fortaleza

Em janeiro de 1866 foi instalado um gasômetro na cidade de Fortaleza, pertencente a empresa Ceará Gás *Company Limited*. O serviço de iluminação pública iniciou-se em 1867 e se dava através de gás hidrogenado. O sistema era composto de 1.607 combustores, fincados no solo à beira dos passeios. (GARCIA, 2012)

A iluminação elétrica iniciou-se em 1913, porém somente para as propriedades particulares, sendo a iluminação pública ainda funcionava a cargo da Ceará Gás *Company Limited*. Posteriormente o serviço foi transferido para a Ceará *Tramway Light and Power Company*, cujo contrato foi rescindido em 1934, ano em que se iniciou a iluminação pública por lâmpadas elétricas, começando com algumas lâmpadas na Praça do Ferreira. (GARCIA, 2012)

Em 1955 começou a operar uma usina com potencial de 12.500 kW próximo do farol Mucuripe. E em 5 de novembro de 1971 começa a funcionar a COELCE, que fornecia energia elétrica de Paulo Afonso. Com isso o serviço de iluminação começa a sua expansão, sendo discutido no tópico 5.5 as suas condições atuais. (GARCIA, 2012)

### **5.3 Responsáveis pela gestão da iluminação pública de Fortaleza**

A Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos (SCSP) é um órgão da Prefeitura Municipal de Fortaleza responsável por planejar, coordenar, disciplinar, executar e orientar as políticas públicas, além de regular as concessões de serviços públicos de mobilidade urbana, trânsito, transporte público urbano, limpeza urbana e iluminação pública da cidade de Fortaleza. (FORTALEZA, 2017)

Mesmo não sendo responsável direta pelo serviço de melhoria, ampliação e manutenção da iluminação pública, que através de um contrato de concessão é realizado por uma empresa privada, a SCSP é responsável por fiscalizar o serviço da empresa.

Mesmo antes da Resolução Normativa nº 414/2010, a prefeitura já era a responsável pela IP. Para entender o contexto atual de atuação, é relevante saber o histórico desse serviço.

Em 2001, a empresa Citéluz começa a operar a iluminação pública em Fortaleza, atuando até 2011, que por meio de processo licitatório deixou de assumir o parque de IP de Fortaleza. O novo processo licitatório foi iniciado em 2011, mas por questões judiciais entre a prefeitura e a Citéluz, foi concluído somente em 2013.

Enquanto isso contratos emergências foram feitos para controlar a situação, uma alternativa inviável, pois devido a duração do contrato ser curto, gerava insegurança na empresa e o município ficava limitado a cobrar o investimento em maquinários e novas tecnologias.

Em novembro de 2013, com o término do processo, em que cinco empresas concorreram à licitação, A FM Rodrigues & CIA, uma empresa paulista, fundada em 1968, assume o parque de iluminação pública de Fortaleza, por um período de doze meses, prorrogáveis por até cinco vezes. Atualmente a empresa FM Rodrigues é ainda a responsável pelo serviço de IP em Fortaleza. Porém está em estudo a migração para o modelo de PPP. (MELO, 2014).

### **5.4 Atendimento ao cliente**

Caso tenha pontos apagados à noite, acesos durante o dia ou oscilante piscando, a SCSP orienta que a população telefone gratuitamente para o número 156 ou abra um protocolo através do aplicativo “Central 156”.

Caso a população queira solicitar outro tipo de serviço, como a instalação de novos pontos e melhoria da iluminação, deve dirigir-se às Secretarias Regionais, por meio de suas Ouvidorias.

Os pontos de IP situados em Fortaleza devem ser codificados com 7 (sete) números, como indicado na figura 21 . Toda a codificação deve ser adequada ao programa de cadastro georreferenciado implantado na ENEL. Ao fazer a solicitação do serviço através do 156 e informando o número da placa, se tem todas as informações referentes ao ponto, como a sua localização, o tipo e a potência da lâmpada. (COELCE, 2015).

Figura 21- Modelo de placa para codificação de iluminação de Fortaleza



Fonte: COELCE (2015).

### 5.5 Tipos de lâmpadas utilizadas na iluminação pública em Fortaleza

Segundo Serejo (2017, p. 13), em agosto de 2017a cidade de Fortaleza contava com 192.894 de pontos de luz cadastrados, constituído principalmente por lâmpadas do tipo sódio, vapor metálico e LED, , como indicado na tabela 13. Com um consumo de 17.413.825 kWh/mês tem como base o os meses de janeiro a julho de 2017.

No Anexo B são apresentadas três figuras que mostram os pontos de luz nos anos de 2015, 2016 e 2017 distribuídos geograficamente.

Observa-se também o número crescente de pontos de luz, tendo como meta que seja atingido em dezembro de 2017, o total de 195.000 pontos.

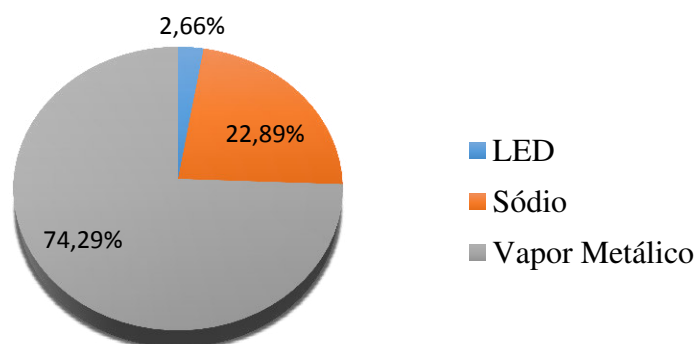
Tabela 13- Números de pontos de luz na cidade de Fortaleza

	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Ago./2017</b>
<b>LED</b>	681	3.488	5.145
<b>Sódio</b>	100.028	69.827	44.166
<b>Vapor Metálico</b>	86.223	118.871	143.312
<b>Pontos de luz cadastrados</b>	187.360	192.624	192.894

Fonte: Serejo (2017).

No ano de 2017, a lâmpada de vapor metálico se destaca como o tipo predominante aderido na IP em Fortaleza, correspondendo a 74,29% o total. Os percentuais das outras lâmpadas podem ser vistos na figura 25, logo abaixo:

Figura 25 - Composição em porcentagem do sistema de IP de Fortaleza em 2017



Fonte: Autor

Embora em 2017 a lâmpada de vapor metálico seja o modelo que lidera o sistema de IP em Fortaleza, esse cenário só foi atingindo em 2016. Ao observar a tabela 14 percebe-se que até 2015 a lâmpada de sódio era o modelo mais utilizado. A troca de lâmpadas do tipo vapor de sódio (luz amarela) por lâmpadas do tipo vapor metálico (luz branca) tem sido uma das metas da gestão municipal, investindo aproximadamente R\$234 milhões desde 2015. Para dezembro de 2018, a meta da prefeitura é que não exista mais nenhum ponto de luz de lâmpadas de sódio. (SEREJO, 2017).

Tabela 14-Números de pontos de luz na cidade de Fortaleza em %

	2015	2016	2017
<b>LED</b>	0,36	1,81	2,66
<b>Sódio</b>	53,38	36,25	22,89
<b>Vapor Metálico</b>	46,02	61,71	74,29

Fonte: Serejo (2017).

## 5.6 Obra do Aterro da Praia de Iracema

Um dos maiores destaques observado na inovação do sistema de IP na cidade de Fortaleza é o investimento em lâmpadas LED. A principal obra associada a esse tipo de investimento foi a implantação de uma nova iluminação do Aterro da Praia de Iracema em 2015.

Com uma área de aproximadamente 55.000 m<sup>2</sup>, o Aterro da Praia de Iracema era atendido por 21 postes circulares de concreto com 14 metros de altura útil e com projetores de

lâmpadas de descarga de 1000 W. O projeto busca melhorar o nível de iluminação, além de reduzir o consumo de energia. Na execução foram colocadas 10 torres metálicas com altura útil de 26 metros, com 18 projetores em LED, totalizando 6.000 W por torre. (FORTALEZA, 2015)

A troca das lâmpadas de descarga por LED gerou uma economia de 45,4%, em que o consumido foi reduzido de 23.100 kWh para 12.614 kWh (SEREJO, 2017).

Na figura 22 podemos ver o antes e o depois da instalação do novo sistema de iluminação, sendo agora bem mais iluminado e abrangendo uma área maior, gerando mais benefícios para os cidadãos.

Figura 22- Aterro da Praia de Iracema



Fonte: METALSINTER (2017).

### 5.7 Tarifa e contribuição da iluminação pública

Como anteriormente mencionado, a CIP é um tributo de competência municipal, e tem como fato gerador a prestação, pelo Município de Fortaleza, do serviço de iluminação pública de praças, ruas, avenidas e demais logradouros públicos.

Para fins de cobrança da CIP, entende-se por unidade imobiliária distinta:

Cada unidade autônoma territorial, residencial, comercial, industrial e de serviços, tais como casas, apartamentos, salas, lojas, sobrelojas, boxes, terrenos, bem como qualquer outro tipo de estabelecimento ou divisão em prédio, qualquer que seja sua natureza ou destinação, onde exista ligação autônoma de energia elétrica. (SEFIN, 2017, online).

No ano de 2016 foram arrecadados R\$ 195.237.096,20 referentes a CIP, sendo cobrada mensalmente na fatura do consumo de energia elétrica dos contribuintes. É

considerado contribuinte segundo SEFIN (2017, online) “o proprietário, o titular de domínio útil, o locatário ou o possuidor a qualquer título de unidades imobiliárias localizadas no território do município, edificadas ou não, onde haja rede de iluminação pública e sejam ligadas ao sistema de energia elétrica.”

O valor da CIP é calculado aplicando-se sobre o valor da tarifa de iluminação, determinada pela ANEEL, as alíquotas definidas para cada faixa de consumo de energia elétrica em Kwt, conforme a figura 23, se for pertencente a classe não residencial, ou a tabela 24, pertencente a classe residencial. (SEFIN, 2017).

Os valores de base de cálculo da CIP são atualizados pelos mesmos índices e na data do reajuste de energia elétrica regulada pela ANEEL.

Figura 23-Tabela de cálculo CIP - Classe não residencial

Faixa de consumo de energia	Valor da CIP
até 30 kwh	1,16% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 31 a 100 kwh	2,59% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 101 a 150 kwh	6,63% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 151 a 200 kwh	6,82 do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 201 a 250 kwh	6,91% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 251 a 350 kwh	16,38% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 351 a 400 kwh	16,52% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 401 a 500 kwh	16,54% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 501 a 800 kwh	36,71% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 801 a 1000 kwh	37,72% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 1001 a 2000 kwh	77,50% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
acima de 2000kwh	85,49% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*

Fonte: SEFIN (2017).



Figura 24-Tabela de calculo de CIP- Classe residencial

Faixa de consumo de energia	Valor da CIP
até 30 kwh	0,72% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 31 a 100 kwh	1,07% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 101 a 150 kwh	2,52 % do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 151 a 200 kwh	2,68% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 201 a 250 kwh	2,84% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública*
de 251 a 350 kwh	6,69% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*
de 351 a 400 kwh	6,71% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*
de 401 a 500 kwh	6,82% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*
de 501 a 800 kwh	13,87% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*
de 801 a 1000 kwh	19,05% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*
de 1001 a 2000 kwh	34,66% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*
acima de 2000 kwh	35,90% do módulo da Tarifa de iluminação Pública*

Fonte: SEFIN (2017).

O valor das tarifas B4a e B4b da ENEL-CE, vigentes a partir de agosto/2017 são:

Tabela 15- Tarifa de IP em R\$/kWh vigente em Ago./2017

	Verde	Amarela	Vermelha
<b>B4a</b>	0,37660	0,40551	0,41996
<b>B4b</b>	0,41084	0,43975	0,45421

Fonte: ENEL (2017).

## 5.8 Plano Fortaleza 2040

O Plano Fortaleza 2040 é um plano de desenvolvimento para a cidade de Fortaleza com estratégias projetadas para serem implementadas a curto, médio e longo prazo (tendo como horizonte o ano 2040), em que a Prefeitura e a sociedade entram em consenso sobre um futuro comum para a cidade e, juntas, apontam as soluções, que farão de Fortaleza um lugar bom de morar para todos. (FORTALEZA, 2016)

Para Fortaleza (2016, online) o objetivo “é que se tenha uma cidade mais acessível, justa e acolhedora; o incremento da oferta de oportunidades apoiadas pela boa ordenação da rede de conexões de seus espaços públicos e privados; e a obtenção de controle

eficiente do seu crescimento econômico.”

O que for planejado deverá ser considerado pelo prefeito e por seus sucessores e encontra-se estruturado em seis módulos de quatro anos, coincidindo com o cronograma das seis próximas gestões do Executivo Municipal: 2017-2020, 2021-2024, 2025-2028, 2029-2032, 2033-2036 e 2037-2040; e contempla as seguintes áreas:

- Plano Mestre Urbanístico
- Plano de Mobilidade
- Plano de Desenvolvimento Econômico e Social

Para o setor de IP a linha de ação proposta é a criação e implementação de um Plano de Adequação da Iluminação Pública a soluções energeticamente eficientes. Nesse contexto, uma das metas é a utilização de sistemas fotovoltaicos em IP em prédios públicos e a substituição dos pontos de luz tecnologias mais eficientea, com baixo consumo e que proporcione melhor qualidade de vida a população. Outra meta é ampliação da telegestão, que em agosto de 2017 contava apenas 317 pontos. (SEREJO, 2017).

O prazo para que o plano seja executado está definido nas gestões correspondentes aos anos de 2017 a 2020, 2021 a 2024, 2025 a 2028 e 2029 a 2032.

## 6. CONCLUSÃO

A iluminação não é um requisito fundamental para a sobrevivência humana, porém é um fator essencial para o desenvolvimento social, permitindo o exercício da cidadania, com inúmeras vantagens atreladas ao cotidiano e ao convívio social.

No âmbito tecnológico, historicamente, vemos como os sistemas foram sendo formados através das descobertas de novas tecnologias e das técnicas de eficiência energética. Aconteceu a transição da iluminação a combustível para a iluminação elétrica, e anos depois, da lâmpada incandescente para as lâmpadas de descarga, e atualmente está sendo desenvolvido o aprimoramento da lâmpada LED. Outra tecnologia inovadora é o fornecimento para IP por meio da energia solar, uma prática sustentável que beneficia o meio-ambiente e gera economia, além de ser uma alternativa para locais isolados que precisam de IP, mas não contam com o acesso de uma rede elétrica.

Essa mudança está em contínua transição, com aplicação de tecnologias mais eficientes, com maior vida útil, maior qualidade de luz de forma a atender da melhor forma as necessidades da população. Por isso, as normas de iluminação deverão sempre estar alinhadas a inovação tecnológica, para garantir a qualidade do sistema.

O Brasil possuía até 2010 um sistema duplo em relação à responsabilidade da IP dos municípios, enquanto alguns estados à própria prefeitura era a responsável por esse serviço, em outros era a concessionária, sendo através da Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL estabelecido que a iluminação pública passasse a ser responsabilidade dos municípios em todo o território nacional. A partir de então o serviço poderá ser feito pelo próprio município, ou delegado por meio de licitação ou PPP.

A IP está enquadrada na tarifa de energia Convencional Grupo B, e que se subdivide em tarifa B4a e B4b. Será também uma das finalidades dos municípios, a seu critério, cobrar dos cidadãos uma taxa de iluminação para custear esse serviço.

A cidade de Fortaleza possui atualmente 187.360 pontos de luz cadastrados, sendo 76,55% desse quantitativo referente a lâmpadas de valor metálico. Vem sendo feita a transição gradual desde 2015 entre a luz “amarela” para a luz “branca”, é resultado de investimentos da prefeitura para a melhoria da rede de IP. Uma das obras de destaque até o momento foi a nova iluminação do Aterro da Praia de Iracema, que é composto somente por lâmpadas LEDs, que além de reduzir o consumo em 45,4%, melhorou o desenvolvimento da área. O serviço de IP é terceirizado, sendo o atual responsável a empresa FM Rodrigues,

fiscalizada pela SCSP. Para custear os gastos com IP, a Prefeitura de Fortaleza criou a taxa CIP, que no ano de 2016 arrecadou R\$ 195.237.096,20. No entanto, com todos os avanços que cidade vêm mostrando nos últimos anos em relação a IP, ainda há muito a ser feito em comparação a redes de IP mais moderna. Nesse contexto, o Plano Fortaleza 2040, prevê a criação e implantação de soluções energeticamente eficientes para a melhoria da IP e a ampliação da telegestão.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **ANEEL divulga novo balanço da transferência de ativos de iluminação pública.** 2015. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8520&id\\_ar ea=90](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8520&id_ar ea=90)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa nº 414, 9 set. 2010.** Disponível em: <[w2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf](http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

AGUERA, Roger Saraiva. **Cenário Brasileiro da Iluminação Pública.** 2015. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ALVES Juliana Tourrucoo. **Postes de iluminação fotovoltaicos.** Out. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/7/1-postes-de-iluminacao-fotovoltaicos-235547-1.aspx>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

ASCURRA, Rodrigo Esteves. **Eficiência Elétrica em Iluminação Pública Utilizando Tecnologia Led: Um Estudo de Caso.** 2013. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5101: Iluminação pública — Procedimento.** 2 ed. Brasil. 2012.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, 5 out. 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Iluminação Pública- Guia do gestor.** São Paulo, 2013. 36 p.

COMPANHIA ELÉTRICA DE GÓIAS. **NTC-14: Critérios de Projetos de Iluminação Pública.** Goiânia, 2006. 34 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ. **Norma técnica NT-007/2015 R-06: fornecimento de energia elétrica para iluminação pública.** Fortaleza, 2015. 30 p.

COMPANHIA PARAENSE DE ENERGIA. **Manual de iluminação pública.** Paraná, 2012. 39 p.

CUNHA, Bruno Peterson. **Tópicos sobre iluminação.** 2015. Disponível em: <<http://eletrotecnicaatual.blogspot.com.br/2015/03/topicos-sobre-iluminacao.html>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

DEPOSITPHOTOS. **Conjunto de elementos de iluminação.** 2017. Disponível em: <https://pt.depositphotos.com/119209812/stock-illustration-lighting-elements-icon-set-evolution.html>. Acesso em: 29 dez. 2017.

DIMENSÃO ILUMINAÇÃO. **Poste telecônico.** Disponível em: <<http://www.dimensaoiluminacao.com.br/poste-teleconico.php>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica 2015 ano base 2014**. Rio de Janeiro, 2015. 232 p.

ENEL. **Taxas e Tarifas**. Fortaleza, 2017. Disponível em: <<https://www.eneldistribuicao.com.br/ce/TaxasETarifas.aspx>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

ENERGIA TOTAL. **Iluminação pública por energia solar**. 4 setembro de 2017. Disponível em: <https://www.energiatotal.com.br/iluminacao-publica-por-energia-solar>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ENERGY SECTOR MANAGEMENT ASSISTANCE PROGRAM. **Iluminando cidades brasileiras**. 01 junho 2016. Disponível em: <[http://wbg-eficienciaip.com.br/pdfs/1613639\\_EE\\_Lighting\\_Portuguese\\_Web.pdf](http://wbg-eficienciaip.com.br/pdfs/1613639_EE_Lighting_Portuguese_Web.pdf)> Acesso em: 02 dez. 2017.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. **A Cidade**. Disponível em: <<https://www.fortaleza.ce.gov.br/a-cidade>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **SCSP - Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos**. Disponível em: <[www.fortaleza.ce.gov.br/institucional/a-secretaria-329](http://www.fortaleza.ce.gov.br/institucional/a-secretaria-329)>. Acesso em: 01 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Prefeito Roberto Cláudio anuncia plano para iluminação pública em 2017**. Fortaleza, 03 fev. 2017. Disponível em: <<https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeito-roberto-claudio-anuncia-plano-para-iluminacao-publica-em-2017>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Prefeito Roberto Cláudio inaugura nova iluminação do Aterro da Praia de Iracema**. Fortaleza, 29 dez. 2015. Disponível em: <<https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeito-roberto-claudio-inaugura-nova-iluminacao-do-aterro-da-praia-de-iracema>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Fortaleza 2040**. Disponível em: <<http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

GARCIA, Fátima. **A Iluminação Pública em Fortaleza**. Fortaleza, 01 fevereiro 2012. Disponível em: <http://www.fortalezaemfotos.com.br/2012/02/iluminacao-publica-de-fortaleza.html>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010 Resultados**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 28 nov. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ- IPECE. **Mapa Regionais de Fortaleza**. Disponível em: [http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/pdf/Mapa\\_Regionais\\_Fortaleza.pdf](http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/pdf/Mapa_Regionais_Fortaleza.pdf). Acesso em: 04 dez. 2017.

JL ILUMINAÇÃO. **Luminária (EX16) Pública Fechada**. Disponível em: <http://www.lojajl.com/produto/329/54952/luminaria-ex16-publica-fechada-alojamento-p-reactor-ate-400w-soquete-e-40-4860mm-cinza-ip66>. Acesso em: 01 dez. 2017.

JNG. **Relé Fotoelétrico LC-10**. 2017. Disponível em: < <http://www.jng.com.br/produtos-detahes.asp?idprod=95>>. Acesso em 01 dez. 2017.

LIMA, Renato. **A HISTÓRIA DA ILUMINAÇÃO: DA FOGUEIRA A LÂMPADA ELÉTRICA**. 03 jan. 2017. Disponível em: <https://www.borealled.com.br/historia-da-iluminacao-fogo-vela-lampada-eletrica>. Acesso em: 01 dez. 2017.

MELO, Raniery. **EM FORTALEZA - Iluminação pública passa a ter nova gestão a partir de hoje**. Fortaleza, 07 nov. 2014. Disponível em: <<http://auditece.org.br/index.php/noticias/saiu-na-imprensa/13083-em-fortaleza-iluminacao-publica-passa-a-ter-nova-gestao-a-partir-de-hoje>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

METALSINTER. **Destaque na revitalização da orla de Fortaleza**. Fortaleza, 22 fev. 2017. Disponível em: <<http://www.metalsinter.com/site/artigos/orla-de-iracema/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

MOREIRA, Bruno. **Iluminação pública: de quem é a responsabilidade?**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.osestoreletrico.com.br/iluminacao-publica-de-quem-e-a-responsabilidade/>. Acesso em: 25 nov. 2017.

NEVES, Enio. **Cidades inteligentes e a telegestão da iluminação pública**. Agosto 2012. Disponível em: <http://www.i9lux.com/2012/10/cidades-inteligentes-e-a-telegestao-da-iluminacao-publica/>>. Acesso em: 8 dez. 20107.

NEWLINE. **Você sabe o que é temperatura de cor?**. 2017. Disponível em: <http://www.newline.ind.br/voce-sabe-o-que-e-temperatura-de-cor/>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

PARSEC. **Poluição Luminosa e o Risco das Lâmpadas de LED**. Disponível em: <<http://www.parsec.net.br/poluicao-luminosa.html>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

PINTEREST. **Mapas do Ceará**. Disponível em: <https://br.pinterest.com/explore/mapa-do-ceara/>. Acesso em: 28 dez. 2017.

PINTO, Carlos *et.al.* **Energia solar**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2014. 29 p.

RODRIGUES, C. R. B. S *et.al.* **Um estudo comparativo de sistemas de iluminação pública: estado sólido e lâmpadas de vapor de sódio em alta pressão**. Industry Applications (INDUSCON), 2010 9th IEEE/IAS International Conference on, São Paulo. 2010, 6p.

ROSITO, Luciano Haas. **Desenvolvimento da Iluminação Pública no Brasil. O setor elétrico**. Jan. 2009.

SANTIAGO, Luís Henrique Pinto. **Resolução normativa nº 414/2010: aspectos e mudanças sobre a regulamentação do fornecimento de energia elétrica**. 2011. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SECRETARIA MUNICIPAL DE FINANÇAS. **Tributos: CIP**. 2017. Disponível em:

<<https://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/tributos/cip>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Prestação de contas 2016**. Fortaleza, 2017. Disponível em: <[https://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/phocadownload/downloads/Planejamento/balanco\\_2016.pdf](https://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/phocadownload/downloads/Planejamento/balanco_2016.pdf)>. Acesso em: 8 dez. 2017.

SEREJO, Alfredo. **Iluminação Pública de Fortaleza**. Fortaleza, 2017. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/pppsregionais/rn/pdfs/Alfredo-Serejo.pdf>> Acesso em: 02 dez 2017.

SILVA, Dieferson de Padua da. **Iluminação pública – alterações na Resolução ANEEL nº 456/00**. 2011. 83 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização Gestão Pública Municipal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SILVA, Lourenço Lustosa Fróes da. **Iluminação pública no Brasil: aspectos energéticos e institucionais**. 2006. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SCHULZ, Willy. **Iluminação Pública**. Paraná, 2009. 23 p.

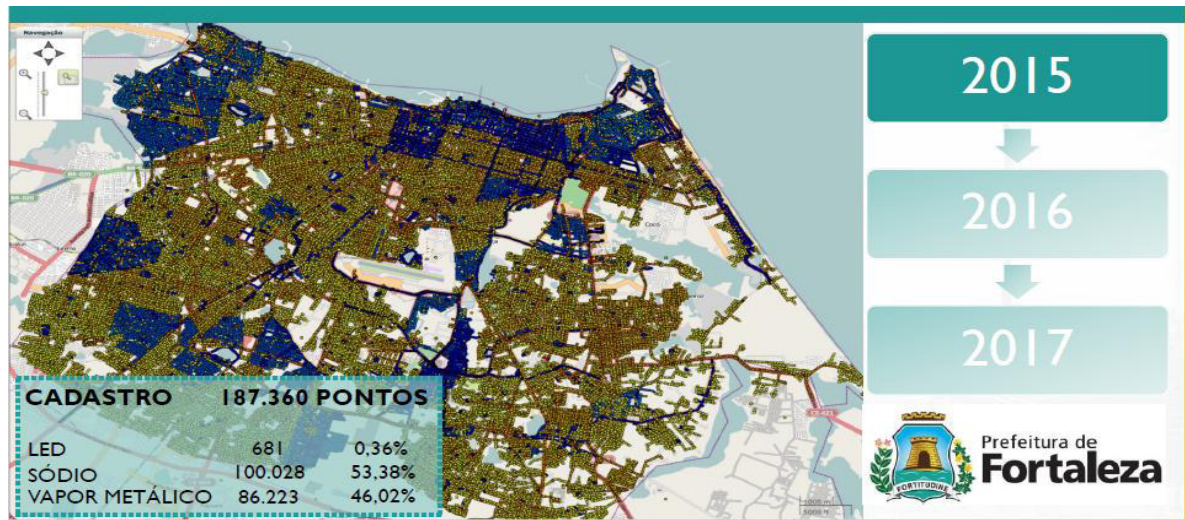


## ANEXO A – RESPONSÁVEIS PELOS ATIVOS DE IP POR ESTADO EM 2011

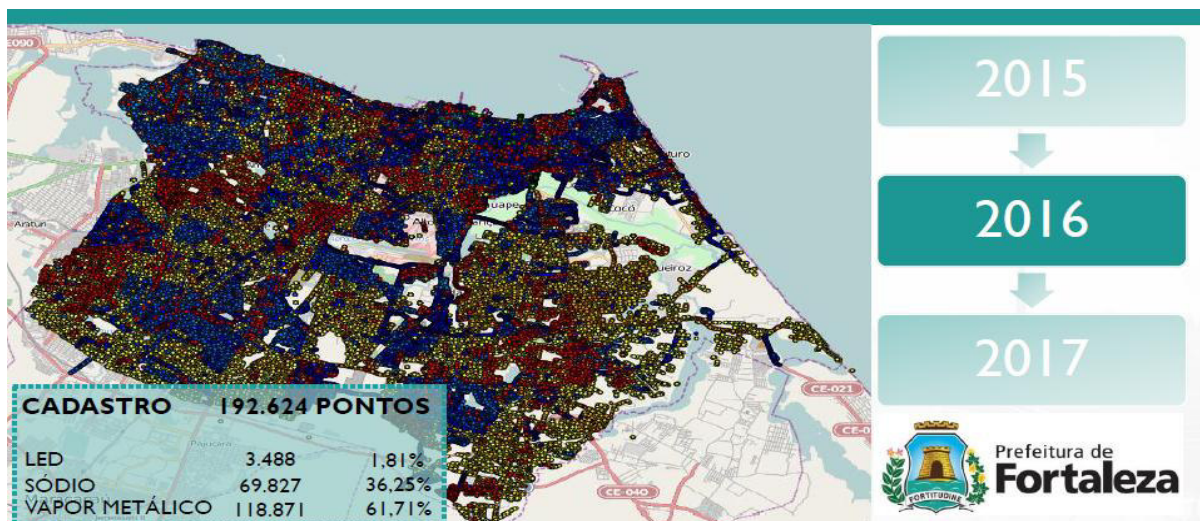
Concessionárias Distribuidoras	Estado	Cidades em que os ativos de IP pertencem à DISTRIBUIDORA	Cidades em que os ativos de IP pertencem ao PODER MUNICIPAL
AES SUL	RS	-	116
AMAZONIA ENERGIA	AM	62	-
AMPLA	RJ	-	67
BANDEIRANTE	SP	25	3
Boa Vista Energia S/A	RR	-	1
CAIUA	SP	-	23
CEA	AP	22	-
CEAL	AL	-	102
CEB	DF	-	1
CEEE	RS	-	72
CELESC	SC	-	289
CELG	GO	-	237
CELPA	PA	-	145
CELPE	PE	183	3
CELTINS	TO	-	139
CEMAR	MA	-	217
CEMAT	MT	-	141
CEMIG	MG	774	-
ELETROCAR	RS	1	6
CEPISA	PI	-	224
CERON	RO	-	63
CHESP	GO	-	10
COCEL	PR	1	-
COELBA	BA	-	415
COELCE	CE	182	1
COOPERALIANÇA	SC	2	-
COPEL	PR	179	217
COSERN	RN	-	155
CPFL Jaguari	SP	-	2
CPFL Leste Paulista	SP	-	7
CPFL Mococa	MG/SP	-	4
CPFL Paulista	SP	234	-
CPFL Piratininga	SP	27	-
CPFL Santa Cruz	SP/PR	27	-
CPFL Sul Paulista	SP	-	5
DEMEI	RS	1	-
DEMEPC	MG	1	-
EDP ESCELSA	ES	-	15
ELEKTRO	SP/MS	228	-
ELETRACRE	AC	-	22
ELETRIPAULO	SP	18	6
ERLUL	SC	-	1
ELFSM	ES	-	11
EBO	PB	1	6
EMG	MG	66	-
ENF	RJ	1	-
EPB	PB	-	216
ESE	SE	-	63
ENERSUL	MS	-	73
ENERGIA	SC	-	1
LIGHT	RJ	-	32
MUX ENERGIA	RS	-	2
CFLO	PR	-	1
EDEVP	SP	-	27
EEB	SP	-	15
CNEE	SP	-	16
<b>Total Parcial</b>		<b>2035</b>	<b>3439</b>
<b>Total</b>			<b>5474</b>
<b>%</b>		<b>36,2</b>	<b>63,8</b>

Fonte: Retirado de (SILVA, 2011 *apud*. ANEEL,2011)

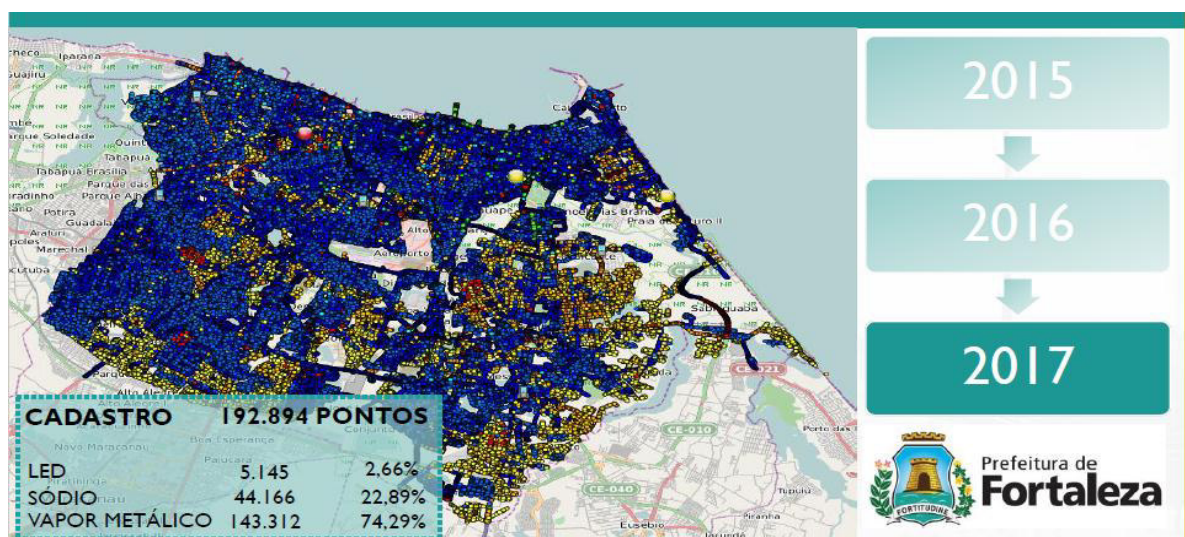
## ANEXO B – PARQUE DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE FORTALEZA



Fonte: Retirado de (SEREJO, 2017)



Fonte: Retirado de (SEREJO, 2017)



Fonte: Retirado de (SEREJO, 2017)