



**Cleverson Flôr da Rosa**  
**João Dallamuta**  
**(Organizadores)**

---

**A Interface**  
**Essencial**  
**da Engenharia**  
**de Produção no**  
**Mundo Corporativo 4**

---

Cleverson Flôr da Rosa  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |  |
|---|--|
| l61   | <p>A interface essencial da engenharia de produção no mundo corporativo 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Cleverson Flôr da Rosa, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo; v. 4)</p> <p>Formato: PDF<br/>Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.<br/>Modo de acesso: World Wide Web.<br/>Inclui bibliografia<br/>ISBN 978-85-7247-458-0<br/>DOI 10.22533/at.ed.580190907</p> <p>1. Administração de produção. 2. Engenharia de produção.<br/>3. Gestão da produção. I. Rosa, Cleverson Flôr da. II. Dallamuta, João. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p> |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior   CRB6/2422</b>   |  |

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## APRESENTAÇÃO

Esta obra, organizada em múltiplos volumes, é composta por pesquisas realizadas por professores de cursos de engenharia e gestão. Optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A engenharia de produção é um ramo da engenharia industrial que estuda a tecnologia de processos de produção de natureza industriais, mas que acabam por serem estendidos a outras áreas como serviços e gestão pública. Dada a sua natureza orientada a resolução problemas, a engenharia de produção é fortemente baseada em situações práticas do setor produtivo, característica esta que exploramos nesta obra.

Todos os trabalhos com discussões de resultados e contribuições genuínas em suas áreas de conhecimento. Os organizadores gostariam de agradecer aos autores e editores pelo espírito de parceria e confiança.

Boa leitura

Cleverson Flor da Rosa

João Dallamuta

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....   | <b>1</b>  |
| GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA MINERADORA  |           |
| Damerson Marcon Machado   |           |
| Ingrid Machado Silveira   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909071</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....   | <b>14</b> |
| GESTÃO ESTRATÉGICA E PRODUTIVIDADE NA BETA DISTRIBUIDORA DE BEBIDAS   |           |
| Rhubens Ewald Moura Ribeiro   |           |
| Letícia Ibiapina Fortes   |           |
| Wesley Rodrigo Damasceno Torres   |           |
| Kaique Barbosa de Moura   |           |
| José Alberto Alencar Luz  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909072</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....   | <b>27</b> |
| ILUMINAÇÃO PÚBLICA: MODERNIZAÇÃO E MANUTENÇÃO; OS RISCOS À SAÚDE, AO MEIO AMBIENTE E À SEGURANÇA DO TRABALHADOR                   |           |
| José Fernando Mangili Júnior  |           |
| Carlos Alberto Mariotoni  |           |
| Alberto Luiz Francato   |           |
| Anderson Dionízio da Silva  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909073</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....   | <b>43</b> |
| IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA 5S: UM ESTUDO DE CASO EM UMA MICROEMPRESA DO RAMO DE CONFECCÃO  |           |
| Guilherme Farias de Oliveira  |           |
| Fabiola Gomes Farias  |           |
| Roberta Dutra de Andrade  |           |
| Bárbara Sampaio de Menezes  |           |
| Emiliano Sousa Pontes   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909074</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | <b>55</b> |
| INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO NUMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE SANTA CATARINA      |           |
| Edina Elisangela Zellmer Fietz  |           |
| Liandra Pereira   |           |
| Delcio Pereira  |           |
| Nadir Radoll Cordeiro   |           |
| Ernesto Augusto Garbe   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909075</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....   | <b>71</b> |
| INTERFACE COM FORNECEDOR: BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DO SISTEMA <i>MILK RUN</i> , UMA PESQUISA-AÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA (TIER 1) |           |
| Eduardo Villalba  |           |
| Alexandre Tadeu Simon   |           |
| Renan Stenico de Campos   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909076</b>  |           |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 7 .....</b>  | <b>84</b>  |
| INVESTIGANDO O RELACIONAMENTO DO FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS E A USINA SUCROALCOOLEIRA NO ESTADO SÃO PAULO                  |            |
| Paulo Henrique Palota<br>Manoel Fernando Martins<br>Murilo Secchieri de Carvalho   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909077</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 8 .....</b>  | <b>97</b>  |
| MODELAGEM MATEMÁTICA E PROGRAMAÇÃO LINEAR: APLICAÇÕES EM SITUAÇÕES REAIS VISANDO AUMENTAR A QUALIDADE NA TOMADA DE DECISÃO |            |
| Jerson Leite Alves<br>Ana Gabriela Lima Pacifico<br>Jordan Gustavo da Silva<br>Lucas Pereira Viana                         |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909078</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 9 .....</b>  | <b>102</b> |
| PROPOSTA DE UM DISPOSITIVO <i>POKA YOKE</i> PARA PLATAFORMA DE CORTE DE COLHEITADEIRA                                      |            |
| Carlos Henrique Haefliger<br>Geniel de Mello Dias<br>Ivete Linn Ruppenthal<br>Loana Wolmman Taborda                        |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5801909079</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 10 .....</b>   | <b>117</b> |
| REFLEXÕES SOBRE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA A ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO   |            |
| Rafael Gonçalves Bezerra de Araújo<br>Marcus Vinícius Americano da Costa Filho<br>Sérgio Ricardo Xavier da Silva           |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.58019090710</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 11 .....</b>   | <b>130</b> |
| RELAÇÃO ENTRE FATORES HUMANOS E CAUSAS DE ACIDENTES DO TRABALHO RURAL  |            |
| Maria Vitoria Bini Farias<br>José Ilo Pereira Filho<br>Danielle Bini   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.58019090711</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 12 .....</b>   | <b>145</b> |
| RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA CHUVA COMO PARTE DO SISTEMA DE SUSTENTABILIDADE EM HORTAS URBANAS DA CIDADE DE UMUARAMA- PR        |            |
| Milton da Silva Junior<br>Edimar Pertelini<br>Giovana Silva de Godoy<br>Máx Emerson Rickli<br>Alline de Lima Rodrigues     |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.58019090712</b>  |            |

**CAPÍTULO 13 ..... 152**

A RELEVÂNCIA DOS PROCESSOS DE CONTROLE DE INVENTÁRIO COM ACURÁCIA NOS ESTOQUES FOCANDO DESPERDÍCIOS E REDUÇÃO DE CUSTOS NA INDÚSTRIA MANUFATUREIRA

Sirnei César Kach  
Raquel Sassaro Veiga  
Dieimis Maicher Naujorks

**DOI 10.22533/at.ed.58019090713**

**CAPÍTULO 14 ..... 166**

SISTEMA DIDÁTICO DE CONTROLE UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO E UM CIRCUITO RC EMULANDO UM MOTOR CC

Paulo Roberto Brero de Campos  
Miguel Antonio Sovierzoski  
Carlos Alexandre Brero de Campos

**DOI 10.22533/at.ed.58019090714**

**CAPÍTULO 15 ..... 179**

UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ARMAZENAMENTO EM UMA EMPRESA SIDERÚRGICA

Samuel Martins Drei  
Carolina Lima Silva  
Kellen Núbia Monteiro Fagundes

**DOI 10.22533/at.ed.58019090715**

**CAPÍTULO 16 ..... 192**

ANÁLISE DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO DOS SURDOS EM EMPRESAS DO PARANÁ

Roger Maliski de Souza  
Antônio Carlos de Francisco  
Myller Augusto Santos Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.58019090716**

**CAPÍTULO 17 ..... 204**

CONSTRUÇÃO DE JOGOS EDUCATIVOS NA APRENDIZAGEM DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DE FUNDIÇÃO DE COMPONENTES METALÚRGICOS

Lisiane Trevisan  
Suzana Trevisan  
Daniel Antonio Kapper Fabricio

**DOI 10.22533/at.ed.58019090717**

**CAPÍTULO 18 ..... 211**

O PERFIL DAS INCUBADORAS DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA (IEBT'S), UM ESTUDO NACIONAL

Adriana Queiroz Silva  
Sérgio Luis Dias Doliveira  
Felipe Queiroz Doliveira

**DOI 10.22533/at.ed.58019090718**



|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 19</b> .....   | <b>222</b> |
| PERCEPÇÃO DO CLIMA ORGANIZACIONAL: UM ESTUDO APLICADO EM TRÊS ESCOLAS DE DIFERENTES SETORES DO RIO GRANDE DO SUL |            |
| Natália Eloísa Sander  |            |
| Isadora Franck Naiditch  |            |
| Matheus Funck  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.58019090719</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 20</b> .....   | <b>235</b> |
| SATISFAÇÃO DO TRABALHADOR: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS                              |            |
| Sandra Martins Moreira   |            |
| Valéria Kucmanski  |            |
| Sandra Maria Coltre  |            |
| Luiz Alberto Pilatti   |            |
| Claudia Tania Picinin  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.58019090720</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 21</b> .....   | <b>250</b> |
| O LETTERING COMO DIFERENCIAL NO MERCADO DE TRABALHO  |            |
| Kyane Godoi Passos   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.58019090721</b>  |            |
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....  | <b>265</b> |

## ILUMINAÇÃO PÚBLICA: MODERNIZAÇÃO E MANUTENÇÃO; OS RISCOS À SAÚDE, AO MEIO AMBIENTE E À SEGURANÇA DO TRABALHADOR

### **José Fernando Mangili Júnior**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Engenharia Elétrica, Londrina – PR

### **Carlos Alberto Mariotoni**

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Recursos Hídricos Energéticos e Ambientais, Campinas - SP

### **Alberto Luiz Francato**

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Recursos Hídricos Energéticos e Ambientais, Campinas – SP

### **Anderson Dionízio da Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina - PR

**RESUMO:** Este trabalho apresenta análises e considerações sobre alguns sistemas de iluminação pública no Brasil, os que ainda empregam lâmpadas de vapor de mercúrio em luminárias defasadas tecnologicamente até os que empregam o diodo emissor de luz, (*LED - Light Emitting Diode*), em luminárias modernizadas tecnologicamente, à venda como alternativa de modernização desses sistemas. Arelado aos processos de substituição por manutenção corretiva ou modernização, avalia os riscos laborais com a instalação, substituição e eliminação de lâmpadas, reatores e luminárias, utilizando-se de observações em campo na cidade de Londrina-PR, onde avaliados os

procedimentos operacionais utilizados por empresas públicas e privadas, analisa-se os riscos ambientais aos quais os trabalhadores estão expostos e o cumprimento das normas de segurança e ambientais. Também é observado o cumprimento ou não da Política Nacional de Resíduos Sólidos em relação a lâmpadas que utilizam metais pesados como mercúrio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança do trabalho, sistemas de iluminação pública, logística reversa.

**ABSTRACT:** This work presents analyzes and considerations about some public lighting systems in Brazil, which still use mercury vapor lamps in technologically outdated luminaires to those that use the LED, in technologically modernized luminaires, for sale as an alternative to modernize these systems. Linked to the processes of replacement by corrective maintenance or modernization, it evaluates the occupational risks with the installation, replacement and elimination of lamps, reactors and luminaires, using field observations in the city of Londrina-PR, where evaluated the operational procedures used by public and private companies, the environmental risks to which the workers are exposed and the fulfillment of safety and environmental standards are analyzed. It is also observed the compliance or not of the National Solid Waste Policy in relation

to bulbs that use heavy metals like mercury.

**KEYWORDS:** Work safety, public lighting systems, reverse logistics, risks.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Iluminação Pública é indispensável, desde a época dos lampiões ou candeeiros até os atuais sistemas a LED, para que os habitantes das cidades desenvolvam uma melhor qualidade de vida, realizando assim o papel de instrumento de cidadania, permitindo aos mesmos desfrutar plenamente do espaço público no período noturno, com segurança, ergonomia e qualidade de vida, vindo a se tornar dessa forma também um dos elementos de valorização desses espaços públicos e da arquitetura local e de seus entornos.

Sendo assim, mais especificamente, a Iluminação Pública (IP) de ruas e avenidas têm como suas principais funções: -Auxiliar motoristas e pedestres na visibilidade noturna, possibilitando reduzir acidentes de trânsito e acidentes pessoais com obstáculos nas ruas e calçadas; -Inibir a criminalidade e melhorar a sensação de segurança com possibilidade de antecipar perigos; -Motivar a ocupação e utilização dos espaços públicos de uso comum, especialmente praças, incentivando a prática de atividades físicas, de lazer e culturais.

Dentro deste contexto, no Brasil, a instalação desses sistemas de iluminação sempre foi realizada por empresas privadas (loteadoras e/ou instaladoras) ou públicas (concessionárias e prefeituras) quando da construção de novas vias ou expansão das já existentes, sendo que a manutenção destes sistemas historicamente vinha sendo realizada pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica, dentro de seus respectivos lotes de concessão, ou por empresas terceirizadas devidamente “qualificadas” e credenciadas junto às concessionárias para tal.

Embora fosse reconhecida a titularidade municipal do serviço público de Iluminação Pública, os ativos que compõem os sistemas eram contabilizados no balanço patrimonial das concessionárias de energia como Ativo Imobilizado em Serviço, tratando-os como suas propriedades.

No entanto, uma mudança radical nas responsabilidades de manutenção da Iluminação Pública ocorreu em 2010, a partir da publicação da Resolução Normativa n. 414 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que em atenção ao Art. 30 da Constituição Federal do Brasil, considerando a Iluminação Pública como “serviços públicos de interesse local”, transferiu a competência aos municípios para organizar e prestar tais serviços fazendo com que a Iluminação Pública, até então considerada como ativo das empresas de distribuição de energia e mantida por essas, na quase totalidade dos municípios do país, passasse a ser mantida pelas Prefeituras Municipais, com a transferência integral desses ativos de Iluminação Pública (luminárias, lâmpadas, reatores, braços de sustentação e assessórios) aos respectivos municípios (ANEEL. 2010).

Essa mesma Resolução n. 414, em seu Art. 2., Inciso XXXIX, define Iluminação Pública como “Serviço Público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual”, sendo que neste caso, esta se caracteriza por fornecer iluminação a ruas, avenidas, estradas, praças, fontes e jardins, túneis, monumentos, fachadas, passagens subterrâneas, abrigos de transporte, sendo todos esses componentes urbanos, seus projetos, instalações e manutenção, parte integrante da responsabilidade municipal.

Logo quando do início dessa mudança, com a transferência dos ativos de IP para os municípios, muitos de seus gestores manifestaram entusiasmo, pois vislumbraram uma oportunidade de reforçar os caixas de suas cidades, em função da possibilidade do recebimento dos valores das contribuições do sistema de iluminação pública, CIP ou COSIP, prevista no artigo 149-A da Constituição da República e sua Emenda Constitucional Nº 39 (BRASIL, 2002) as quais já eram pagas pelos brasileiros desde o início de 2003.

No entanto, logo se viram frustrados pois essa contribuição tinha dotação orçamentária específica e não poderia ser deslocada ou transferida para outros fins que não os de aplicação na expansão, modernização ou manutenção dos sistemas de iluminação pública. Tal frustração se acentuou quando avaliaram mais cuidadosamente, e de forma técnica, a amplitude das responsabilidades, conforme visto em quadro da Figura 1, e os custos da gestão destes sistemas, desde sua implantação, passando pela operação e manutenção e que seriam assumidos pela municipalidade, além de constatarem que os seus respectivos municípios não possuíam (ou ainda não possuem) infraestrutura ou pessoal técnico capacitado e habilitado para a realização dos serviços de projetos, orçamentos e execução/instalação, ampliação da rede de IP, cadastro e demais procedimentos necessários à manutenção deste ativo e finalmente arcando com a gestão e descarte adequado dos equipamentos, luminárias e lâmpadas, onde o manuseio indevido de materiais poluentes ou mesmo descarte inadequado dos mesmos, acabaria por gerar passivos trabalhistas e ambientais para os municípios.



Figura 1 – Responsabilidades na Gestão de IP

Fonte: ANEEL (2015)



Desta forma, houve um movimento reativo contrário à assunção desses ativos de IP, por parte dos municípios que se julgaram incapazes de assumir esse novo encargo, levando a discussão sobre as imposições da Resolução n. 414 ao âmbito judicial, retardando sua aplicação e entrada em vigor, prevista inicialmente para setembro de 2012, por duas vezes, vindo a ser plenamente aplicada apenas a partir do final do ano de 2014.

Não bastassem as principais responsabilidades a serem assumidas pelos municípios, citadas anteriormente, os sistemas de Iluminação Pública no Brasil são muito defasados tecnologicamente e dentre estes sistemas que se encontram em uso ou em processo de descarte, há a utilização de uma quantidade muito grande de luminárias de baixa qualidade construída e que acondicionam lâmpadas de vapor de mercúrio, tanto que em 2015 a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação – Abilux, apresentou algumas medidas para reduzir o consumo de energia no país e dentre estas se encontrava a proposta de trocar os cerca de cinco milhões de pontos de iluminação pública existentes com lâmpadas a vapor de mercúrio por luminárias modernas com LED's, trazendo às vistas esse número expressivo de lâmpadas instaladas com tecnologia defasada (ABILUX, 2015) (BANCO MUNDIAL, 2016).

Considerando-se o estágio tecnológico avançado em que se encontra a Iluminação Pública em países desenvolvidos e que a iluminação a LED já é utilizada intensivamente nas principais cidades ao redor do mundo, a defasagem tecnológica dos equipamentos de IP no Brasil se torna mais evidente se considerarmos que as cidades brasileiras somente nos últimos anos é que começam a aplicar modestamente a iluminação à LED.

| Tipo Lâmp. / Região | Brasil (%) | Norte (%) | Nordeste (%) | Sul (%) | Centroeste (%) | Sudeste (%) |
|---------------------|------------|-----------|--------------|---------|----------------|-------------|
| Vapor de mercúrio   | 23,6       | 31,3      | 20,7         | 23,9    | 23,0           | 24,4        |
| Vapor de sódio      | 71,1       | 64,5      | 68,6         | 71,4    | 72,2           | 72,5        |
| LEDs                | <0,1       | <0,1      | <0,1         | <0,1    | <0,1           | <0,1        |
| Outras              | 5,3        | 4,2       | 10,7         | 4,7     | 4,9            | 3,1         |

Tabela 1 – Quantidade de lâmpadas no Sistema Nacional de Iluminação Pública Cadastro Eletrobrás (2012)

Fonte: Banco Mundial / BIRD / BRAZEEC, 2016

Indo mais além, buscando uma maior atualização tecnológica, caberia ainda o emprego de sistemas de iluminação aptos a agregarem dispositivos e equipamentos voltados para uso em cidades inteligentes (modelos smart cities) e para a Internet das coisas (IoT), porém para estes casos, haveria a necessidade de grandes investimentos em sua aplicação, além de exigir pessoal mais capacitado e especializado para sua instalação e manutenção, o que naturalmente leva os municípios às seguintes questões,

conforme relatório do Banco Mundial (2016), a serem incorporadas às preocupações de gestão já apontadas anteriormente: a-) estas tecnologias já estão comprovadas e perceberão o ciclo de vida esperado e as respectivas economias de energia?; b-) como os investimentos na iluminação pública poderão ser considerados prioritários se comparados com outras prioridades sociais municipais?, e; c-) quais são as opções para estruturar e financiar um projeto complexo de iluminação avançada?

Também apresenta uma série de barreiras e lacunas que impedem o completo desenvolvimento da modernização da Iluminação Pública no Brasil, assim como algumas recomendações, no entanto, considerando o foco deste trabalho e baseado no conteúdo do Relatório Executivo do Banco Mundial, foram elencados dois tópicos de interesse específico, apresentados na “Tabela 2”, sendo a “Insuficiência de capacitação técnica ou de gestão” a ser francamente abordada e apresentadas propostas de mitigação ou solução.

| <b>Lacunas / Barreiras</b>  | <b>Recomendações</b>   | <b>Atores-chave</b>   |
|---|--|---|
| Insuficiência de políticas nacionais para iluminação pública eficiente. Ausência de uma estratégia em nível nacional. | Desenhar uma estratégia nacional, incluindo programa de metas. Promover legislação específica; Identificar e designar ator(es) responsáveis.   | Ministério de Minas e Energia; Ministério das Cidades; Ministério de Indústria e Comércio   |
| Insuficiência de capacitação técnica e/ou de gestão de iluminação pública em nível dos municípios.                    | Criação de programa(s) nacionais/estaduais para assistência técnica. Criação de ferramentas para avaliação de projetos. Criação de modelos padronização para contratos de iluminação pública | EletoBrás; Bancos de Desenvolvimento; Bancos Públicos; Agências Estaduais de Desenvolvimento; SENAI; Instituto Brasileiro de Administração Municipal; <b>Universidades</b> e Centros de Estudos |

Tabela 2 – Barreiras e Lacunas na modernização da Iluminação Pública brasileira

Fonte: Adaptado de Banco Mundial (2016)

Por outro lado, resgatando as informações contidas na Tabela 1, é necessário lembrar que atualmente os sistemas de iluminação nos municípios brasileiros, por serem muito defasados tecnologicamente, utilizam em seus processos de fabricação e no funcionamento de lâmpadas e reatores muitos componentes poluentes, que podem ser lançados ao meio ambiente das mais diversas formas, ao longo de sua vida útil e funcional, mas essencialmente ao final dessa é o momento que mais apresentam riscos ao meio ambiente e aos trabalhadores, especialmente se manuseados e descartados sem critérios técnicos mínimos.

No caso da Iluminação Pública no Brasil, essa relação direta com o meio ambiente e a segurança do trabalhador se apresenta especialmente quando da realização da instalação e manutenção desses sistemas de iluminação pois, ainda se encontram em uso ou em processo de descarte, uma quantidade muito grande de lâmpadas de vapor de mercúrio, exemplificadas nas luminárias e lâmpadas vistas na “Figura 2”.



Figura 2 – Luminárias obsoletas (sem óptica definida) com lâmpada vapor de mercúrio  
(Fonte: Autor)

Considerando que o mercúrio é de grande preocupação ambiental, no Brasil, a lei n. 12.305/2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010), a qual prevê a realização de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos, sendo o seu processo de construção descrito no Decreto no 7.404/2010, que a regulamentou. Com a aprovação da mesma pelo Congresso Nacional, deu-se início uma articulação institucional abrangendo os três entes federados (União, Estados e Municípios), buscando desta forma, solucionar os problemas na administração dos resíduos sólidos, no entanto, cabe à União, por intermédio da coordenação do Ministério do Meio Ambiente, no âmbito do Comitê Interministerial, desenvolver o Plano Nacional de Resíduos Sólidos num amplo processo de mobilização e participação social.

No estado do Paraná, a Política Estadual de Resíduos Sólidos, cuja lei 12.493/99 que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências (ainda em vigor) tem proposta de atualização em tramitação desde o ano de 2013 através da Política Estadual de Educação Ambiental (Proposta de Lei 17.505/2013) que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos. A nova legislação de resíduos para o Paraná incluirá a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, envolvendo fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, poder público e consumidores, que têm a obrigação de separar os resíduos secos dos úmidos (PARANÁ, 2017).

A Política de Resíduos Sólidos do Paraná, visa, principalmente, a eliminação de 100% dos lixões no Estado do Paraná e a redução de 30% dos resíduos gerados. Neste sentido a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Paraná – SEMA, através da Resolução 70/2015, regulamentou as atividades do Grupo denominado R20 que reúne gestores municipais das cidades responsáveis por 90% dos resíduos gerados no Paraná (PARANÁ, 2017).

Neste contexto, atualmente cerca de 330 mil lâmpadas aguardam destinação e entre estas estão lâmpadas utilizadas na iluminação de uma maneira geral e também as utilizadas na Iluminação Pública, sendo que todas merecem atenção especial e, não obstante, pela mesma SEMA passaram a ser classificadas como “materiais especiais”, os quais podem provocar sérios problemas ao meio ambiente e ao ser humano devido à sua periculosidade.

Sob a ótica da segurança do trabalhador, as Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e Previdência Social exigem o cumprimento de uma série de procedimentos para trabalho em altura, trabalho em área de risco envolvendo energia elétrica, trabalho com materiais que apresentem periculosidade etc., muitos dos quais não são seguidos pelas prefeituras, seja por falta de equipes capacitadas, ou seja pela falta de equipamentos de manutenção e proteção individual ou coletiva para os trabalhadores.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

Nas análises aqui apresentadas, embora possa representar o que ocorre nos serviços de Iluminação Pública em todo o território nacional brasileiro, conforme veio sendo descrito no item anterior, sua concentração está especificamente no município de Londrina, o qual possui cerca de 554.000 habitantes, e local onde os ativos de Iluminação Pública estão, desde janeiro de 2015, sob a responsabilidade de uma empresa municipal, criada para esse fim, sendo que antes dessa data todo esse ativo era de responsabilidade da Concessionária de Energia que atende o município, a qual mantinha os ativos da iluminação das vias e logradouros e a iluminação ornamental de praças se encontra sob responsabilidade da prefeitura municipal.

Com o recebimento dos ativos de Iluminação Pública, o município, ao cumprir as preconizações da Resolução n. 414, assumiu aproximadamente 62.000 pontos de Iluminação Pública viária e ornamental, os quais se encontravam defasados tecnologicamente, com vida útil decaída ou estendida aos limites máximos de depreciação e na sua maior parte fora dos padrões das normas brasileiras e internacionais de iluminação e segurança, sendo que, dentre essa totalidade de pontos, cerca de 33.000 são de lâmpadas a vapor de mercúrio (80W, 125 W, 250W), os demais são cerca de 26.000 pontos de vapor de sódio (70W, 100 W, 150W, 250 W e 400 W) e aproximadamente 2.000 pontos de outras tecnologias, constituindo assim um grande passivo ambiental e potencial risco de contaminação por mercúrio dos trabalhadores do setor, munícipes e do meio ambiente, sendo portando uma grande preocupação para a gestão desses sistemas (SERCOMTEL, 2016).

Especialmente no que tange à gestão desses ativos, duas fases são de grande relevância:

1. Modernização, onde a maioria dos problemas convergem para a especificação correta e aquisição de produtos de qualidade (devidamente



certificados e que forneçam dados técnicos (consumo, eficiência, fotometria etc.) confiáveis para aplicação em projetos);

2. Manutenção, onde a maioria dos problemas se encontram nas seguintes partes dos aparelhos de iluminação ou etapas de manutenção, em ordem decrescente de ocorrências: lâmpadas queimadas, relés defeituosos, reatores danificados, luminárias danificadas e o descarte adequado em função dos riscos ambientais.

Visando a modernização e seus problemas apresentados acima, considerando adicionalmente a grande variedade de produtos de iluminação à LED ofertados no mercado, se fez necessária a realização de uma bateria de testes em campo (cerca de 1.000 horas de funcionamento) para avaliação do comportamento e confiabilidade da qualidade dos principais aparelhos de iluminação (luminárias e acessórios) disponíveis no mercado à época.

Os testes foram realizados com a substituição de 10 aparelhos de iluminação do tipo luminárias abertas, com lâmpadas vapor de mercúrio (VM-125W), reator e relé fotoelétrico externos, instalados em uma via do tipo coletora, em braços de 2m. O sistema em uso não atendia as preconizações da norma ABNT/NBR 5101.



Figura 3 – (A, B, C) Aspectos visuais da substituição de sistemas de IP a VM por LED

Tais aparelhos de iluminação foram substituídos um a um por 10 luminárias a LED,

de fabricantes distintos (LED-70W a 100W), reatores e relés fotovoltaicos integrados, instaladas em braços de 3m, a uma altura de 7 m sobre postes da rede elétrica da concessionária local, espaçados cerca de 35 m.

As medições dos níveis de iluminamento, em malha de solo, confirmaram aumentos dos níveis de iluminamento dos sistemas a LED em relação aos sistemas a VM conforme “Tabela 3” e um ganho significativo também na percepção das cores na via, conforme “Figura 3”.

| Lâmpada / Luminária  | Nível de Iluminamento no solo, desconsiderados (Medição em 1.000 horas) |   |                         |   |
|--|---|---|-------------------------|---|
|  | Calçada do poste (pé poste, trânsito de pedestres)                      | Na rua sob a luminária (≈3,5m, pista de rolagem da via) | Calçada oposta (14m)    | Entre postes (17,5m) Alinhado c/ luminária (pista de rolagem) |
| Vapor de Mercúrio (VM-125W) / Alumínio est. sem óptica, braço 2m           | 12 lx   | 23 lx   | 0 a 1,5 lx (luz de lua) | 2,2 lx  |
| Vapor de Sódio (VS-100W) / Alumínio est. s/ óptica, braço 2m               | 34 lx   | 36 a 42lx   | 0,8 a 1,9 lx            | 3,5   |
| LED (LED-100 a 180W) / Alumínio, Aço, ABS ou Epoxi, com óptica (braço 3m). | 65 lx   | 72 a 98 lx  | 18 a 25 lx              | 8,0   |

Tabela 3 – Resumo dos pontos da malha de medição dos sistemas de IP (VM, Sódio e LED).

No entanto, no caso específico da modernização com o emprego dos aparelhos de iluminação a LED, após um período de aproximadamente 1.000 horas (três meses) em funcionamento, as luminárias apresentaram depreciação em suas características construtivas, especialmente nas partes mecânicas, pintura e estanqueidade, conforme visto na “Figura 4” e nos detalhes compilados na “Tabela 4”.

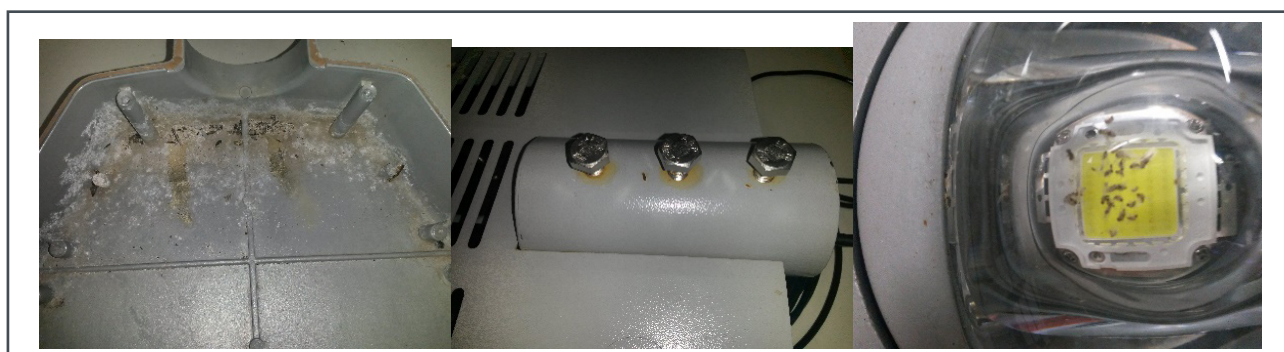


Figura 4 – Aspectos visuais da degradação acelerada de sistemas de IP a LED (Fonte: Autor)

| Teste de 1.000 horas de operação (Aprox. 3 meses de instalação ao tempo) |                          |                    |                    |                         |                              |
|--|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| Fabric.  | A                        | B                  | C                  | D                       | E                            |
| Modelo   | Luminária LED 120 e 180W | Luminária LED 150W | Luminária LED 112W | Luminária LED 70 e 100W | Luminária Indução 100 e 150W |

|              |   |  |   |   |  |
|--------------|---|--|---|---|--|
| Efici.       | 90lm/W  | 100lm/W  | 95lm/W  | 110lm/W   | 95lm/W   |
| TCC          | 5000K   | 5000K  | 5000K   | 5000K   | 5500K  |
| Garantia     | 3 anos  | 5 anos   | 3 anos  | 5 anos  | 5 anos   |
| Vantag.      | 1-Ausência de Driver<br>2-Fabricação nacional   | 1-Usa 1 Led<br>2-Fabricação nacional   | 1-Fabricação Mercosul   | 1-Montagem no Brasil<br>2- Borboletas de abertura   | 1- Borboletas de abertura<br>2-Poucas peças móveis   |
| Desvantagens | 1-Corpo da luminária c/ entrada insetos, fuligem etc.<br>2-Descasc. de pintura nas pontas das chapas.<br>3-Oxidação nas roscas dos parafusos de fixação.<br>4-Oxidação nas soldas do corpo da luminária ao terminal de fixação. | 1-Óptica permitia entrada de insetos, fuligem etc.<br>2-Muito PVC.<br>3-Abertura constante da tampa do driver.<br>4-Acendimento e apagamento inconstantes. | 1-Corpo da luminária aberto para entrada de insetos, fuligem.<br>2-Desbotamento e desc. pintura.<br>3-Três tipos de parafusos de fechamento (sext., yale, philips).<br>4-Apres. halos amarelos no chão em determinados ângulos – óptica ruim. | 1-Fabricação na China<br>2-Apagou um LED na de 100W<br>3-Oxidação total dos parafusos da tampa. | 1-Fabricação na China<br>2- Tamanho muito grande e peso elevado<br>3-Nível de iluminação menor que as LED de potência similar<br>4-Conectores internos de baixa qualidade e oxidação de partes metálicas internas. |

Tabela 4 – Vantagens e desvantagens de cada luminária LED/Indução.

Por outro lado, se considerada a fase da manutenção, diante desta grande quantidade de pontos de iluminação que utilizam lâmpadas a vapor de mercúrio e do elevado índice de solicitações de manutenção de um modo geral, se fez importante realizar acompanhamentos e análises de alguns procedimentos de manutenção e ampliação dos sistemas em campo, desde a operação para subida nos postes até o descarte e/ou armazenamento das partes danificadas e/ou queimadas, considerando a atuação de três empresas, como segue:

- Empresa 1 = responsável por manutenção dos sistemas de IP viário e ornamental.

Manutenção em conformidade com as Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho.



Figura 5 – Empresa 1, realizando substituição e manutenção de Luminárias diversas.

Fonte: Sercomtel IP



Armazenamento de lâmpadas, luminárias e demais materiais danificados para futuro descarte e/ou reciclagem, de acordo com a PNRS.



(Lâmpadas mistas/vapor de mercúrio, luminárias, reatores, relés, classificados e separados)

Figura 6 – Componentes do sistema de iluminação ao fim da vida útil, retirados de campo.

Fonte: Autor/Sercomtel IP

- Empresa 2 = responsável pela modernização e ampliação dos sistemas de IP viário e ornamental.

Manutenção em desconformidade com as Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho.



Fonte: Autor

Fonte: Blog "O Diário"

Figura 7 – Empresa 2, manutenção e instalação de iluminação.

- Empresa 3 = empresa privada contratada de forma temporária para realização de manutenção viária e ornamental (contrato por período definido).

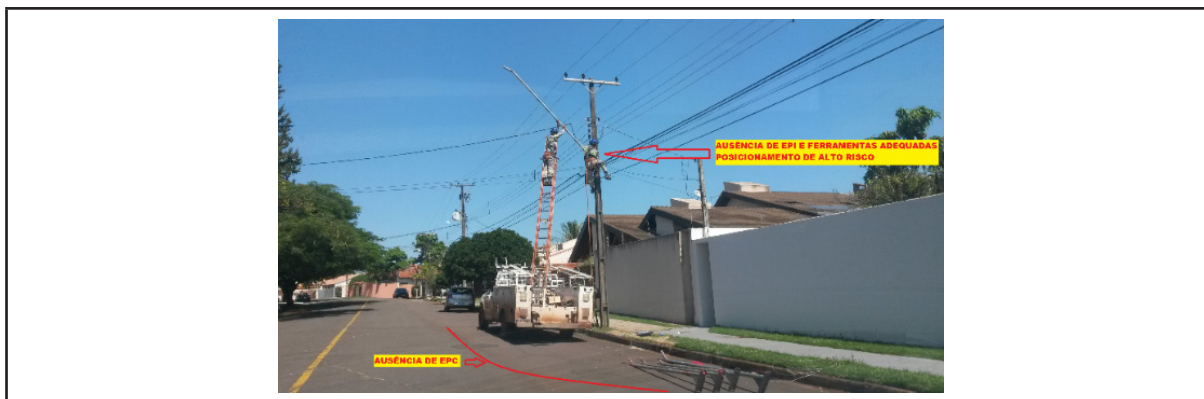


Figura 8 – Empresa 3, substituição de luminárias com lâmpada Vapor de Mercúrio e braço.

### 3 | ANÁLISES

Sobre as possibilidades de modernização dos sistemas de iluminação, se pode constatar que a substituição das luminárias obsoletas e lâmpadas vapor de mercúrio por modernos sistemas a LED pode ser observado um ganho significativo em termos de níveis de iluminamento na via (conforme medições da tabela 3), aumento da fidedignidade das cores de objetos, plantas, veículos e fachadas de residências, com pouca luz invasora em residências e baixa poluição lumínica perceptível, sendo estes últimos parâmetros constatados pelos observadores no local. No entanto, a degradação acelerada dos sistemas de iluminação à LED, especialmente partes mecânicas das luminárias e suas ópticas devido a entrada de resíduos sólidos, umidade e insetos, contribuindo para a diminuição da vida útil da luminária com possibilidade de ocorrência da necessidade de manutenção corretiva antecipada com substituição dessas luminárias ou suas partes muito antes do fim da vida útil do LED, aumentando os custos operacionais do sistema.

Por outro lado, em função dos diversos fabricantes fornecedores das luminárias para testes, das diversas técnicas construtivas de cada produto, de seus diversos designs e eletrônica de controle (drivers) e óptica variados, acaba por ser um fator de preocupação para os gestores da IP, especialmente para controle de estoques, armazenamento e realização de aquisição de partes de reposição.

Sobre a manutenção da Iluminação Pública no município de Londrina, diante dos dados de campo obtidos de forma direta e/ou indireta com as empresas responsáveis por essa manutenção, foi possível constatar que nem todas as empresas, durante a jornada de serviço de seus trabalhadores, cumpriam todos os requisitos de segurança no trabalho e do trabalhador, como pode ser visto nas “Figuras 5 a 8” e comparado na “Tabela 5”.

Constatou-se que a única empresa que segue rigorosamente todos os preceitos técnicos e normativos, visando a segurança do trabalhador e segurança ambiental, na totalidade do tempo de execução dos serviços de manutenção, é a Empresa 1, conforme “tabela 5”.

| Materiais, Equipamentos e Procedimentos Obrigatórios por Legislação (Normas Regulamentadoras e/ou Ambientais)  |  | Emp. 1 | Emp. 2         | Emp. 3         |
|--|--|--------|----------------|----------------|
| EPI <sup>a</sup>   | Capacete   | Sim    | P <sup>e</sup> | Sim            |
|  | Luvas de raspa de couro e isolantes  | Sim    | P <sup>e</sup> | Sim            |
|  | Óculos de Proteção   | Sim    | P <sup>e</sup> | Sim            |
|  | Roupas com proteção térmica e ultra violeta  | Sim    | Não            | Sim            |
|  | Cinto / Talabarte  | Sim    | Sim            | Sim            |
|  | Botina de segurança  | Sim    | Sim            | Sim            |
|  | Filtro solar   | Sim    | D <sup>d</sup> | D <sup>d</sup> |
| Ferramentas  | Ferramentas c/ categoria de isolação adequada  | Sim    | D <sup>d</sup> | D <sup>d</sup> |
| EPC <sup>b</sup>   | Cones sinalizadores e de delimitação de área   | Sim    | Sim            | Não            |
|  | Fitas sinalizadoras e de delimitação de área   | Sim    | D <sup>d</sup> | Não            |
| APR <sup>c</sup>   | Ficha de Análise Preliminar de Risco para cada uma das tarefas a serem realizadas em campo | Sim    | Não            | Não            |
| Veículos   | Veículo adequado ao trabalho (isolamento, ferramentas, sinalização etc.)                   | Sim    | Sim            | Sim            |
| Treinamento e/ ou Capacitação  | Treinamento para trabalho em altura e em áreas de Risco                                    | Sim    | D <sup>d</sup> | Sim            |
| a- Equipamento de Proteção Individual; b- Equipamento de Proteção Coletiva, c- Análise Preliminar de Riscos, d- Desconhecido ou não obtida, e- Utilização parcial ou incorreta |  |        |                |                |

Tabela 5 – Comparativo entre as empresas, de cumprimento às NR's do MTE.

No caso da Empresa 2, toda vez que sua equipe de manutenção foi vista em campo, realizando trabalhos de manutenção de iluminação, sucessivos descumprimentos das normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho foram observados, e sistematicamente usava EPI apenas o trabalhador que subia ao ponto de manutenção no alto do poste enquanto os demais trabalhadores de apoio que ficavam sob o ponto de manutenção ou ao redor desse, não usavam qualquer EPI, além de trabalhadores em obras de ampliação e melhoria da iluminação, realizando atividades de escavação de solo, lançamento de cabos e posteamento em frente aos edifícios da sede da prefeitura, do fórum e da câmara dos vereadores não utilizavam qualquer tipo de EPI, conforme “Figura 7”.

A Empresa 3 cumpria a maioria dos requisitos quanto ao fornecimento de EPI's, no entanto seus trabalhadores, quando em campo, desrespeitavam procedimentos adequados de uso dos mesmos e não faziam uso de EPC, além de agirem em atos inseguros, conforme constatado e visto na “Figura 8”.

Uma vez realizados os serviços de manutenção, os materiais defeituosos, queimados ou danificados pela ação do tempo ou vandalismo são recolhidos por cada empresa e levados para locais de armazenamento para triagem e recuperação, quando possível, e destinação final como sucata ou reciclagem.



| Equipamento                         | Cumprimento às Normas Ambientais   |        |                |                |
|-------------------------------------|--|--------|----------------|----------------|
|                                     | Procedimentos de Descarte  | Emp. 1 | Emp. 2         | Emp. 3         |
| Lâmpadas (Mercúrio, Sódio, etc.)    | Armazenamento em local arejado, protegido das intempéries, devidamente separado para posterior envio a empresa especializada de descarte | Sim    | D <sup>d</sup> | D <sup>d</sup> |
| Luminárias                          | Armazenamento em local adequado, devidamente separado para posterior envio para reciclagem (vidro, alumínio, aço)                        | Sim    | D <sup>d</sup> | Sim            |
| Reatores (Eletromag. e eletrônicos) | Armazenamento em local arejado, protegido das intempéries, devidamente separado para posterior envio para reciclagem de lixo eletrônico  | Sim    | D <sup>d</sup> | Sim            |
| Relés fotoelétricos                 | Armazenamento em local arejado, protegido das intempéries, devidamente separado para posterior envio para reciclagem de lixo eletrônico  | Sim    | D <sup>d</sup> | Sim            |

Tabela 6 – Comparativo entre as empresas, de cumprimento às Normas Ambientais

No caso da Empresa 1, foi constatado que todas as lâmpadas recolhidas pelos trabalhadores são armazenadas em galpão próprio, coberto, fechado (com ventilação) e com piso de cimento. Nessa etapa, as lâmpadas são classificadas de acordo com sua tecnologia construtiva e suas respectivas potências. As lâmpadas de vapor de mercúrio são destinadas em lotes para o descarte especializado, sendo realizado por uma empresa terceirizada devidamente homologada. Todo o manuseio dessas lâmpadas e materiais é realizado por funcionários treinados, qualificados e com a utilização de EPI's adequados, desde a substituição nas luminárias até o descarte. A disposição no galpão não oferece risco de contaminação ambiental devido à sua construção, conforme visto na “Figura e Tabela 6”, tampouco o manuseio das lâmpadas oferece risco ao colaborador devido ao uso adequado dos EPI's.

No caso da Empresa 2, os processos de armazenamento e descarte são desconhecidos e/ou não foram informados, conforme “Tabela 6”.

No caso da Empresa 3, esta informou realizar os procedimentos de segurança laboral e ambiental, realizando a recuperação de grande parte dos equipamentos e dispositivos, dando destinação adequada aos que não são recuperados, respeitando a PNRS, conforme “Tabela 6”.

#### 4 | CONCLUSÕES

Constata-se que, a despeito da grande quantidade de sistemas de iluminação à LED apresentados no mercado como solução para os problemas de modernização da iluminação pública viária e ornamental, a qualidade e durabilidade desses sistemas é altamente questionável, pois se por um lado o LED apresenta grande durabilidade e vida útil longa as luminárias que o acondicionam apresentam uma deterioração

acelerada quando colocadas em teste de campo com exposição às intempéries, insetos e demais agentes agressores.

Tal fato faz com que sejam questionados o retorno de investimento e a baixa manutenção desses sistemas, os quais justificariam sua implantação em larga escala em substituição aos sistemas a vapor de mercúrio ou como alternativa aos sistemas com lâmpadas de vapor de sódio ou vapor metálico. No entanto espera-se que com a entrada em vigor da Portaria n. 20/2017 do INMETRO, em 2019, após os ajustes necessários em alguns itens da mesma, tais problemas sejam eliminados ou minimizados.

Embora os sistemas a LED se encontrem atualmente em uma geração mais avançada que os equipamentos utilizados para os testes aqui relacionados, os problemas de deterioração excessiva e susceptibilidade à queima ainda perduram devido à falta de padronização ou homologação dos produtos por parte das empresas fornecedoras e/ou fabricantes.

Por outro lado, no que tange à manutenção dos sistemas atuais, assim como ocorreu na maioria dos municípios do Brasil, no município de Londrina, a péssima qualidade dos ativos de Iluminação Pública, recebido das concessionárias, foi fator determinante para o aumento das dificuldades de manutenção e dos custos da mesma, aumentando também o número de chamadas para atendimento por defeitos (apagamentos) das luminárias e por consequência aumentando também a exposição dos trabalhadores aos riscos laborais desses serviços.

No estudo apresentado, constatou-se que o poder público, através da equipe de manutenção de iluminação, notoriamente é a “empresa” que possui a menor capacidade técnica e apresenta maior desrespeito às normas técnicas de segurança do trabalho e meio ambiente, para realização de manutenção da Iluminação Pública, portanto é a empresa que mais expõe seus trabalhadores ao risco de acidentes, situação que por inferência deve ser encontrada na maioria dos municípios brasileiros cujas prefeituras não possuem pessoal técnico capacitado para a realização de tais serviços.

Se faz imperativo que as prefeituras dos municípios brasileiros de médio e grande porte elaborem seus respectivos Planos Diretores Municipais de Iluminação Pública, com regras e padrões para aquisição, instalação e manutenção que visem atendimento às normas técnicas de iluminação, segurança do trabalho e meio ambiente. Tais Planos poderiam servir de guia para municípios brasileiros (especialmente os de pequeno porte), quando de sua necessidade de implantar melhorias na iluminação de suas cidades.

## REFERÊNCIAS

ABILUX, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. **Medidas para reduzir o consumo de energia**. 2015. Disponível em: <<http://www.abilux.com.br/portal/informes/055>>. Acesso

em: 26 maio 2017.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa n. 414**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, Brasil, 2010.

BRASIL. **Emenda Constitucional n. 39/02**. Acrescenta o art. 149-A à Constituição Federal (Instituindo contribuição para custeio do serviço de iluminação pública nos Municípios e no Distrito Federal), Brasil, 2002.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, Brasil, 2010.

BRASIL. **Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Previdência Social**. Disponíveis em: [sislex.previdencia.gov.br/](http://sislex.previdencia.gov.br/)

ELETROBRÁS. PROCEL RELUZ. **Descarte de lâmpadas de iluminação pública: guia de manuseio, transporte, armazenamento e destinação final**. Rio de Janeiro, 2004. 13 p. (Manual Prático PROCEL)

MANGILI Jr., J. F.; MARIOTONI, C. A.; SILVA. **Iluminação Pública: Manutenção e modernização, os riscos à saúde, ao meio ambiente e à segurança do trabalhador**. In: ConBreprou - VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Ponta Grossa, dez 2017, ISSN 2237-6143.

PARANÁ. **Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Meio Ambiente. Curitiba, Brasil, Março 2017.

SERCOMTEL ILUMINAÇÃO S. A. **Dados de atendimentos a clientes**. Londrina, Brasil, fev. 2015 a dez. 2016.

WORLD BANK GROUP. **Lighting Brazilian Cities: Business Models for Energy Efficient Public Street Lighting. Energy Sector Management Assistance Program**. Washington: The World Bank, 2016.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-458-0

