



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica & Escola de Química  
Programa de Engenharia Ambiental

Siclinda Omelczuk

“POLÍTICAS E DIRETRIZES PARA A ILUMINAÇÃO PÚBLICA  
NAS COMUNIDADES CARENTES DO RIO DE JANEIRO”

Rio de Janeiro

2015



UFRJ

Siclinda Omelczuk

“POLÍTICAS E DIRETRIZES PARA A ILUMINAÇÃO PÚBLICA  
NAS COMUNIDADES CARENTES DO RIO DE JANEIRO”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental,  
Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Ambiental.

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

Rio de Janeiro

2015

Omelczuk, Siclinda.

Políticas e Diretrizes para Iluminação Pública nas Comunidades carentes do Rio de Janeiro / Siclinda Omelczuk - 2015.

f. 103 :il. 17. 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2015.

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

1. Iluminação pública. 2. Eficientização energética. 3. Integração social. 4. LED. 5. Comunidades carentes. 6. Desenvolvimento sustentável. I. Qualharini, Eduardo Linhares. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Políticas e Diretrizes para Iluminação Pública nas Comunidades Carentes do Rio de Janeiro.



UFRJ

“POLÍTICAS E DIRETRIZES PARA A ILUMINAÇÃO PÚBLICA  
NAS COMUNIDADES CARENTES DO RIO DE JANEIRO”

Siclinda Omelczuk

Eduardo Linhares Qualharini

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

---

Assed Naked Haddad

---

Giovanni Manso Ávila

---

Oswaldo R. da Cruz Filho

Rio de Janeiro

2015

iii

## DEDICATORIA

Dedico este trabalho ao Engenheiro Francisco Pizzini (in memoriam), colega e amigo que por mais de trinta anos me acompanhou na Companhia Municipal de Energia e Iluminação Pública, RIOLUZ, fornecendo nestes dois anos de pesquisa e estudo de campo, todas as condições técnicas e psicológicas para elaboração do projeto piloto na comunidade Tavares Bastos.

A você “Chefe” onde quer que esteja, com todo carinho...

## AGRADECIMENTOS

Assim como meu filho Fabrício, sempre desejei que fosse chegado o momento de escrever os agradecimentos a todos aqueles que me ajudaram e me incentivaram nesta jornada de trabalho. A lista é extensa... mas representativa, afinal ter vários amigos e parentes a quem recorrer é um bom sinal.

Não estaria iniciando esta dedicatória não fosse o prof. Eduardo Linhares Qualharini, meu orientador que efetivamente me “empurrou” para que eu me inscrevesse no mestrado, mesmo com pouco tempo hábil para apresentar todas as documentações e pré-projeto. Sugeriu ideias me incentivou e de repente eu já estava cursando o mestrado em Engenharia Ambiental da UFRJ. Obrigada Qualharini!

Aos participantes da equipe do prof. Qualharini, que sempre colaboraram com profissionalismo e dedicação, meu agradecimento.

Agradeço de coração aos meus queridos filhos, Fernanda, Clarissa e Fabrício que desde o início e de várias formas, colaboraram me estimulando a estudar, diminuir minha ansiedade e acreditar que seria possível ter sucesso nesta empreitada.

A minha filha adotiva Lauren e seu marido Kenji, que prontamente atendiam meus pedidos, seja dando sugestões ou me apoiando quando me viam com “a corda no pescoço” para entregar algum trabalho ou artigo. Todo meu carinho a vocês.

No âmbito da RIOLUZ, empresa responsável pela Iluminação Pública (IP) na cidade do Rio de Janeiro, o apoio de vários profissionais corroborou para a realização deste trabalho:

Em primeiro lugar, agradeço a direção da empresa, ao Sr. Presidente José Henrique Pinto e seus dois diretores, Paulo César dos Santos e Heitor Doyle Maia Sobrinho sem os quais a parceria não teria sido possível.

Na gerencia de projetos o primeiro agradecimento, sem dúvida, é para meu colega e amigo Alcemar da Silva, que com sua paciência e dedicação sempre me acompanhou nos levantamentos de dados e medições na comunidade, elaborando o projeto piloto em *LED (Light Emissiong Diode )*.

Aos outros profissionais, Fernando Flávio Pereira, Marcia Antônio, Lúcia Cajaty, Andréa Cristina Vycas, Denise Basílio, Denise Prado, Marcos Vinicius Ferreira das Neves, Vitor Hugo Pelegrino Medeiros, Misael Pinheiro de Souza (in memoriam) e Antonio Rosa da Silva. Ao gerente da quarta gerência regional de manutenção de IP, Flávio Oliveira Santos e aos componentes das duas turmas de manutenção que foram disponibilizadas para instalar as luminárias *LED* para os testes na comunidade, a todos meu sincero agradecimento.

As pessoas que trabalham com a SCHRÉDER, em especial as irmãs Regina e Cecília Lopes, fundamentais na recomendação de meu projeto ao diretor geral da América Latina, Nicolas Keutgen que visitou a comunidade e cedeu luminárias *LED* para testes. Ao eng. Marcelo Freitas de São Paulo que acompanhou a instalação dos *LEDs* e se entusiasmou com os resultados obtidos, acrescento minha gratidão.

## RESUMO

OMELCZUK, Siclinda. **Políticas e Diretrizes para a Iluminação Pública nas Comunidades Carentes do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental - Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

A não existência de políticas destinadas a iluminação pública (IP) em comunidades carentes, que representam um percentual considerável da população da cidade do Rio de Janeiro, coincide com a premente necessidade de se buscar a eficiência energética direcionada ao desenvolvimento sustentável e preservação do meio ambiente. Considerando isso, o presente trabalho se propõe colaborar na elaboração de políticas e diretrizes para IP em comunidades carentes da cidade do Rio de Janeiro através do desenvolvimento de um projeto piloto utilizando a tecnologia *LED* (*Light Emitting Diode*). O objetivo consiste em garantir a acessibilidade com segurança as moradias, viabilizando o uso das áreas de lazer no período noturno, a integração social e a economia de energia. Baseado em testes comparativos entre as luminárias com lâmpadas de descarga e luminárias com *LED*, criou-se um novo modelo de IP capaz de promover eficiência do consumo de energia elétrica com foco na sustentabilidade e preservação do meio ambiente. As luminárias com tecnologia *LED* demonstraram melhor desempenho técnico econômico com baixo consumo de energia quando comparadas às luminárias com lâmpada de descarga. Além disso, a tecnologia *LED* atende o protocolo internacional *RHOS* (*Restriction of Certain Hazardous substances*), o qual preconiza a não utilização de metais pesados na fabricação das lâmpadas. O novo modelo de IP desenvolvido sugere que sejam feitos estudos *in loco* para identificar a melhor forma de eficiência energética baseada na sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

**Palavras-chave:** iluminação pública; eficiência energética; integração social; *LED*; comunidades carentes; desenvolvimento sustentável.

## ABSTRACT

OMELCZUK, Siclinda. **Políticas e Diretrizes para a Iluminação Pública nas Comunidades Carentes do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental - Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The absence of policies to public illumination (IP) in poor communities, which represent a considerable percentage of the population in Rio de Janeiro, coincides with the urgent need to pursue energy efficiency directed towards sustainable development and environmental preservation. Considering this, the present study aims to collaborate in the development of IP for policies and guidelines in poor communities in the city of Rio de Janeiro through the development of a pilot project using LED technology (Light Emitting Diode). The aim is to ensure safe accessibility villas, enabling the use of recreational areas at night, social integration and energy savings. Based on comparative tests between the fixtures with discharge lamps and luminaires with LED, created a new IP model to promote efficiency of energy consumption with a focus on sustainability and preservation of the environment. The luminaires with LED technology showed better economic technical performance with low power consumption when compared to luminaires with discharge lamp. In addition, the LED technology meets the international protocol RHOS (Restriction of Certain Hazardous substances), which called for no use of heavy metals in the manufacture of lamps. The new IP model developed suggests that they are made on-site studies to identify the best way to energy efficiency based on sustainability and preservation of the environment.

**Keywords:** public illumination; energy efficiency; social integration; LED; poor communities; environmental preservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Luxímetro modelo LD- 209-----	27
Figura 2: Percentual de tipos de lâmpadas na IP no Brasil-----	29
Figura 3: Percentual de tipos de lâmpadas na IP no Rio de Janeiro-----	31
Figura 4: Eficiência luminosa dos diferentes tipos de lâmpadas-----	33
Figura 5: Matriz SWOT-----	41
Figura 6: Tipos de Luminárias <i>LED</i> -----	49
Figura 7: Braço de 0,07 m para luminaria-----	50
Figura 8: Suporte para luminaria <i>LED</i> -----	50
Figura 9: Rua Tavares Bastos Trecho 1 e Trecho 2-----	51
Figura 10: LRJ10 com VS 70W e LRJ35 com MVM 150W-----	52
Figura 11: Planta aerofotogramétrica da comunidade Tavares Bastos-----	53
Figura 12: Área 1 comunidade Tavares Bastos-----	55
Figura 13: Área 2 comunidade Tavares Bastos-----	56
Figura 14: Área 3 comunidade Tavares Bastos-----	57
Figura 15: Área 4 comunidade Tavares Bastos-----	58
Figura 16: Área 5 comunidade Tavares Bastos-----	59
Figura 17: Imagem comparativa de luminária VS 70 W e luminária à LED----	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro com orientações sobre nova IP na comunidade-----65

Quadro 2: Quadro de carga do projeto de IP da comunidade “Tavares Bastos”----70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Iluminância e uniformidade dos logradouros-----	26
Tabela 2: Matriz de ponderação-----	42
Tabela 3: Matriz GUT-----	44
Tabela 4: Questionário sobre IP na comunidade-----	47
Tabela 5: Resultados da iluminância média nas 5 áreas da comunidade	
Tavares Bastos -----	60
Tabela 6: Dados técnicos do fabricante versus luminária existente	
com lâmpada de descarga-----	61
Tabela 7: Percepção dos moradores com relação ao <i>LED</i> instalado -----	63
Tabela 8: Custo anual por ponto de luz e retorno do investimento-----	74

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas

COSIP - Contribuição sobre serviço de iluminação pública

ELETOBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A

Eméd = nível de iluminamento médio

FEIP – Fundo Especial de Iluminação pública

GUT = Gravidade-Urgência-Tendência

IP - Iluminação pública

IRC = Índice de Reprodução de Cor

IV = infra vermelho

K = Kelvin

KWh = kilo watt hora

LED - *Light Emitting Diode*

LIGHT - Companhia de Fornecimento de energia elétrica

m = metro

mm = milímetro

mcd = milicandela

MVM - Multivapor metálico

NBR - Norma brasileira

OLED = *LED* organic

PIB – Produto Interno Bruto

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RHOS = *Restriction of Certain Hazardous Substances*

RELUZ - Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente

VM - Vapor de mercúrio

VS - Vapor de sódio

VSAP - Vapor de sódio de alta pressão

VSBP - Vapor de sódio de baixa pressão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 Apresentação do Tema	15
1.2 Relevância	21
1.3 Objetivo do Trabalho	23
1.4 Metodologia Empregada	23
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>25</b>
2.1 Normas adotadas	25
<b>3 ILUMINAÇÃO PÚBLICA</b>	<b>28</b>
<b>4 CARACTERÍSTICAS DA IP ATUAL</b>	<b>33</b>
4.1 Luminárias com Lâmpadas de Descarga	33
4.2 Luminárias à LED	35
<b>5 ANÁLISE ESTRATÉGICA AMBIENTAL</b>	<b>38</b>
<b>6 ESTUDO DE CAMPO NA COMUNIDADE</b>	<b>46</b>
6.1 Seleção da comunidade e pesquisa de opinião	46
6.2 Diagnóstico da IP e proposições	48
6.3 Medições da IP existente e LED testados	54
6.4 Análises e avaliações comparativas	61
<b>7 NOVO MODELO DE IP BASEADO NO ESTUDO DE CAMPO</b>	<b>66</b>
7.1 Projeto de IP à LED	66
7.2 Comparativo econômico de energia e retorno financeiro	72
7.3 Resultados Esperados	75
7.4 Conclusões	76
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>80</b>
8.1 Críticas	80
8.2 Perspectivas futuras	80
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>82</b>
<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do Tema

Pensar e refletir sobre as mudanças sociais e econômicas pelas quais a humanidade vem atravessando é uma tarefa cada vez mais necessária. Tofler (1980) conseguiu abordar de forma clara este tema descrevendo as transformações pelas quais a humanidade tem passado ao longo dos tempos, sob a forma de ondas. As mais conhecidas são as chamadas “Ondas de Transformação”, que incluem a Revolução Agrícola considerada até 1750 DC, a Revolução Industrial até 1970, e a Revolução do Conhecimento, considerada a partir do ano 2000.

Desta forma, pode-se afirmar que estamos vivendo atualmente a era do conhecimento, embora nem sempre os saberes sejam usados de forma adequada e capaz de fazer com que a interação homem-natureza ocorra de forma equilibrada. O uso intensivo e indiscriminado dos recursos naturais por atores sociais orientados tão somente pelo lucro tem gerado sérios danos ambientais ao planeta Terra.

De acordo com May (2010), a magnitude da punção exercida pelas sociedades humanas sobre o meio ambiente, não pode ser ultrapassada pela “capacidade de carga” do planeta, entendendo-se nesta situação os limites termodinâmicos do mesmo. Como não se conhece essa real capacidade de assimilar a exploração de seus recursos esgotáveis, nem de absorver a imensa quantidade de rejeitos gerados, é preciso adotar uma postura de precaução, que significa agir sem esperar que desastres ecológicos aconteçam.

Ganha assim cada vez mais força, o termo crescimento sustentável. Este foi definido no Relatório Brundtland, como aquele que “satisfaz as necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (UNITED NATIONS ,1987). Conforme escreveu Smeraldi (2009, p.29):

“...a hora é agora... a civilização humana chegou à necessidade de se reinventar com uma abrangência e velocidade inéditas, a partir da drástica redução do espaço ambiental pela qual passou nos últimos anos, assim como em virtude da crise climática em andamento. Não haverá outra chance igual.”

Awad e Leite (2012) vão mais além e enfatizam que o desenvolvimento sustentável será o maior desafio deste século, pois em um planeta cada vez mais urbano, focar na pauta das cidades é fundamental, uma vez que dois terços do consumo mundial de energia advêm das cidades e 75% dos resíduos são gerados nos meios urbanos onde existe um consumo exagerado de água potável. Neste contexto, a relevância da iluminação pública (IP) como ferramenta de desenvolvimento urbano social, tem sido considerada hoje em dia por um grande número de pessoas em todo o mundo. O uso da IP com *LED* vem sendo debatido e crescendo a cada ano, inclusive com novas possibilidades de contribuição para com o meio ambiente.

Encontra-se na nova tecnologia *LED* (*Light Emission Diode*), ou seja, diodo emissor de luz, possibilidades de reduzir significativamente o consumo de energia elétrica no mundo. De acordo com Bluespan, 2009 são consumidos anualmente 151,2 terawattora (TWh), em média de energia elétrica com iluminação pública no mundo. Novas perspectivas surgem com o uso desta tecnologia promissora, mais sustentável e eficiente que as nossas conhecidas fontes luminosas utilizadas até o momento. Esta nova tecnologia vem sendo aprimorada e tem evoluído de forma rápida. Estudos têm apontado outras inovações utilizando a tecnologia *LED*, como o *LED* orgânico (*OLED*), cuja eficiência deve superar em mais de 25% o *LED* tradicional embora possua algumas desvantagens, como o tempo de vida útil menor (ALVES, 2012).

Este fato se evidencia na entrega do prêmio Nobel de Física de 2014, aos físicos japoneses Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura, pela invenção do diodo azul que propiciou a produção industrial do *LED* branco, utilizado para projetos de IP. A Fundação Nobel preconiza: “Lâmpadas incandescentes iluminaram o século XX; o século XXI será iluminado por lâmpadas de *LED*”. Cita ainda que:

"A lâmpada *LED* é uma grande promessa para a melhoria da qualidade de vida de mais de 1,5 bilhão de pessoas no mundo, que não têm acesso às redes de eletricidade: devido ao baixo consumo de energia, *LED* pode ser alimentada por energia solar local de baixo custo" ([www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/Nobel](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/Nobel)).

Alguns exemplos de projetos experimentais utilizando técnicas alternativas de energia, e tecnologia *LED*, foram desenvolvidos por um grupo de estudantes de engenharia e aplicada na maior comunidade carente da África, Kibera, localizada em Nairobi no Quênia. Através da criação de um gerador eólico, que tem a capacidade de carregar baterias, foram alimentadas 17 casas com lâmpadas *LED*. Além do ambiente de aprendizagem gerado neste trabalho a manutenção continuada em parceria com uma rede de organizações quenianas de uma universidade, uma organização não governamental e um órgão comunitário dão suporte e garantia de continuidade ao projeto (THOMAS, 2007).

Embora nem sempre a combinação do baixo consumo de energia, proporcionado pela tecnologia *LED*, com a alimentação por energia solar seja possível, o novo patamar de eficiência e qualidade na IP por *LED* vem sendo testado e implementado em várias cidades do mundo. Grandes cidades, como Las Vegas, Nova Iorque, Londres, Paris, Tóquio, Pequim, Estocolmo, Istambul, cidade do México, entre outras, já possuem parte de suas áreas públicas atendidas com *LED*.

Um estudo realizado pela empresa *SCHRÉDER International*, em uma área urbana de Vadodara, Índia, caracterizada por apresentar vias estreitas similares às encontradas em comunidades do Rio de Janeiro, promoveu a substituição de 45.000 luminárias com lâmpadas de 36 W por luminárias com tecnologia *LED*, modelo SKIDO 13,77 W. Segundo o estudo, foi gerada uma economia de energia de 67% (SCHÉDER, dados não publicados). Outro estudo, realizado em Tamil Nadu, uma área rural deste mesmo país, substituiu 70.000 pontos de luz de 40W por luminárias *LED*, modelo SKIDO 13,77 W, evidenciando uma economia de energia anual em torno de 26.280 MWh (SCHÉDER, dados não publicados).

Essa tendência observada em todo mundo não poderia ser diferente em uma cidade ícone do mundo, como o Rio de Janeiro, onde as belezas naturais contrastam com os problemas de infraestrutura urbana, habitacionais e de segurança. De forma ainda pontual, a tecnologia *LED* vem sendo implementada, principalmente na IP em alguns pontos turísticos da cidade. Na Lagoa Rodrigo de Freitas, por exemplo, foram instaladas, através da Prefeitura do Rio de Janeiro, 540 luminárias *LED* (modelo Ibéria GE) para substituir as antigas lâmpadas de vapor de

sódio de 150W, proporcionando maior luminosidade e menor consumo de energia (LOPES, 2014).

O Rio de Janeiro, cidade com maior número de comunidades carentes do país, possui uma população de mais de 1.400.000 de pessoas vivendo nestes espaços. Mesmo representando quase 23% da população da cidade, estas áreas carregam estigmas e preconceitos que remontam ao começo do século XX, quando surgiram as primeiras comunidades pobres e degradadas, denominadas favelas. Os problemas enfrentados pelos menos favorecidos e a desigual distribuição de renda do país, estimula o crescimento dessas comunidades (IBGE, 2010).

Atualmente também vem sendo utilizado o termo comunidade carente para designar áreas conhecidas como favelas. Para o Instituto Pereira Passos (2012), o Sistema de Assentamentos de Baixa Renda (SABREN), a definição de favela foi estabelecida de acordo com a lei complementar nº 111 de 1/2/2011.

“...área predominantemente habitacional, caracterizada por ocupação clandestina e de baixa renda, precariedade da infraestrutura urbana e de serviços públicos, vias estreitas e alinhamento irregular, ausência de parcelamento formal e vínculos de propriedade e construções não licenciadas, em desacordo com os padrões legais vigentes.”

O crescimento destas comunidades vem sendo vertiginoso desde o surgimento da pioneira favela no morro da Providência, no ano de 1897, no centro do Rio. Até hoje, de acordo com Athayde e Meirelles (2014), se compusessem um dos estados da federação, as favelas existentes no país seriam o quinto mais populoso. Ainda assim, o universo destas comunidades aparece quase sempre desfocado diante da grande mídia, dos intelectuais e de boa parte dos planejadores de negócios.

Dados obtidos do Instituto de Pesquisa Data Favela (2013) dão conta de que a massa de renda estimada nas comunidades brasileiras, girava neste período, em torno de 63 bilhões de reais, o equivalente ao Produto Interno Bruto (PIB) de países como Bolívia e Paraguai sendo que, 51% deste valor estavam concentrados na região sudeste. Se considerarmos o crescimento da economia nestas regiões, percebemos que os esforços no fornecimento dos serviços públicos se encontram

muito aquém do necessário. Esta situação tem se mostrado constante ao longo de muitos anos, até mesmo porque historicamente as comunidades sempre foram relegadas para um segundo plano, ou ainda não estudada como um espaço urbano totalmente desigual dos logradouros normais requerendo por isto tratamento específico.

Visto a situação recorrente na grande parte das comunidades carentes do Rio de Janeiro, há urgência no aprimoramento dos serviços públicos, dado o vasto potencial econômico que existe para ser aproveitado e desenvolvido.

Assim, para enfrentar os graves problemas decorrentes da ausência ou escassez dos serviços públicos, a Administração Municipal do Rio de Janeiro, a partir do ano de 1993, buscou ampliar a acessibilidade urbana para os seus habitantes, criando em 1994 a Secretaria Municipal de Habitação (SMH), onde foram concebidos significativos projetos na área de desenho urbano e infraestrutura, como o “Favela-Bairro”. Este programa contemplou 88 comunidades com construções de novas moradias, aliados a programas complementares de políticas sociais, reflorestamento, educação sanitária e ambiental.

Seguindo esta linha, desde julho de 2010, a Prefeitura do Rio vem, através da SMH, trabalhando no programa “Morar Carioca”, com o objetivo de promover a inclusão através dos equipamentos de integração social e urbana em uma forma mais digna e civilizada. A intenção da prefeitura é integrar todas as comunidades carentes do Rio até 2020, usando a proposta do êxito no projeto das Unidades de Polícia Pacificadora (UPP, na área de segurança pública) e o fornecimento de serviços básicos, necessários as comunidades carentes ([www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=3681783](http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=3681783)).

Um destes serviços fundamentais é a iluminação pública de qualidade, que deve prover o acesso seguro aos moradores nas áreas de circulação e lazer. O órgão responsável por este serviço em todo o Município do Rio de Janeiro é a Companhia Municipal de Energia e Iluminação Pública, a RIOLUZ, vinculada à Secretaria de Conservação e Meio Ambiente da Prefeitura.

A definição de Iluminação Pública atualmente adotada pela resolução n.º 414/2010 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), diz que: “trata-se de um

serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual” (<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>). Nesta pesquisa, entenderemos a IP como sendo a integração do espaço urbano através da iluminação, visando atender aos itens segurança e ambiência na circulação metropolitana.

O custeio dos serviços de IP do município vem do Fundo Especial de Iluminação Pública (FEIP) através de lei aprovada em 2009 e sancionada pelo número 5132 de 17/12/2009. Estes recursos são oriundos da Contribuição para o Custeio de Iluminação Pública do Município (Decreto COSIP - ANEXO A), feita pelos contribuintes, com desconto diretamente na conta de energia elétrica da concessionária de distribuição de energia do Rio de Janeiro, a LIGHT.

Mesmo com este repasse dedicado para a IP e considerando os dados do IBGE (2010) com o representativo percentual da população do Rio de Janeiro que vive em comunidades carentes, no que tange a IP, a RIOLUZ informa que apenas 15% do total de pontos de luz da cidade se encontram nestas áreas.

Em entrevista com Cruz, gerente de projetos Especiais da RIOLUZ, realizada em 2014, teve-se a oportunidade de compreender um pouco melhor como surgiu e como se mantém a IP nas comunidades carentes do Rio de Janeiro. Segundo ele, quando a LIGHT iniciou a prestação de serviços para levar eletricidade aos morros e comunidades, implantou postes para distribuição da rede elétrica e aproveitou os mesmos para instalar alguns pontos de luz com lâmpadas mistas a maioria com potência de 100 W, ligados diretamente na rede de baixa tensão. Com o passar do tempo, toda a IP das comunidades passou a ser assumida pela RIOLUZ que continuou a utilizar a mesma lógica de simples aproveitamento dos postes existentes para substituir as luminárias com lâmpadas mistas por vapor de mercúrio de 100 W. Atualmente a maior parte das comunidades possui lâmpadas de 70 W em vapor de sódio.

Dados obtidos do Relatório anual de IP da RIOLUZ dão conta de que 80% das lâmpadas instaladas nas comunidades carentes são de 70 W com vapor de sódio (VS). Esta potência de lâmpada acarreta, em várias situações, um excesso de luminosidade e maior gasto de energia, provocando desperdício e ineficiência energética. Parte deste problema tem relação com a topográfica destas áreas, na

sua grande maioria situada em morros e encostas, com inúmeras travessas, becos e vielas bastante estreitas e íngremes com larguras que podem variar de menos de um, até três metros (RIOLUZ, 2013).

Diante da precariedade da IP existente nas comunidades carentes, que deveriam ser de especial interesse social pela sua proporção populacional, vislumbra-se uma potencial oportunidade para pensar e sugerir a substituição da IP atual com lâmpadas de descarga, por uma nova tecnologia à *LED*.

Para tal, a elaboração de um projeto piloto em uma comunidade representativa da maioria das comunidades carentes da cidade, apresenta-se como um caminho viável para se chegar a resultados promissores.

Especialmente nestas áreas, com características físicas e geográficas bastante específicas, além de buscar a economia de energia como em todo projeto de IP, a adoção de diretrizes como as preconizadas por DELEUIL, 2009 sobre “Experimentar, Melhorar e Inovar a Iluminação”, é fundamental. Segundo este autor, em locais com extrema diversidade de situações que fogem aos padrões habituais de ruas e espaços urbanos, como o caso das comunidades carentes, o projeto de IP deve ser feito *in loco*.

É imperativo se pesquisar novas ideias, inverter o processo decisivo acerca das luminárias existentes hoje em dia, questionando se elas são as que melhor se adequam aos espaços nas comunidades. É necessário modelar quais os tipos e potências de luminárias melhores se adaptam e se harmonizam com estes ambientes, fornecendo a IP adequada, econômica e com redução de impacto ambiental. Para conseguir isto, torna-se premente estudar cada local, efetuar testes e pensar em inovações que cheguem a soluções mais apropriadas e possíveis de serem implementadas.

## **1.2 Relevância**

A Iluminação pública pode ser considerada como um serviço urbano essencial, capaz de promover qualidade de vida à população, desde que efetivamente implementada com eficiência e eficácia.

O uso da tecnologia *LED* na IP tem sido praticado em diversos países no mundo e tem criado perspectivas positivas no que diz respeito à economia de

energia e sustentabilidade. O potencial do uso desta tecnologia em comunidades carentes tem que ser avaliado.

Neste contexto, se considera importante envolver todos os setores que atuam na IP para que possam em conjunto, buscar as melhores soluções, de forma sustentável, objetivando atender a este representativo percentual da população do Rio de Janeiro que vive em comunidades carentes. Razões para isto não faltam.

A economia de energia é o ponto chave em um projeto de IP, principalmente em um país como o Brasil que passa por dificuldades no sistema de geração de energia.

A falta de uma política pública adequada para a IP em comunidades carentes do Rio de Janeiro torna necessária a avaliação da substituição das luminárias existentes por luminárias com tecnologia *LED*.

A acessibilidade e o lado social são fatores relevantes que justificam o desenvolvimento do trabalho nestas áreas com vielas e acessos sem nenhum padrão específico, que prescindem de projetos capazes de atender tamanha diversidade.

A implantação das UPPs nas comunidades do Rio tornou o momento mais favorável a projetos de urbanização, iluminação e resgate da convivência em espaços públicos.

Fatores operacionais também justificam este trabalho, como a frequente necessidade de manutenção para com as lâmpadas de descarga utilizadas atualmente, devido a sua curta vida útil.

O impacto socioambiental negativo no meio ambiente com o uso de materiais tóxicos na fabricação das lâmpadas de descarga, como mercúrio e chumbo e a emissão de raios ultra violeta (UV) e infra vermelho (IV) liberado por esta tecnologia é outro fator determinante para se pensar em novas tecnologias.

Condições propícias para uma maior efficientização energética, se apresentam com o uso de luminárias à *LED* considerando o aspecto técnico econômico e o impacto sócio ambiental, uma vez que atende ao protocolo internacional *RHOS*

(*Restriction of Certain Hazardous Substances*) - ver ANEXO B, não possuindo elementos tóxicos em sua fabricação como o chumbo e o mercúrio.

### **1.3 Objetivo do Trabalho**

O objetivo deste trabalho é colaborar na elaboração de políticas e diretrizes para iluminação pública em comunidades carentes na cidade do Rio Janeiro através do desenvolvimento de projeto piloto com *LED* em uma comunidade carente, buscando a efficientização energética baseada na sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

Dentre os objetivos específicos, destaca-se a identificação de metodologias para orientar os projetos de iluminação pública em comunidades carentes do Rio de Janeiro; a estruturação de questionários de pesquisa para aplicação junto aos moradores, objetivando o envolvimento e conscientização das pessoas sobre IP sustentável; a identificação de áreas onde encontram-se as maiores barreiras à elaboração de políticas e diretrizes para iluminação pública.

### **1.4 Metodologia Empregada**

Foi elaborada uma análise estratégica ambiental com o objetivo de orientar o desenvolvimento de um projeto de iluminação pública direcionado para uma comunidade carente da cidade do Rio de Janeiro. A seleção da comunidade carente a ser estudada seguiu os seguintes critérios:

- i) ser uma comunidade pequena ou de médio porte;
- ii) relativa condição de segurança pública;
- iii) acesso a serviços básicos como saneamento, coleta de lixo, abastecimento de água potável;
- iv) ter IP com as lâmpadas de descarga (vapor de sódio);
- v) ausência de projetos de iluminação pública previstos.

Estas premissas não garantem mas são indicadores que possibilitam que a execução do estudo e implementação de possível projeto piloto de IP tenha maior chance de sucesso.

Na análise estratégica ambiental foram realizadas a identificação de todos os envolvidos no processo de IP (*stakeholders*), construção de uma matriz SWOT que identifica internamente as forças e fraquezas e externamente as oportunidades e ameaças, e de uma matriz de gravidade urgência e tendência para priorizar as ações a serem tomadas.

No estudo de campo, foi realizada uma pesquisa de opinião com os moradores da comunidade selecionada, através da aplicação de um questionário com 25 perguntas. Foram selecionadas cinco (5) áreas para diagnóstico da IP existente, testes com as novas luminárias *LED* e uma análise comparativa objetivando dados para proposição de um novo modelo de IP para a comunidade. Com base nestas informações, foram elaboradas recomendações e sugestões de diretrizes e políticas a serem adotadas.

Foi elaborado um estudo parcial de avaliação técnico econômico (EVTE) para verificar a viabilidade técnica e econômica da nova proposta de IP para comunidades.

Elaboração de orientações sobre IP a *LED* com informações acerca das características das novas luminárias, seus resultados e benefícios para a comunidade, com o propósito de conscientizar e obter comprometimento dos moradores para com a preservação dos novos equipamentos instalados em suas comunidades.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta as normas utilizadas para elaboração de projetos de IP no âmbito nacional e as adotadas pela empresa responsável pela IP na cidade do Rio de Janeiro, a RIOLUZ, para atender as comunidades carentes.

### 2.1 Normas adotadas

A norma brasileira que atende aos requisitos para um sistema de iluminação pública data de abril de 2012 e encontra-se em vigor desde maio deste mesmo ano NBR 5101:2012 (NBR 5101, 2012), estando embasada em documentos da IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*) como a RP-8 – *Roadway Lighting*.

A RIOLUZ, no âmbito municipal, possui como base para o desenvolvimento de projetos de IP, a Normatização de Projetos de IP, NPI/RIOLUZ (2003) em sua última atualização, segundo a qual classifica as comunidades e suas ruas da seguinte forma:

Grupo “4”, chamado “Especiais”, assim classificados:

4.2 - Ruas de acesso ou principal de comunidades.

4.3 – Ruas internas, escadarias, becos.

Para as áreas de lazer e quadras existentes na comunidade, identificamos o Grupo “5” conhecido como “Áreas de Lazer”, com as seguintes definições e recomendações:

ítem 5.1 – áreas de circulação ou descanso. Sempre um nível acima do local onde estiver situada com um E mínimo de 5 lux.

ítem 5.2 – áreas com campos ou quadras de esportes. Níveis mínimos recomendados pela ABNT, ou norma internacional correspondente, para atender recreação.

Na Tabela 1 encontra-se a indicação da iluminância média mínima de serviço, Ems, e a uniformidade geral, U, mínima recomendada para cada tipo de logradouro:

Os valores de Ems apresentados na Tabela 1 são recomendações válidas para servir de parâmetros quando da elaboração de novos projetos de IP e se faz necessário um cálculo luminotécnico.

Tabela 1: Iluminância e uniformidade dos logradouros (NPI/RIOLUZ, 2003).

Classificação dos logradouros	Ítem	Iluminância média Ems	Uniformidade geral - U
Grupo 4 -Especiais	4.2	$15 < Ems < = 20$	$U > = 0,30$
	4.3	$10 < = Ems < = 15$	$U > = 0,30$
Grupo 5 –Áreas de Lazer	5.1	$15 < = Ems < = 20$	Um nível acima de onde estiver situada, Emin 5 lux
	5.2	$Ems > = 100$	$U > = 0,40$

Fonte: adaptado da Normatização de Projetos de IP RIOLUZ.

Para efetuar as medições do iluminamento é utilizado um aparelho denominado luxímetro. No presente trabalho, para se efetuar as medições necessárias, utilizou-se um luxímetro digital modelo LD – 209, marca Instrutherm, conforme apresentado a seguir na Figura 1.



Figura 1 – Luxímetro modelo LD- 209, marca Instrutherm. Fonte: Catálogo Digital Instrutherm.

O aparelho selecionado para medir os níveis de iluminação apresenta sua escolha pautada nas características de um equipamento de medição com facilidade de uso, que tenha uma regulagem estável e boa precisão em torno de 5%. Estas características são importantes no sentido de se obter uma leitura fidedigna do nível de iluminação que se precisa averiguar no trabalho proposto.

A seguir as características do equipamento utilizado:

1. **Lay de cristal líquido (LCD) de 3 1/2 dígitos**
2. **Escala:**  
0 a 100.000 lux em 3 faixas  
0 a 10.000 Fc em 3 faixas
3. **Função Data Hold (congelamento de dados no display)**
4. **Precisão:  $\pm 5\%$  + 2 dígitos**
5. **Memória: Máxima, mínima e média**
6. **Ajuste de zero**
7. **Desligamento: Manual / automático**
8. **Temperatura de operação: 0 a 50°C**
9. **Alimentação: 1 bateria de 9V**
10. **Dimensões / Peso: 180 x 72 x 32 mm / 335g/ Sonda foto sensora**

### 3 ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Datam do final do século XVIII as primeiras referências de IP no Brasil, mais especificamente no Rio de Janeiro, quando esta cidade se tornou a capital da colônia portuguesa. A IP inicial utilizava o óleo de peixe como combustível em lampadários suspensos instalados em algumas residências e casas do governo. Este tipo de iluminação, extremamente deficiente, servia apenas como orientação para aqueles que circulavam nas ruas. No século XIX com o surgimento da IP a gás, um maior nível de iluminamento possibilitou que se conseguisse iluminar os caminhos, com uma reprodução das cores mais próximas da luz solar, dando início ao conceito de IP que se conhece atualmente. Com o descobrimento do gás fóssil e maior facilidade para sua obtenção, tornou-se economicamente viável a IP. Neste período, o rendimento do gás de carvão era superior em 75% do percentual das lanternas com óleo ou querosene (MENDONÇA, 2004).

Com mais IP, as ruas tornaram-se mais seguras e várias mudanças sociais ocorreram como o uso dos espaços públicos no período noturno oferecendo à população mais possibilidades de lazer e mesmo de negócios.

Em 1876, nosso imperador D. Pedro II esteve na Filadélfia e retornou ao Brasil impressionado com a energia elétrica. Em 1879, após convidar Thomas Edison para introduzir suas invenções no Brasil, inaugurou a iluminação elétrica da estação de trens da Estrada de Ferro D. Pedro II, atual Central do Brasil, com somente seis lâmpadas acionadas por energia elétrica (FRÓES DA SILVA, 2006).

A IP movida a eletricidade surgiu no Brasil em 1883 com a inauguração na cidade de Campos, no Rio de Janeiro, do primeiro serviço de iluminação pública elétrica do país (ROSITO, 2009).

De acordo com o último levantamento da Eletrobrás (2013) elaborado em 2008, a configuração atual da IP no país se concentra nas lâmpadas de vapor de sódio, resultado do Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente – RELUZ, iniciado no ano 2000, que substituiu a maioria das lâmpadas de vapor de mercúrio, mistas e incandescentes por vapor de sódio de alta pressão. Permanece ainda uma quantidade razoável, 32% de lâmpadas de vapor de mercúrio (Figura 2) representativo das lâmpadas utilizadas no país.

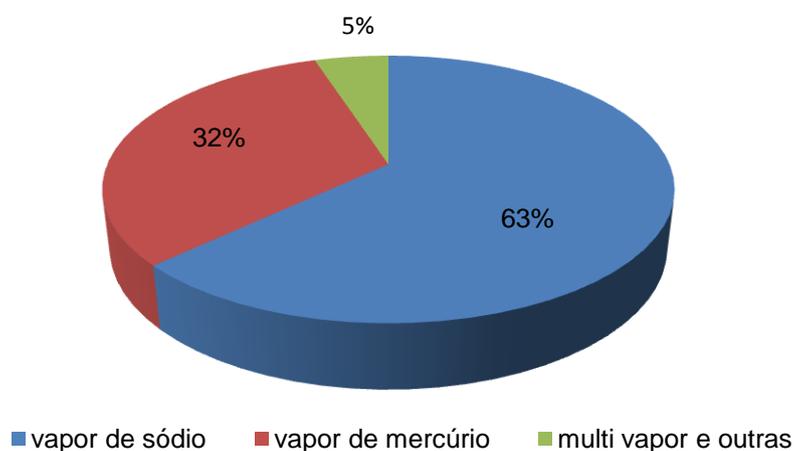


Figura 2 – Percentual de tipos de lâmpadas na IP no Brasil.  
Fonte: Eletrobrás (2013).

Atualmente o país possui um total de 15 milhões de pontos de iluminação, sendo que 9,5 milhões necessitam de renovação e 3 milhões de reposição. A demanda nestes milhões de pontos de luz tem características relevantes, pois corresponde a aproximadamente 4,5% da demanda nacional e a 3% do consumo total de energia elétrica (no horário de ponta do sistema elétrico - das 17:00 h às 22 h), (SIQUEIRA/PROCEL, 2008).

Estes dados passam a ter uma relevância maior quando se observa a situação do fornecimento de energia no país, pois segundo Pinto (2014), o estado do sistema de fornecimento de energia no Brasil é reconhecidamente crítico e a persistência das secas ao longo do verão poderá nos levar a um déficit real de energia.

Neste sentido, o uso da nova tecnologia *LED* se apresenta como uma solução promissora para a IP, colaborando para a eficiência energética e a redução de emissão de carbono no meio ambiente. Alguns resultados já aparecem em várias cidades do país; desde a intenção da cidade com o maior número de pontos de luz

do país, São Paulo, com cerca de 570 mil pontos de IP, até pequenas cidades estão buscando soluções e implementando luminárias à *LED*.

Um exemplo recente é a pequena cidade de Abreu e Lima em Pernambuco, que instalou 100% de *LED* em suas avenidas, ruas, bairros e na comunidade Fosfato. Através do uso de *retrofit* em todo seu processo de substituição das luminárias antigas, está sendo considerada a primeira favela totalmente atendida com IP à *LED* no mundo. Segundo a concessionária houve 65% de economia de energia e deverá ter 50% de economia na manutenção (ABREU, 2013).

Outros exemplos podem ser encontrados em Olinda, no Recife, na Avenida Beira Mar Norte, em Florianópolis, na Av. Paulista e no Parque Ibirapuera, no estado de São Paulo, projeto este inclusive que merece ser citado pelos seus dados e contribuição com sustentabilidade e alta eficiência energética, possibilitando a reprodução das cores da natureza, através do alto IRC do *LED* chegando 350% a mais do que a antiga iluminação (PROJETO, 2014).

No Rio de Janeiro, a cidade com o segundo maior parque luminotécnico do Brasil - o primeiro se encontra na cidade de São Paulo - pode-se observar que as lâmpadas de descarga são predominantes. Na cidade maravilhosa, os 430.000 pontos de luz existentes são representados na Figura 3 através de um gráfico baseado no Relatório Anual da RIOLUZ. Ao comparar o gráfico da cidade do Rio de Janeiro com o gráfico, que representa a IP no país, verifica-se que existe uma grande similaridade entre eles, principalmente no quantitativo de lâmpadas de vapor de sódio e mercúrio instaladas.

Na representação da IP no Rio de Janeiro, os maiores percentuais correspondem a 68% de lâmpadas com vapor de sódio e 23% com lâmpadas a vapor de mercúrio. Os menores percentuais representam 7% em multivapor metálico e 2% de outros tipos (RIOLUZ, 2013).

Este alto percentual de lâmpada de VS, decorre da implantação pela RIOLUZ, do Programa de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, que efficientizou 130.000 pontos de luz, substituindo lâmpadas de vapor de mercúrio por vapor de sódio e multivapor metálico. A maior eficiência luminosa das lâmpadas de sódio em

relação as de vapor de mercúrio, justificou a implementação à época, do programa RELUZ.

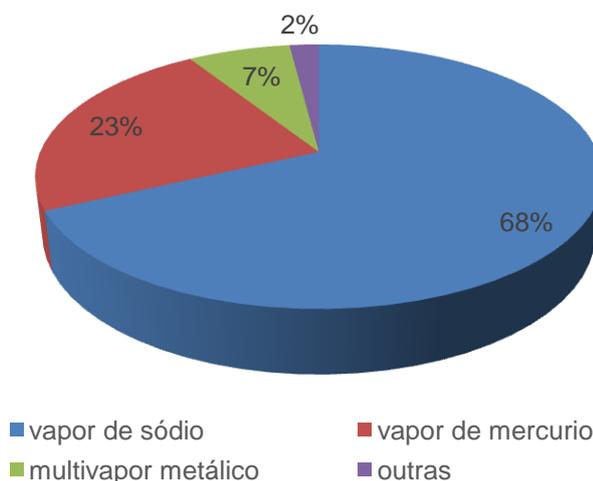


Figura 3 - Percentual de tipos de lâmpadas na IP no Rio de Janeiro. Fonte: Adaptado de RIOLUZ, 2013.

Estando o Rio de Janeiro em segundo lugar com o número de pontos de luz de IP instalados no país, no comparativo entre as cidades brasileiras com pessoas vivendo em comunidades carentes, a cidade está em primeiro lugar. Considere-se também que nestas comunidades carentes, houve um incremento populacional de 27% entre 2000 e 2010, bastante acima do crescimento observado nas outras áreas da cidade, de apenas 7%, conforme o Censo de 2010 (IBGE, 2010).

Embora se tenha crescimento diferenciado nas comunidades carentes, com características peculiares, como becos e vielas estreitas, o tratamento de IP utilizado não é condizente com o de outras áreas da cidade. De acordo com informações do setor de cadastro da RIOLUZ, existem atualmente cerca de 75.000 pontos de luz nas comunidades. O fato das lâmpadas de descarga que mais se sobressaem nas comunidades serem as de 70W, não tem relação direta com a parte técnica e econômica, mas sim pelo fato de ser a lâmpada de descarga de menor potência homologada para uso na IP (RIOLUZ, 2013).

A Prefeitura e a RIOLUZ vêm de forma ainda pontual avaliando e instalando luminárias a *LED*, no sentido de iniciar mudanças no sistema de iluminação pública que podem ser vistas em algumas áreas da cidade, como no Túnel da Grotta Funda, Parque de Madureira, na Catedral São Sebastião e nos Arcos da Lapa, ambos no centro do Rio, e também em algumas ruas de acesso da Comunidade “Chapéu Mangueira” em Copacabana (<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=3681783>).

Estas experiências com uso de *LED* nas comunidades não contemplam suas ruas internas, vielas, escadarias e áreas de passagem, que correspondem a maior parcela dos logradouros da comunidade e as áreas mais carentes de iluminação. Esta ineficiência se deve em parte ao fato de serem as luminárias atuais instaladas somente onde existem postes da concessionária LIGHT, fazendo com que vários becos fiquem sem IP.

Conforme o Relatório Anual da RIOLUZ (2013), constam na cidade maravilhosa 900 pontos de luz instalados com *LED*, havendo previsão de instalar a curto prazo 3.000 pontos que deverão atender as ruas e avenidas de maior acesso aos eventos da cidade. Consta também neste relatório, uma meta estipulada para a RIOLUZ no ano de 2014, referindo-se a redução de 1% nos gastos com consumo de energia na IP.

O caminho sem dúvida é este, de se buscar novos programas de redução de consumo de energia como indicado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico “ONS”, em reportagem recente vinculada no Jornal Nacional da rede Globo de televisão. De acordo com esta reportagem, a região Sudeste é a mais crítica em relação ao fornecimento de energia, pois como todo o resto do país é afetada pelas secas que influenciam diretamente no sistema hidrelétrico predominante, fazendo com que seja necessário fazer uso da energia de base, a térmica, mais cara e poluidora do meio ambiente (Jornal Nacional, Janeiro 2015).

## 4 CARACTERÍSTICAS DA IP ATUAL

### 4.1 Luminárias com Lâmpadas de Descarga

De acordo com os dados apresentados nas Figuras 2 e 3, que representam respectivamente, o quantitativo de pontos de luz na IP do país e no Rio de Janeiro, as lâmpadas mais utilizadas atualmente são as de vapor de sódio (VS) e vapor de mercúrio (VM), cuja eficiência luminosa se pode identificar na Figura 4, que apresenta o crescimento da eficiência das lâmpadas através das tecnologias utilizadas na IP.

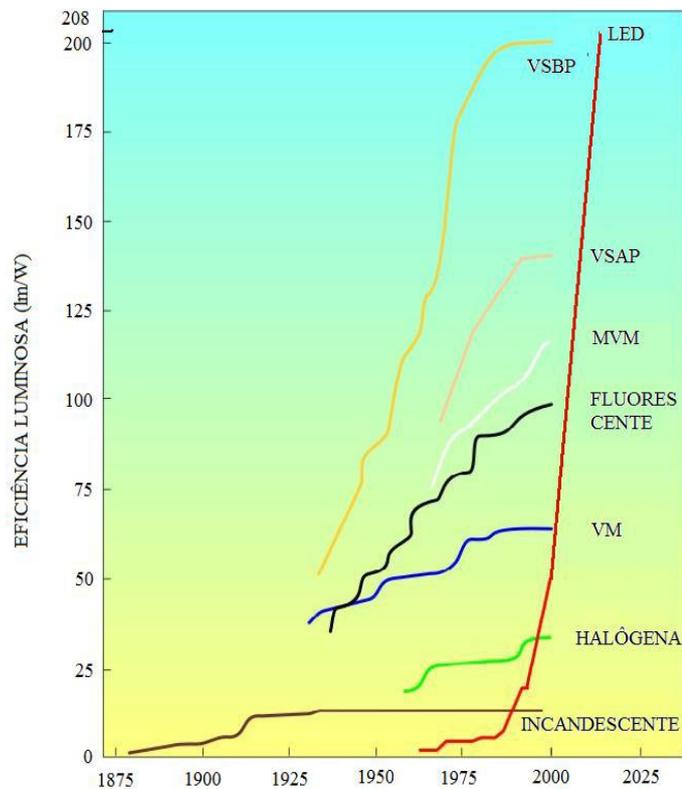


Figura 4- Eficiência luminosa dos diferentes tipos de lâmpadas. Fonte: MURRAY (2010).

Conforme os dados apresentados na Figura 4, as lâmpadas de sódio mais utilizadas no Brasil são aquelas com vapor de sódio de alta pressão (VSAP) e que possuem eficiência luminosa variando de 80 a 140 lm/W, enquanto as de vapor de mercúrio possuem variações de eficiência luminosa entre 45 a 55 lm/W. A nova tecnologia *LED* apresenta o maior índice de eficiência, entre 70 e 208 lm/W. As lâmpadas de vapor de sódio baixa pressão (VSBP) não são utilizadas no país.

O fluxo luminoso das lâmpadas em geral não se mantém constante durante a sua vida útil, sofrendo depreciação em relação ao seu tempo de operação. Este fato se deve influência da temperatura na parte interna das lâmpadas, as flutuações que costumam ocorrer na rede elétrica e também o número de partidas por hora. No caso das lâmpadas de descarga, aquelas que conseguem manter o fluxo luminoso acima de 70%, ultrapassando as 20.000 horas são as VSAP e o *LED*.

A vida mediana das lâmpadas de descarga varia de acordo com a tecnologia usada. Nas lâmpadas VS o tempo costuma variar de 17.000 a 32.000 horas e nas VM, 15.000 horas. Vários fatores devem ser considerados no tempo de vida das lâmpadas, reatores eletromagnéticos ou eletrônicos, tensão da rede de distribuição, vibração e, luminária inadequada (ELETROBRAS, 2013).

A temperatura de cor, ou seja a aparência da cor da luz, medida em Kelvin (K), principalmente em relação as lâmpadas de vapor de sódio que possuem valores entre 1900 a 2800 K, apresentam uma cor amarelada.

O Índice de Reprodução de Cor (IRC) das lâmpadas de vapor de sódio possui um índice considerado baixo, variando entre 20 e 30, distante do valor de referência tido como 100 (reprodução de cor próxima da luz solar). Com estes valores não se consegue visualizar bem os detalhes dos ambientes e podem alterar a aparência da cor dos objetos iluminados.

Outra característica das lâmpadas de descarga é que emitem radiação UV e IV, sendo prejudiciais e deteriorando mais rapidamente os materiais que compõem os equipamentos das luminárias, além de atrair insetos, prejudicando a fauna.

Como estas lâmpadas contém elementos contaminantes como mercúrio e chumbo, segundo a ABNT 10.004/04 elas são classificadas como resíduo perigoso Classe I, que requer procedimentos especiais para seu armazenamento, transporte e descarte (SILVEIRA, 2010).

A maioria das luminárias usadas com as lâmpadas de descarga são fechadas e utilizam um índice para classificar a proteção dos equipamentos – IPXX, onde “XX” representa dois algarismos. O primeiro algarismo informa a proteção contra penetração de pó, poeira ou elementos sólidos de uma determinada dimensão e o

segundo algarismo a proteção contra água em forma de pingos ou jatos. O índice de proteção IPXX está desta forma diretamente relacionado à manutenção, durabilidade e eficiência da luminária.

As lâmpadas de descarga necessitam ainda de equipamentos auxiliares para fornecer as condições corretas para a partida das lâmpadas e para limitar a corrente de circulação no funcionamento das mesmas. Os reatores eletrônicos são os mais utilizados, sendo responsáveis pela eficiência do sistema. Os ignitores servem para fornecer a tensão adequada para a partida das lâmpadas de descarga e os relés fotoelétricos são os responsáveis por ligar e desligar as lâmpadas, sendo seu acionamento efetuado pela luminosidade do ambiente (Iluminância) que irá atuar através de um circuito elétrico o comando para energizar as lâmpadas pela rede de IP.

#### **4.2 Luminárias à LED**

O *LED*, conhecido como diodo emissor de luz foi inicialmente inventado na cor vermelha em 1963 por *Nick Holonyac*, possuindo uma baixa intensidade luminosa de apenas 1 milicandela (mcd). Este semicondutor é formado pela junção de dois pequenos cristais de silício impregnados com diferentes materiais que formam uma junção "PN". Os cristais "P" possuem carga positiva e os cristais "N" carga negativa que ao receberem uma voltagem direta, gera uma reação liberando energia em forma de calor e fótons de luz, que são emitidos pelo *LED* (BRANCACCI, 2009).

Sua primeira utilização foi nos sistemas de sinalização e indicações visuais nas cores vermelha e verde, tendo sido desenvolvida com componentes ópticos que ajudam na reflexão da luz e servem para moldar o padrão de radiação. Diferentemente das lâmpadas de descarga, não utiliza mercúrio em sua composição ou tubo de descarga, apresentando alta resistência a impactos e sem fornecer riscos ao meio ambiente e a saúde. Atende desta forma ao protocolo internacional *RHOS* colaborando para uma IP mais sustentável (SIQUEIRA, 2008).

Na década de 90, com o surgimento do *LED* na cor branca de alta potência (acima de 1W) e com alto fluxo luminoso, este passou a ser utilizado na IP, fazendo com que tivesse assim início uma nova fase na iluminação.

As razões pelas quais o *LED* vem sendo testado com sucesso na área de IP remetem às suas características, como sua longa vida útil, estimada em torno de 50.000 horas podendo em alguns casos chegar a 65.000 horas. Sua vida útil está diretamente ligada a corrente de alimentação, a influência da temperatura ambiente e a temperatura de junção.

Outra característica do *LED* em projetos de IP é o uso do conceito de vida útil, uma vez que não ocorre a queima de todos os *LED* ao mesmo tempo, não existindo a possibilidade de interrupção total na emissão de luz.

A temperatura de cor é outro fator relevante, que no caso do *LED* costuma variar de 2600 a 8300 K, fazendo com que a tonalidade seja bem clara, inclusive na cor branca, bem próxima da luz solar que tem um valor em torno de 5500 K. Outro fato relevante tem relação com a emissão do espectro da luz pelo *LED* que se encontra dentro do campo de visão do homem resultando no período noturno, em um retorno da visão mais eficiente principalmente quando comparado com as lâmpadas de vapor de sódio.

O alto IRC do *LED*, que pode variar de 70 a 80, possui valores bem próximos da referência máxima tida como 100, fazendo com que os objetos iluminados reflitam as suas verdadeiras cores, aumentando a percepção de detalhes, apresentando definições de borda e contrastes muito nítidos, características estas essenciais a uma boa iluminação.

O fato do fluxo luminoso do *LED* ter a possibilidade de ser dirigido às áreas que se deseja iluminar, com emissão de luz em ângulo de abertura menor que 180 graus, propicia redução de desperdício de iluminação, fazendo com que seja otimizada a utilização do fluxo diretamente para onde se deseja iluminar. O *LED* necessita desta forma de menos lúmens para obter a mesma iluminância que as lâmpadas de descarga.

A não emissão de raios ultravioleta e infra vermelho no *LED* faz com que os insetos não sejam atraídos pela luz, minimizando problemas com a fauna e com os equipamentos. No entanto sabe-se que esta tecnologia ainda se encontra em fase de descobertas e aprimoramento, sendo que ainda não se encontra no mercado um expressivo número de fabricantes destes equipamentos com a qualidade

assegurada. Acredita-se que de um total de 100 fabricantes nesta área, apenas 10 possuem condições de produzir equipamentos para IP com alta qualidade para que se obtenha os ganhos relatados (GRAH-Lighting,2013).

Face ao exposto, neste contexto, encontramos na nova tecnologia de *LED* características técnicas e de sustentabilidade que a capacita para substituir com vantagens as atuais lâmpadas de descarga utilizadas na iluminação pública. Alguns estudos inclusive já passam a referenciá-la como “O novo paradigma da Iluminação Pública” (SALES, 2011).

## 5 ANÁLISE ESTRATÉGICA AMBIENTAL

A análise estratégica ambiental foi realizada com o intuito de planejar as ações a serem realizadas no projeto piloto, identificar as prioridades e constatar as possíveis perdas e ganhos da realização de um projeto piloto de IP em uma comunidade carente.

Para embasar este trabalho, foram identificados inicialmente, os colaboradores públicos e privados responsáveis pelo processo de definição, criação e implementação de diretrizes voltadas à IP no município do Rio de Janeiro, a saber:

- Companhia Municipal de Energia e Iluminação – RIOLUZ;
- fabricante de equipamento a *LED* (SCHRÉDER);
- representante de Instituição Superior de Ensino - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ;
- representante da comunidade selecionada para o projeto-piloto;
- moradores da comunidade selecionada;
- concessionária de distribuição de energia elétrica-LIGHT S/A;
- Petrobras/Eletróbras.

Foi de relevante importância neste processo o fato da autora ter trabalhado por longos anos na RIOLUZ. O capital de relacionamento desenvolvido ao longo do tempo com o quadro técnico desta empresa foi fundamental para a obtenção das orientações, informações e consequentes tomadas de decisões necessárias a respeito do projeto. Contando com apoio do gerente de Planejamento e Projetos da empresa à época, Eng. Francisco Pizzini, foi possível obter os dados de IP atualmente existentes nas comunidades, estudar as Normas de Projeto de IP e manter contato com fabricantes de equipamentos de *LED* habilitados e cadastrados na empresa. Na busca por fabricantes de *LED* com produtos já homologados pela RIOLUZ, foi identificado apenas um potencial fornecedor de origem belga, a SCHRÉDER do Brasil, que mostrou-se interessada em participar do estudo, fornecendo nove luminárias à *LED* de baixa potência para testes na comunidade.

A ideia de elaborar um projeto piloto utilizando a tecnologia *LED in loco* na IP de uma comunidade carente foi considerada de extrema relevância estratégica para a empresa, uma vez que não existe uma política específica que atenda estas áreas da cidade.

Utilizando a ferramenta de análise de cenário (matriz SWOT) apresentam-se os fatores externos (oportunidades e ameaças) e internos (forças e fraquezas) existentes neste projeto de IP a ser desenvolvido para a comunidade:

**Fatores externos:**

**Oportunidades:**

- Ter uma iluminação com mais qualidade e de forma sustentável na comunidade.
- Aumentar a eficiência energética.
- Fazer com que os moradores destas áreas se sintam inseridos como cidadãos partícipes da sociedade em que vivem.
- Propiciar uma mudança cultural, levando uma iluminação mais eficiente através da tecnologia de *LED* que poderá ser expandida para outras comunidades.
- Proporcionar um aumento da demanda e um aquecimento no mercado das lâmpadas de *LED*.
- Fortalecer a imagem da empresa prestadora de serviços de IP (RIOLUZ).
- Utilização de recursos financeiros destinados à eficiência energética através da LIGHT, Petrobras ou Eletrobrás.

**Ameaças:**

- Descrédito dos moradores quanto aos serviços prestados.
- Perda de oportunidade de melhorar o acesso e lazer dos moradores na comunidade.

- Não obtenção de financiamento para implementação do projeto piloto na comunidade.

**Fatores Internos:****Forças:**

- O apoio técnico da RIOLUZ e da empresa fabricante de *LED* neste projeto.
- O envolvimento dos moradores da comunidade.
- O fato de a comunidade estar pacificada e ter serviços básicos já implementados.

**Fraquezas:**

- Difícil acesso a alguns locais da comunidade (ruas e vielas muito estreitas).
- Resistência dos órgãos públicos em utilizar esta nova tecnologia nas comunidades.
- Necessidade de importação de *LED* e pouca disponibilidade de fornecimento de equipamentos à *LED* de baixa potência.

A Figura 5 apresenta a matriz SWOT, com a identificação dos seus fatores externos (oportunidades e ameaças) e internos (forças e fraquezas) referentes ao projeto de implementação da iluminação de *LED* na comunidade *Tavares Bastos*.

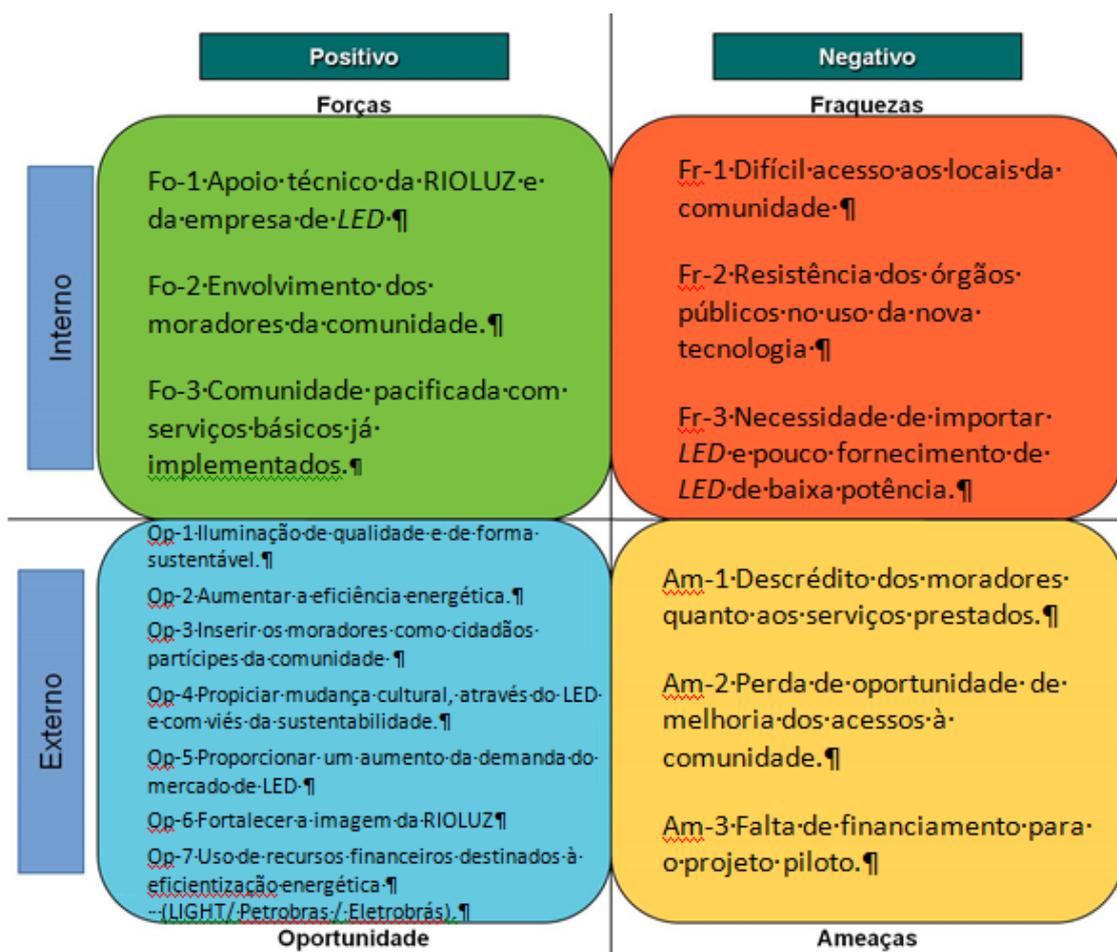


Figura 5: Matriz SWOT - desenvolvida para o projeto piloto.

A partir da análise da matriz SWOT, foi desenvolvida a matriz chamada de “matriz de ponderação”, onde foram atribuídos pesos para as forças e fraquezas e para as oportunidades e ameaças identificadas no estudo (Tabela 2). O objetivo ao elaborar esta matriz foi quantificar o valor estratégico destes fatores para o sucesso do projeto. Definiu-se os pesos 1, 2 e 3, considerando o grau de sua influência em cada um dos cruzamentos dos fatores externos com os internos.

Os pesos atribuídos foram:

- 1.- Não influencia.
- 2.- Influencia pouco.
- 3.- Influencia muito.

A Tabela 2 apresenta a relação entre os pesos dos fatores externos (oportunidades e ameaças) e fatores internos (forças e fraquezas) do projeto de implementação da nova iluminação utilizando a tecnologia *LED* na comunidade Tavares Bastos.

Tabela 2: Matriz de ponderação.

Matriz de Ponderação da SWOT													
	Fatores externos	Oportunidades							Ameaças				
Fatores Internos		Op-1	Op-2	Op-3	Op-4	Op-5	Op-6	Op-7	Sub-Total	Am-1	Am-2	Am-3	Sub-Total
Forças	Fo-1	3	3	3	3	3	3	3	2187	3	3	3	27
	Fo-2	2	2	3	3	2	2	2	288	3	3	2	18
	Fo-3	2	1	3	3	1	2	3	108	2	2	2	8
<b>Total</b>									<b>2583</b>				<b>53</b>
Fraquezas	Fr-1	2	1	2	2	1	1	2	16	2	3	2	12
	Fr-2	3	2	2	2	3	3	2	432	2	2	3	12
	Fr-3	2	2	1	2	3	2	2	96	1	2	2	4
<b>Total</b>									<b>544</b>				<b>28</b>

Com base na ponderação tabulada, foram multiplicados os pesos de forma análoga à matriz “Gravidade-Urgência-Tendência” – GUT, para se obter o sub-total e o total de combinação. Os maiores produtos obtidos dos cruzamentos dos fatores internos com os externos indicam que devemos nortear as ações a serem tomadas, priorizando as oportunidades com a força interna número um (Fo-1), objetivando o fortalecimento com o apoio técnico da empresa de *LED* e de IP (RIOLUZ).

O estabelecimento da parceria entre a empresa fabricante de *LED*, SCHRÉDER e da empresa responsável pela IP na cidade apresentou-se de suma relevância nesta análise constatado o alto valor desta combinação, 2187 pontos, a única a apresentar valor maior que três dígitos.

A partir deste estudo foram priorizadas as seguintes ações necessárias ao desenvolvimento do projeto piloto pretendido:

**Ação I** – Promover parceria de colaboração técnica e operacional entre órgão responsável pela IP no Município do Rio de Janeiro (RIOLUZ), empresa fabricante de luminária *LED* no Brasil (SCHRÉDER) e representante da Instituição de Pesquisa Oficial de Ensino (UFRJ).

**Ação II** - Propor a escolha de uma comunidade que fosse modelo representativo da maioria das comunidades carentes na cidade do Rio de Janeiro, a nível de IP para efetuar estudos pertinentes com o uso de tecnologia *LED*.

**Ação III** - Estudar a elaboração e aplicação de questionário junto aos moradores da comunidade selecionada, visando obter dados relativos a atual IP, necessidade de melhorias e de um novo projeto com luminárias à *LED*.

**Ação IV** - Buscar a elaboração de diagnóstico da situação atual de IP na comunidade através de vistorias e medições do nível de iluminação com as lâmpadas de descarga.

**Ação V** – Verificar se existe algum projeto novo de fornecimento de energia elétrica junto à LIGHT para a comunidade escolhida para estudo.

**Ação VI** - Apresentar um novo modelo de IP à *LED*, para ser instalada na comunidade, com instalação de luminárias *LED* para testes comparativos com as lâmpadas existentes de 70W (VS).

**Ação VII** - Com base nos testes de campo, elaborar projeto e orçamento de IP para toda a comunidade dentro das normas e padrões vigentes da RIOLUZ.

**Ação VIII** - Buscar financiamento para execução do projeto piloto junto aos órgãos competentes que fornecem subsídios para projetos sustentáveis e/ou de eficiência de energia como LIGHT, Petrobras ou Eletrobrás.

A partir da lista de ações, foi elaborada a matriz GUT apresentada na Tabela 3, com a finalidade de nortear as medidas a serem tomadas para a realização do trabalho. Foram adotados os seguintes valores baseados na gravidade do problema (relacionado a ação), na urgência das ações e na tendência (se nada for feito).

- 1 - Pouco importante.
- 2 - Importante.
- 3 - Alta importância.
- 4 - Altíssima importância.

Tabela 3: Matriz GUT.

Ações	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau	Sequencia
				GxUxT	Ações
I Promover parcerias	4	3	4	48	1
II Escolher comunidade	3	3	3	27	2
III Aplicar questionário	3	2	3	18	3
IV Elaborar diagnóstico	2	3	3	18	3
V Identificar projeto novo	2	2	3	12	4
VI Propor nova IP	2	2	2	8	5
VII Elaborar projeto de IP	2	2	1	4	6
VIII Buscar financiamento	2	2	1	4	6

Com base na análise da matriz GUT e na matriz de ponderação a atividade mais importante confirmou-se como a ligada com a ação que destaca a importância da criação de parceria entre o órgão responsável pela Iluminação pública no Município do Rio de Janeiro (RIOLUZ), uma empresa fabricante de *LED* no Brasil e representante da Instituição Oficial de Ensino (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ). Observa-se que a segunda ação com maior número de pontos recai na escolha de uma comunidade para o projeto piloto, elemento crítico para a sequência e andamento do projeto. Dando continuidade, segundo a matriz GUT, encontra-se a premência de aplicação de questionário para identificar

posicionamento dos moradores do local quanto a IP e elaboração de um diagnóstico da IP atual existente.

Na iluminação pública, existe um fator que precisa ser pesquisado antes do desenvolvimento de um novo projeto de IP: uma pesquisa junto a empresa de fornecimento de energia elétrica, neste caso a LIGHT, para verificar sobre a existência de possível novo projeto para a comunidade, que venha a influenciar na elaboração do projeto de IP.

A quinta pontuação na matriz GUT, apresenta a importância de um novo modelo de IP com *LED* fundamentado em testes com luminárias à *LED* instaladas na comunidade visto que não foi encontrado nenhum registro na RIOLUZ de testes com *LED* para as ruas internas da comunidade.

As duas últimas ações indicadas na matriz GUT recomendam percorrer caminhos em paralelo; na elaboração de um projeto piloto para a comunidade e na busca de potenciais órgãos e/ou empresas capazes de oferecer aporte a este projeto, baseado em efficientização e que utiliza tecnologia mais limpa, um ponto considerado crucial nesta empreitada.

## 6 ESTUDO DE CAMPO NA COMUNIDADE

### 6.1 Seleção da comunidade e pesquisa de opinião

Visando atender a recomendação do planejamento estratégico ambiental elaborado neste estudo, formalizou-se uma parceria com o órgão responsável pela IP na cidade, RIOLUZ, através da abertura de um processo administrativo com esta empresa através do número 26 - 401903/2013 (ANEXO C).

Reuniões foram realizadas com técnicos da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Urbanismo (SMH), RIOLUZ, fabricante de materiais para IP à *LED* - SCHRÉDER, representante da comunidade e da UFRJ que contribuíram para a seleção da comunidade a ser estudada.

A escolha do local mais adequado recaiu na Comunidade Tavares Bastos, localizada no bairro Catete, zona sul do Rio, por se tratar de uma comunidade pequena, com cerca de 1100 moradores, aproximadamente 360 moradias, atendendo as condições e aos parâmetros descritos acima como desejados (<sup>1</sup>).

Foram realizadas visitas a comunidade, juntamente com os representantes da RIOLUZ, SCHRÉDER, UFRJ e da comunidade, para reconhecimento da área e verificação da aceitabilidade dos moradores quanto ao desenvolvimento de um projeto piloto com *LED*.

A aplicação do questionário foi realizada com os moradores contando com o apoio e a presença dos representantes da comunidade. Foram tabuladas 25 entrevistas, utilizando um questionário por moradia/família (Tabela 4), tendo sido efetivada nos dias 13 e 14 de abril de 2013.

A análise das respostas identificou a real necessidade de melhorar e atender áreas da comunidade, que se encontram com IP ineficiente ou inoperante. Como informado inicialmente pela RIOLUZ, ficou compreendido que toda a comunidade se encontrava com IP, no entanto, as consultas feitas aos moradores revelaram percentual significativo de 40% dos logradouros sem IP (questão 1).

---

<sup>1</sup> <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/sabren/index.html>

Outro ponto avaliado é a valoração da IP pelos moradores no que tange a sua relação com a segurança, confirmado pelo percentual de 94% de pessoas que consideram que a IP contribui para sua segurança (questão 3).

Outra questão abordada no questionário, relacionada a atos de vandalismo e roubo de equipamentos de IP, revelou que esta situação acontece com um índice de 13%, considerado aceitável para estas áreas (questão 5).

Tabela 4 – Questionário sobre IP na comunidade.

<b>QUESTÕES APLICADAS</b>	<b>Sim %</b>	<b>Não %</b>
1- Sua rua possui Iluminação pública (IP)?	60	40
2- Você considera importante ter IP na sua rua?	100	0
3- Você acha que a IP contribui para sua segurança?	94	6
4- Considera que a IP em sua comunidade precisa de melhorias?	100	0
5- Existem muitos atos de vandalismo e roubos de equipamentos de IP em sua comunidade?	13	87
6- Você gostaria de receber orientações sobre educação ambiental visando a preservação do meio ambiente?	100	0
7- Você acha importante sua comunidade ter IP à LED?	100	0
8- Existe outro serviço básico que você considere necessário ser aprimorado em sua comunidade?	100	0

Considerando as respostas da questão seis (6), com a totalidade dos entrevistados favoráveis a receber orientações e dicas de educação ambiental em IP, e ainda visando a preservação e acessibilidade do meio urbano da comunidade foi estudada a criação de colaboradores na comunidade, intitulados “*Guardiões da Iluminação Pública*”. A proposta visa orientar algumas pessoas da comunidade sobre noções de sustentabilidade e como colaborar para a manutenção da IP. A expectativa é de que estas pessoas possam se tornar atores multiplicadores de

uma mudança cultural no local, ajudando na inclusão social e aprendendo a proteger o meio ambiente em que estão inseridos.

Na questão oito pode-se observar que todos os entrevistados citaram os serviços já existentes, de saneamento básico, fornecimento de água e coleta de lixo com necessidade de aprimoramento. O abastecimento de água segundo os moradores apresenta interrupções frequentes, permanecendo por mais de dois ou três dias suspenso. Apesar da existência de coleta e tratamento de esgoto na comunidade, não raro, de acordo com seus moradores, surgem vazamentos que provocam mau cheiro e odor por toda a área. Os serviços de recolhimento de lixo foram considerados bons, mas comentários citados pelos entrevistados dão conta de que existe um número inadequado de caçambas utilizadas para armazenamento. O excesso de lixo que permanece na rua e na praça principal, causando mau cheiro, atraindo insetos e gerando riscos para a saúde de seus moradores.

## **6.2 Diagnóstico da IP e proposições**

As visitas e o levantamento de dados na comunidade Tavares Bastos contaram com o apoio institucional de técnicos da RIOLUZ, representante da comunidade, da Instituição de Pesquisa e Ensino da UFRJ e da empresa SCHRÉDER.

Em pesquisa feita junto ao setor de cadastro da RIOLUZ, verificou-se a existência de ofício de interligação com quarenta e nove pontos de luz instalados na Comunidade Tavares Bastos que foram comunicados à LIGHT. Entretanto, não existia nenhum projeto luminotécnico de IP na RIOLUZ com este quantitativo de pontos para esta comunidade. Desta forma, no presente trabalho foi necessário, com auxílio de plantas aerofotogramétricas da RIOLUZ e da LIGHT, efetuar o levantamento de todos os pontos de luz existentes na comunidade. As vistorias foram efetuadas durante o dia e algumas vezes à noite. No período noturno foi possível observar que vários becos e travessas não foram contemplados com IP.

Perante esta situação, foram necessárias novas visitas no período da noite com objetivo de identificar áreas não atendidas pela IP existente. As características identificadas nessas áreas foram escadarias e becos, alguns com pé direito que

não ultrapassam 2,7 m de altura, sem postes da LIGHT. Devido à ausência de postes, para se efetuar os testes com a nova tecnologia *LED* surgiu a necessidade da busca de outras alternativas para a instalação dos pontos de luz a serem testados nestas áreas. Foram então idealizadas fixações com braços reduzidos e suportes de fixação diretamente nas paredes de alvenaria ou marquises de algumas casas da comunidade. Para que houvesse condições de efetivar estas alternativas foi determinante efetuar consulta e pedido de autorização aos moradores das casas das comunidades, onde seriam instaladas as luminárias *LED*. Para facilitar a identificação dos pontos selecionados para implantação do *LED* nestas condições específicas, foram feitas marcações com tinta colorida biodegradável, assinalando com “X” os referidos pontos.

Apresenta-se a seguir os modelos de equipamentos à *LED* selecionados para os testes e que foram instalados na comunidade (Figura 6A, B e C).



Figura 6: Tipos de luminárias *LED*. (A) Luminária *LED* 13,77 W, (B) Luminária *LED* 38W, (C) Luminária *LED* 42W. Fonte: SCHRÉDER.

Para as situações em que as luminárias *LED* não foram instaladas nos postes existentes da LIGHT, três suportes foram desenvolvidos em aço galvanizado a quente, tipo 1010/2020 e pintados com tinta anticorrosiva cinza metálico. A Figura 7 mostra o braço com 0,07 m, bocal 35 mm, que pode tanto ser utilizado em postes ou fixado nas paredes de alvenaria das residências. Um segundo suporte foi desenvolvido com 0,20 m (dado não mostrado). Este modelo foi utilizado especificamente para instalação da luminária SKIDO, NANO LED e BRIKA.



Figura 7: Braço de 0,07 m para luminaria.

A Figura 8 apresenta o modelo de suporte para utilização em tetos ou marquises através de quatro chumbadores (bucha 7 mm), com 0,20 m de comprimento por 0,15 m de largura e bocal de 35 mm, para serem fixados nos locais selecionados. Este modelo foi utilizado especificamente para instalação da luminária SKIDO.



Figura 8: Suporte para luminaria *LED*.

Os modelos de suporte desenvolvidos atendem os trechos da Rua Tavares Bastos (Figura 9) que encontram-se interligadas através de marquises e mesmo de caixas d'água, obstáculos estes encontrados ao se percorrer as ruas internas da

comunidade, onde verifica-se que muitas vezes a Rua ou Beco se assemelha a um corredor de baixa altura devido as marquises e construções interligadas.

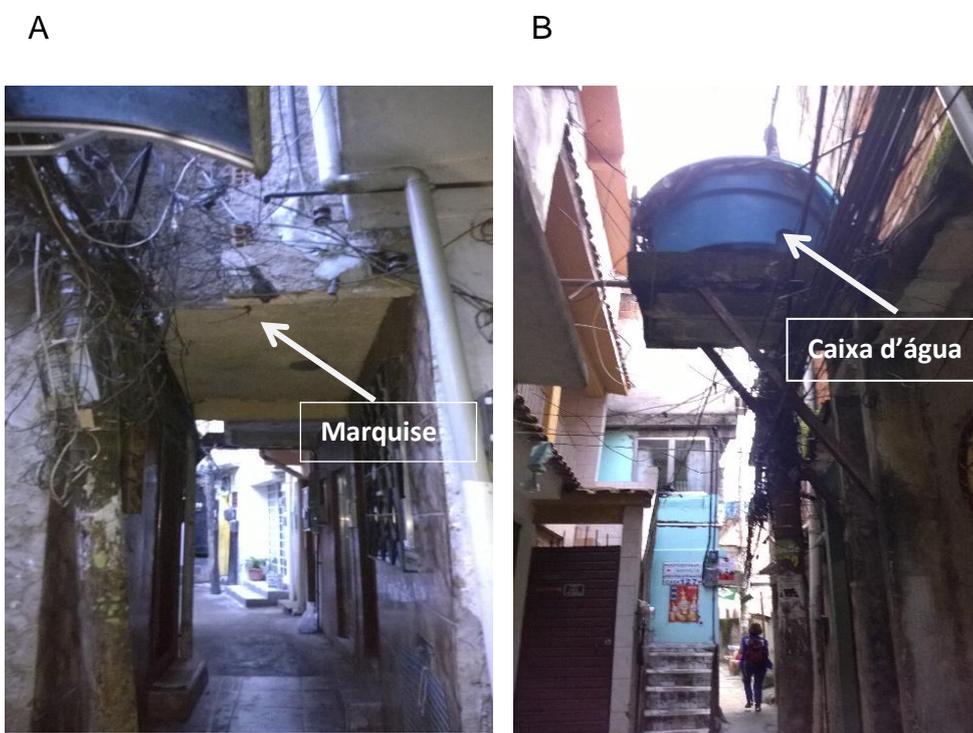


Figura 9: Rua Tavares Bastos Trecho 1 (A) e Trecho 2 (B).

Foram feitas posteriormente vistorias para se identificar áreas representativas dentro da comunidade onde se pudesse efetuar um diagnóstico da IP existente e instaladas luminárias *LED* para testes comparativos.

Em alguns becos existentes, a largura não ultrapassa 1m, não existindo postes da LIGHT nem IP instalados. Nestes casos permanece a total escuridão ou os moradores utilizam algum tipo de iluminação de apoio, como lâmpadas fluorescentes na fachada de suas casas, possibilitando o acesso às suas moradias.

A seguir demonstra-se os dois tipos de luminárias mais utilizadas na comunidade Tavares Bastos (Figura 10).

A



B



Figura 10: LRJ10 com VS 70W (A) e LRJ35 com MVM 150W (B). Fonte: RIOLUZ.

A luminária LRJ10 (Figura 10A) encontra-se em processo de substituição definitiva pela RIOLUZ uma vez que seu rendimento luminotécnico e eficácia são prejudicados pelo fato de não possuir proteção reflexiva. A luminária LRJ35 (Figura 10B) continuará a ser utilizada por estar de acordo com as Normas recomendadas pela RIOLUZ.

Foram selecionadas cinco (5) áreas da comunidade conforme demonstradas na Figura 11, consideradas representativas para efetuar medições da IP atual e para instalação de luminárias com *LED* para testes e medições.

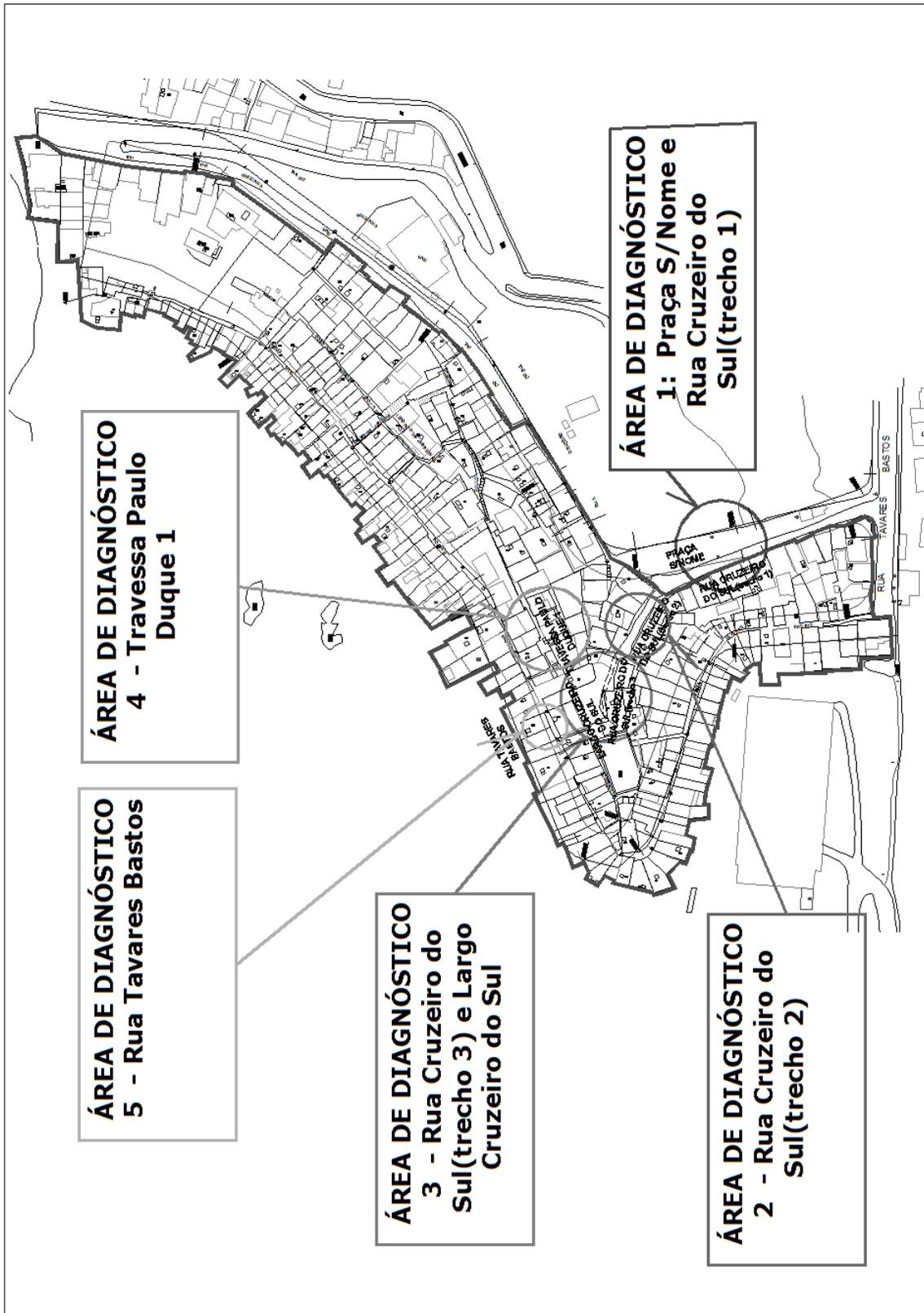


Figura 11: Planta aerofotogramétrica da comunidade Tavares Bastos. Fonte: RIOLUZ, 2013.

### 6.3 Medições da IP existente e LED testados

Foram selecionadas cinco (5) áreas da comunidade Tavares Bastos para a realização das medidas de iluminância tanto da IP existente como das luminárias LED instaladas para teste. As medidas de iluminância foram realizadas com o equipamento luxímetro com a medição de cada um dos pontos assinalados nas respectivas figuras das plantas a seguir. Sempre que possível, foi identificado o nível de iluminamento médio (Eméd) dos logradouros selecionados observando-se a norma da NBR 5101/2012, que utiliza os dados de nove (9) posições (P1, P2, P3...P9) de uma malha de pontos equidistantes seguindo a fórmula:

$$Eméd = \frac{P1+P3+P7+P9}{16} + \frac{P2+P4+P6+P8}{8} + \frac{P5}{4}$$

Quando o local não apresentava condições para se medir os nove pontos, foram realizadas medições isoladas de pontos considerados críticos para o trabalho.

Na Figura 12 está demonstrada a área 1, onde se encontra a praça principal conhecida como Praça Sem Nome, na Rua Cruzeiro do Sul, e trecho 1 da rua Cruzeiro do Sul, atendidas atualmente com lâmpadas multivapor metálico (MVM) de 150W.

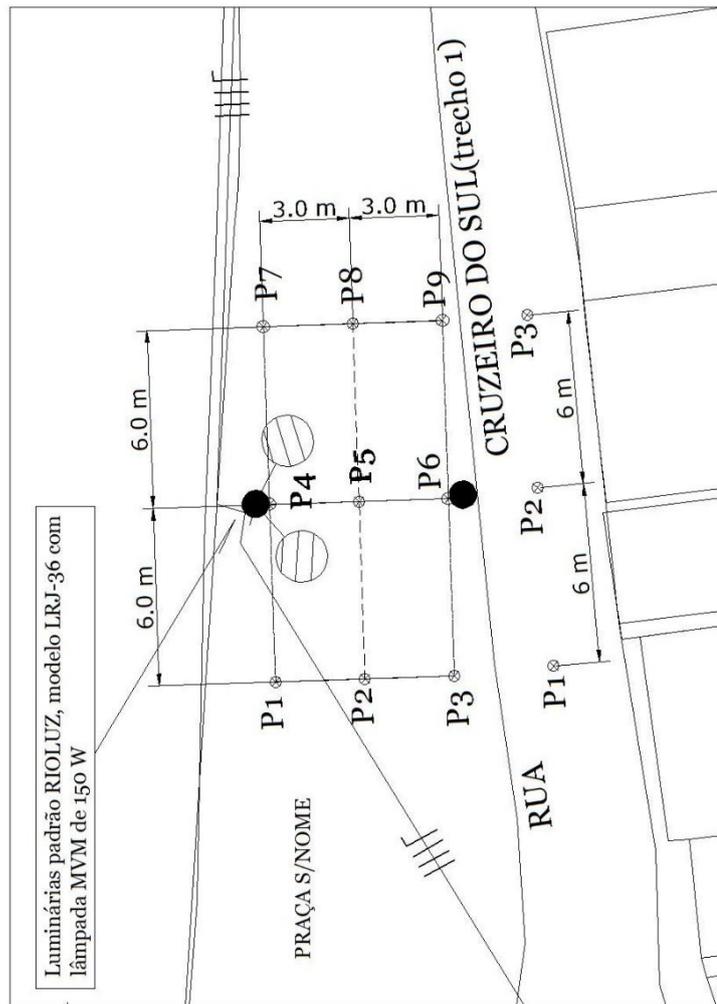


Figura 12: Área 1 comunidade Tavares Bastos. Fonte: Projeto RIOLUZ 04-002/2014. (m)=metros.

As medições feitas em cada um dos nove (9) pontos indicados na figura 12 para a Praça Sem Nome, apresentaram como resultado a iluminância média (Eméd) em lux, que se encontra na Tabela 5, assim como a indicação do nível de iluminância exigido pela norma de projetos da RIOLUZ para este tipo de logradouro. Observou-se que os valores medidos na rua Cruzeiro do Sul trecho 1, dos pontos P1=13 lux, P2=28 lux e P3=2,4 lux, identifica a falta de uniformidade na iluminação e níveis bastante abaixo do recomendado, como no ponto P3 onde o valor é quase nulo. Estas discrepâncias encontram justificativa pela observação da existência de lojas comerciais próximas aos pontos P1 e P2 onde existe contribuição de iluminação, o que não ocorre no ponto P3.

Na área 2 (Figura 13) é demonstrado o trecho 2 da rua Cruzeiro do Sul, principal acesso à comunidade, onde encontram-se dois postes e duas (2) luminárias LRJ10 com VS 70 W instaladas. Neste local foram realizadas duas medições para cálculo do Eméd: i) da IP existente com as duas (2) luminárias VS 70 W, e ii) das duas (2) luminárias *LED Nano 2* de 38 W, instaladas no lugar das duas (2) luminárias LRJ 10, para teste.

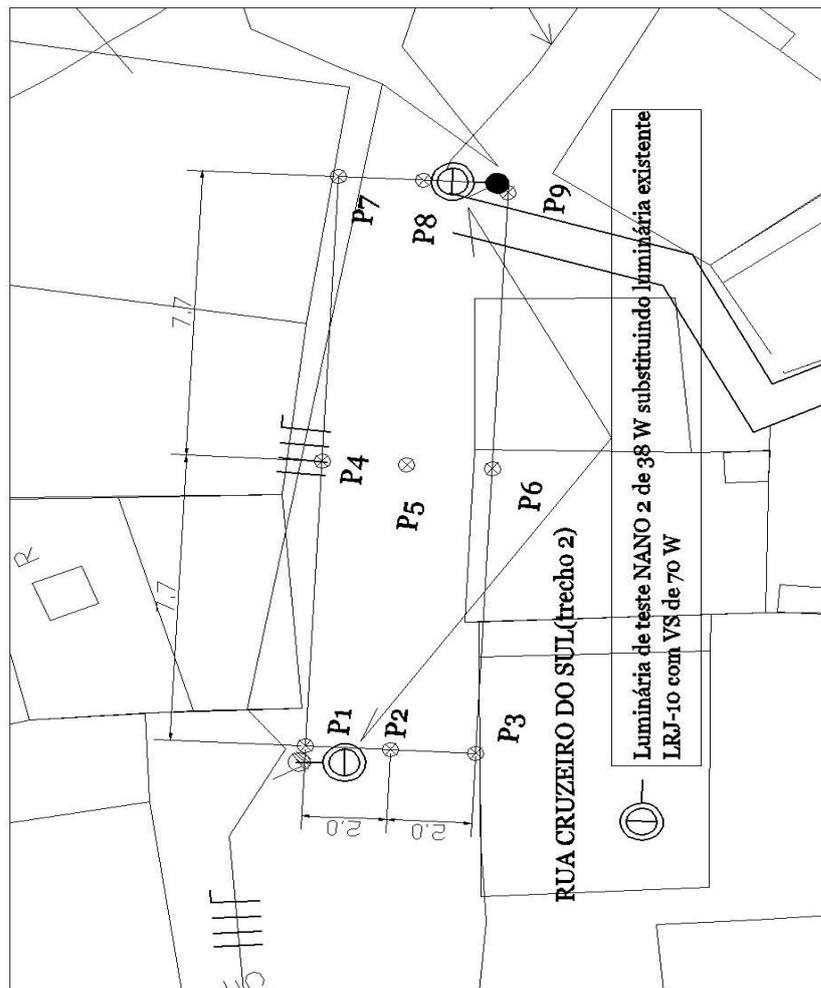


Figura 13: Área 2 comunidade Tavares Bastos. Fonte: Projeto RIOLUZ 04-002/2014. Cotas em metros.

Os resultados encontrados através das medições feitas nos nove (9) pontos assinalados na área 2, estão apresentados na Tabela 5, onde pode-se verificar que a IP existente se encontra com um Eméd abaixo do recomendado, com um valor de 8,81 lux. O resultado das medições obtido com as luminárias *LED Nano 2* em

teste foi de 17,19 lux, dado este que se encontra dentro dos valores recomendados pela norma de projetos da RIOLUZ (de 15 a 20 lux).

A área 3 (Figura 14) demonstra o trecho 3 da rua Cruzeiro do Sul, onde não existia IP e instalou-se uma luminária com *LED* modelo BRIKA para teste. O Eméd obtido com esta nova luminária apresentou um valor de 51,8 lux, considerado excessivo para as características da área quando comparado ao valor recomendado (10 a 15 lux).

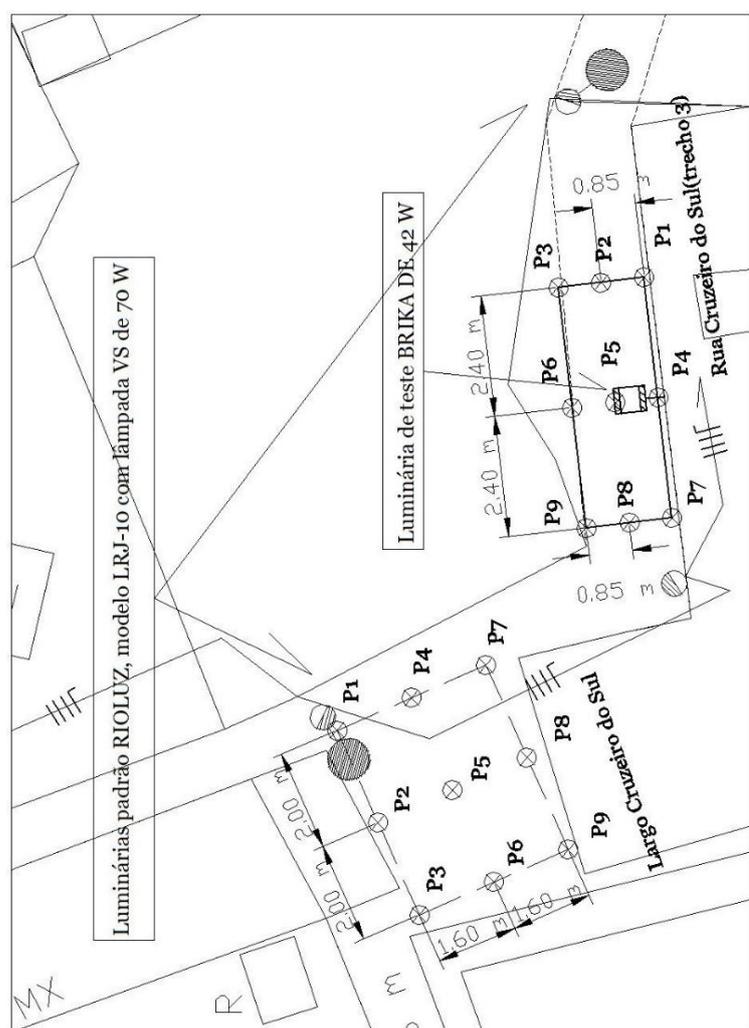


Figura 14: Área 3 comunidade Tavares Bastos.  
Fonte: Projeto RIOLUZ 04-002/2014. (m)=metros.

Foram realizadas também medições no local conhecido como Largo Cruzeiro do Sul com LRJ 10 VS 70 W existente, obtendo-se o valor do Eméd de 11,3 lux, que se encontra abaixo do recomendado (15 a 20 lux).

A Figura 15 apresenta a área 4, a Travessa Paulo Duque 1, local onde não havia IP e onde foram instaladas duas (2) luminárias modelo SKIDO, 13,77 W fixadas respectivamente em uma lage e na parede de uma residência, com altura de montagem de apenas 2,8 metros. As medições teste foram realizadas em 3 pontos estratégicos P1, P2 e P3 (Tabela 5). Os valores obtidos foram P1=24 lux, P2=4 lux e P3=24 lux. Os valores de P1 e P3 medidos na base de cada ponto instalado demonstram valores excessivos para este tipo de local (0,90 m de largura). O ponto P2 demonstrou um valor de iluminação abaixo do recomendado (10 a 15 lux), devido a existência de lages e marquises entre moradias.

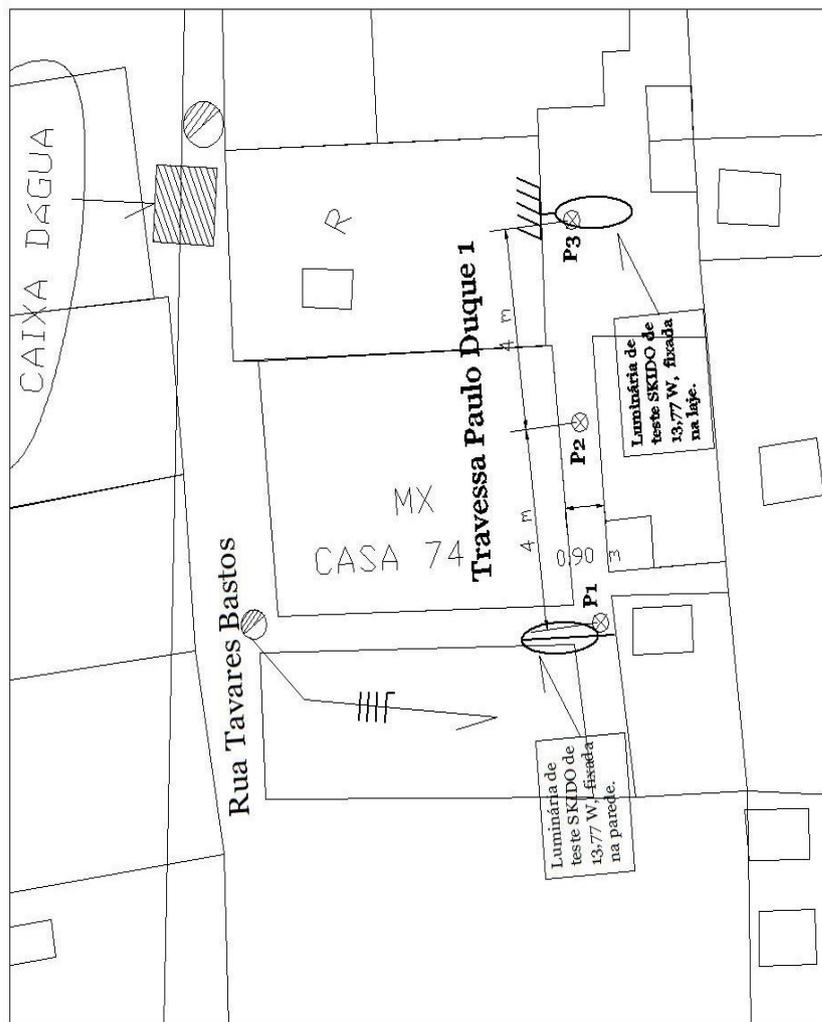


Figura 15: Área 4 comunidade Tavares Bastos. Fonte: Projeto RIOLUZ 04-002/2014. (m)=metros.

A área 5 (Figura 16) apresenta um trecho da rua Tavares Bastos onde foram efetuados dois cálculos de Eméd através das medições dos pontos assinalados.

O valor do Eméd para a IP existente com luminária LRJ 10 VS 70 W teve como resultado 8,42 lux (Tabela 5), valor este que se encontra abaixo do recomendado (10 a 15 lux). Após substituição por luminárias *LED* Nano 2 com 38 W, o cálculo do Eméd apresentou o valor de 22,85 lux que ultrapassa muito o valor recomendado.

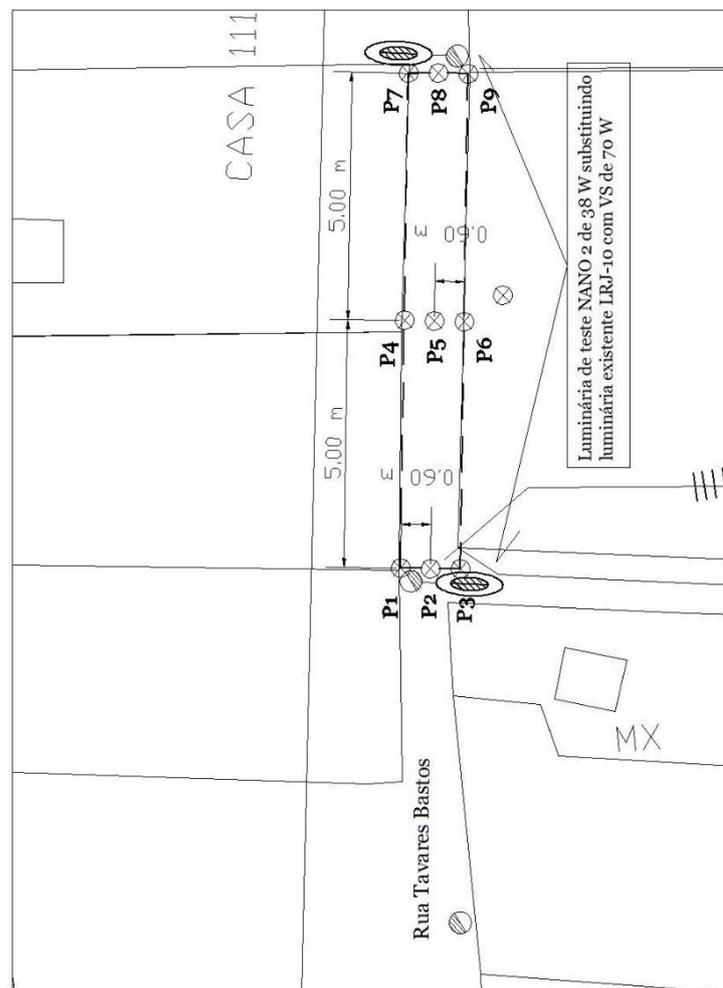


Figura 16: Área 5 comunidade Tavares Bastos. Fonte: Projeto RIOLUZ 04-002/2014. (m)=metros.



## 6.4 Análises e avaliações comparativas

Na busca prática para traçar “Políticas e diretrizes para iluminação pública em comunidades carentes do Rio de Janeiro” comparamos os resultados medidos nos locais selecionados antes e após a substituição das luminárias com lâmpadas de descarga por *LED*.

A Tabela 6 demonstra a comparação dos dados técnicos do fabricante das luminárias com *LED*, utilizadas nos testes na comunidade, com os dados das luminárias com lâmpadas vapor de sódio 70 W, a mais utilizada nas comunidades carentes do Rio de Janeiro (RIOLUZ, 2013).

Através dos dados apresentados na Tabela 5 e 6 verificam-se algumas vantagens do uso da tecnologia *LED* na IP para comunidades carentes, como a redução da potência entre 40% e 60% e também a emissão de um fluxo luminoso quase idêntico ou um maior, como no caso das luminárias BRIKA e Nano 2.

Tabela 6 – Dados técnicos do fabricante versus luminária existente com lâmpada de descarga.

Dados técnicos	Luminária SKIDO	Luminária BRIKA	Luminária Nano LED 2 -	Lum. LRJ 10-VS 70W (14 W do reator)
	6 LEDS	24 LEDS	24 LEDS	
Potência (W)	14	42	38	84
Fluxo luminoso (lm)	1.300	4.300	4.100	3.500
Vida útil (h)	50.000	50.000	65.000	17.000 a 24.000
Temperatura de cor(K).	4.000	4.000	4.000	1.900

Fonte: adaptada de SCHRÉDER 2014 e RIOLUZ, 2013.

O tempo de vida útil do *LED* é um dos fatores mais relevantes e promissores nesta comparação, pois o número de horas de vida útil observado para luminárias *LED* chega a ser 50% maior comparado às lâmpadas de descarga (Tabela 6). Devido a isto, a redução do custo de manutenção pode chegar a duas vezes menos do que a manutenção com lâmpadas de descarga.

A alta temperatura de cor observada nas luminárias *LED*, cerca de 4.000 K (Tabela 6), significa a emissão de uma luz mais branca se comparada com a lâmpada de VS, que apresenta 1.900 K de temperatura de cor, caracterizada por emitir uma luz mais "quente" de aparência amarelada, que não reproduz nitidamente e de forma clara os objetos iluminados. Uma reprodução mais fiel dos desníveis e dificuldades existentes nos acessos com maior visualização, fornece desta maneira mais segurança e tranquilidade aos seus transeuntes.

Nas comunidades carentes, onde há predominância de obstáculos e desníveis, a nova tecnologia *LED* apresenta condições de fornecer uma IP de mais qualidade. Um dos fatores que contribui para tal é o maior rendimento do fluxo luminoso do *LED*, pois pode ser direcionado para as áreas mais críticas, evitando desperdício de luz como ocorre quando comparamos com o fluxo das lâmpadas de descarga, que são emitidas em todas as direções.

A tecnologia *LED*, assim como as luminárias do fabricante SCHRÉDER, utilizadas neste estudo, atendem ao protocolo internacional *RHOS* que não utiliza substâncias tóxicas como o chumbo e mercúrio no seu processo de fabricação e uso. Não emitem radiação ultravioleta, sendo chamada de "luz inofensiva", pois evita a atração de insetos à luminária e sua possível degradação em função deste fenômeno. Sabe-se que o IRC, ou seja, a qualidade com que as cores são reproduzidas por uma fonte de luz, tem influência direta na boa qualidade da IP e neste caso o *LED* tem desempenho excelente com valores entre 70 ou 80, enquanto nas lâmpadas de descarga de vapor de sódio este valor não ultrapassa o valor de 30. O alto valor do IRC do *LED* e os resultados satisfatórios encontrados neste trabalho têm um impacto ainda mais significativo quando se pensa nesta IP aplicada em comunidades carentes.

Como detalhado na Tabela 5, verificou-se que todas as luminárias existentes nos diferentes logradouros analisados, se encontravam com o índice de iluminância médio abaixo do recomendado pelas normas da RIOUZ. O modelo de luminária *LED* Nano 2 de 38 W instalado para teste na comunidade, em logradouro com largura 4 m, se apresentou com Eméd adequado; já nos logradouros com largura de 1,20 m, este modelo se apresentou com Eméd acima do recomendado pelas normas da RIOLUZ.

O modelo de luminária à *LED*, BRIKA de 42 W instalado no trecho 3 da rua Cruzeiro do Sul, com largura de 1,7 m apresentou um Eméd muito acima do recomendado (Tabela 5), não sendo por esta razão adotado neste trabalho.

O modelo de luminária à *LED*, SKIDO de 13,77 W instalado na Travessa Paulo Duque 1, visto na área 4, apresentou valores pontuais de iluminamento acima do recomendado e baixo nível de uniformidade, não sendo desta forma indicado para logradouros com estas características. Nesta situação foi recomendado uso de luminárias *LED* de menor potência.

Após a instalação das luminárias e dos testes com *LED*, detectou-se a necessidade de elaborar nova entrevista para identificar a percepção dos moradores da comunidade com relação aos novos pontos de IP instalados. Foram entrevistados 24 moradores da comunidade de forma aleatória nos dias 15 e 16 de junho de 2014. Durante a entrevista pode-se observar grande satisfação da população com relação à instalação das luminárias *LED*, havendo uma sensível melhora na visibilidade e na segurança noturna. Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Percepção dos moradores com relação ao *LED* instalado.

QUESTÕES APLICADAS	Sim %	Não %
1 - Você considera que a IP com <i>LED</i> instalada para teste na rua Cruzeiro do Sul ficou melhor que a existente com VS?	100	0
2 - A sua percepção da luz branca emitida pelo <i>LED</i> é que ela ilumina mais que a existente em sódio?	100	0
3 - Considera pela amostragem dos testes com <i>LED</i> que é válido ter um projeto em <i>LED</i> para toda a comunidade?	100	0
4 - Considera que nos testes com <i>LED</i> , a qualidade da IP melhorou?	100	0

A aprovação da instalação das luminárias com *LED* pela população culminou com comentários e percepções registrados pelos entrevistadores. Comentários extras dos entrevistados afirmam que a luz com vapor de sódio existente parecia

“muito pobre” e “meio depressiva” ao contrário da luz branca do *LED*, que visualmente “ilumina melhor”.

Situações atípicas e de entusiasmo foram observadas ao anoitecer nos momentos dos testes com *LED*. Duas moças que caminhavam pela rua Tavares Bastos quando as novas luminárias com *LED* estavam acesas comentaram: “parece mentira, mas agora com esta luz, vamos poder andar de salto alto pelas ruas da comunidade”. Outros moradores agradeciam pelos pontos de luz em pequenas vielas, onde há décadas não havia iluminação pública instalada pelos órgãos responsáveis.

Estes relatos auxiliaram na identificação de soluções para minimizar os problemas encontrados durante a realização dos testes com *LED*. Os casos apresentados, por vezes curiosos, a respeito da nova IP, são dados que neste novo contexto de IP, fornecem subsídios para tomada de decisões que ajudam o desenvolvimento de projetos adequados às comunidades.

Na Travessa Paulo Duque 1 onde foram instaladas duas luminárias SKIDO com 13,77 W um morador reclamou que, apesar de estar satisfeito com a nova IP, a luz estava “invadindo seu quarto”, deixando-o com muita claridade. Para estas situações, foi efetuado estudo fotométrico com a luminária SKIDO de menor potência, utilizando-se o software “Ulisses” do fabricante SCHRÉDER. Obteve-se desta forma, outra opção para substituir as luminárias LRJ10 com VS 70 W por *LED*, utilizando luminária SKIDO com *driver* de 350 mA (mili ampères) e potência de 6,53 W, conforme apresentado no ensaio do ANEXO D.

Conforme constatado, a opinião e o comprometimento dos moradores da comunidade são fatores de extrema relevância e que colaboram para que um projeto desta natureza possa se tornar viável e exequível. Isto motivou a criação de orientações para serem divulgadas entre os moradores da comunidade (Quadro 1) onde foram pensadas algumas alternativas como a criação dos “*Guardiões da comunidade*”. Pessoas interessadas em manter as áreas de lazer e acesso de sua comunidade bem iluminados, preservando os equipamentos, dando sugestões e participando das ideias e soluções que beneficiem a todos.

## Quadro 1 – Quadro com orientações sobre nova IP na comunidade.

<b>Orientações sobre Iluminação Pública</b>
<p><b>O que é Iluminação pública?</b></p> <p>- A Iluminação Pública (IP) é o serviço que produz luz artificial no período noturno em áreas públicas, no Rio de Janeiro. Este serviço é prestado pela Prefeitura da Cidade, através Companhia Municipal de Energia e Iluminação Pública - RIOLUZ.</p>
<p><b>Para que serve a IP?</b></p> <p>- Para dar segurança à população e facilitar a locomoção das pessoas, podendo evitar acidentes, além de propiciar divertimento em suas áreas de lazer.</p>
<p><b>A nova IP com tecnologia LED</b></p> <p>- Apresenta um menor gasto de energia, não utiliza substâncias tóxicas e dura até 12 anos se for bem cuidada, apresentando uma iluminação branca com boa reprodução de cor.</p>
<p><b>O que minha comunidade ganha com isso?</b></p> <p>- Mais segurança – (a comunidade fica mais clara e iluminada).</p> <p>- Ajuda na preservação do meio ambiente e indica uma sensação de <i>bem – estar</i>.</p> <p>- Valoriza o bairro – (a comunidade fica mais bonita).</p>
<p><b>Criação de colaboradores – “Guardiões da Iluminação Pública” composta no mínimo de duas pessoas.</b></p>
<p><b>Funções:</b></p> <p>- Comunicar possíveis vandalismos às luminárias e informar as áreas que necessitam de mais iluminação, além de desejos, reclamações e sugestões dos moradores, quanto à nova IP.</p>
<p><b>Como eu posso ajudar?</b></p> <p>Alertar para que as pessoas não danifiquem os equipamentos de IP, informando ao Guardião quando houver necessidade de reparos na rede ou ocorrer algum caso de vandalismo.</p>

## 7 NOVO MODELO DE IP BASEADO NO ESTUDO DE CAMPO

### 7.1 Projeto de IP à LED

A comprovação dos benefícios e da efficientização do uso de *LED* na IP principalmente para atender logradouros em vias normais já foram descritos em vários estudos, entre eles o de Novicki, J.M; Martinez, R, (2008), que consegue através de ensaios de campo e testes luminotécnicos, provar que uma luminária com lâmpada VS 70 W pode ser substituída, com vantagens, por uma luminária *LED* de 48 W.

As iniciativas de implantação de projetos à *LED* direcionados as comunidades carentes na cidade do Rio de Janeiro, consideram, a exemplo da comunidade “Chapéu Mangueira”, a IP restrita aos logradouros de acesso a comunidade, que possuem os padrões de vias normais com largura variando entre 5 a 7 m (<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=3681783>).

No presente trabalho, realizado na comunidade Tavares Bastos, onde os logradouros possuem características e diferentes dimensões, a substituição de uma lâmpada de VS 70 W se configura de forma mais atraente se comparada as vias normais. Comprovou-se através dos testes em campo, a possibilidade de troca de uma lâmpada VS de 70 W por *LED*, com potências mais baixas, que variam de 6,53 W, 13,77 W, 26 W e 38 W de acordo com as dimensões e particularidades de cada local a ser iluminado. Estas constatações vieram confirmar a necessidade de se efetuar estudos *in loco* das diferentes situações existentes e na identificação dos inúmeros envolvidos, *stakeholders*, no processo de elaboração de diretrizes voltadas a IP em comunidades carentes.

Com base nos dados deste trabalho, apresentamos a seguir as diretrizes por ordem de prioridade, que nortearam o direcionamento do projeto piloto e que recomendamos como ponto de partida para outros possíveis projetos.

- 1- Relacionamento com órgão responsável pelo serviço de IP na cidade do Rio de Janeiro (RIOLUZ), no sentido de se obter apoio formal para o desenvolvimento de um projeto de IP para uma comunidade.
- 2- Seleção de fabricantes de luminárias com tecnologia *LED* interessados em participar de projetos de cunho social, e que preferencialmente sejam

cadastrados na RIOLUZ, facilitando possíveis homologações de equipamentos.

- 3- A escolha de uma ou mais comunidades para o desenvolvimento de projeto de IP deverá ser realizada em conjunto com técnicos da RIOLUZ e da Secretaria Municipal de Habitação, órgão responsável por desenvolver projetos sociais em comunidades, a qual poderá esclarecer se existem projetos de IP em andamento para a comunidade selecionada.
- 4- Caso não exista nenhum projeto em andamento ou previsto para a comunidade escolhida, considerar premissas básicas como: prestação de serviços na área de segurança, no fornecimento de água, no tratamento de esgoto, entre outros.
- 5- A concessionária de energia (LIGHT) deve ser contatada visando averiguar existência de algum novo projeto de fornecimento de energia elétrica para a comunidade escolhida e que possa impactar diretamente no projeto de IP.
- 6- Visitas à comunidade e contato com os moradores são essenciais para o desenvolvimento do projeto pois tem como objetivo, obter as percepções e expectativas sobre o tema IP e sustentabilidade.
- 7- Elaborar levantamento completo da IP existente na comunidade baseado em projetos de IP da RIOLUZ (se houver) ou plantas do Instituto Pereira Passos, assim como realizar visitas para a identificação de locais, vias e situações que necessitem análise da atual IP e testes utilizando a tecnologia *LED*.
- 8- Com base nas Normas de IP da RIOLUZ e da NBR 5101-2012, analisar os dados levantados e identificar os diferentes produtos existentes no mercado com *LED* que possam atender as exigências mínimas de iluminação e uniformidade recomendadas.
- 9- Elaborar testes com *LED* na comunidade selecionada, avaliar tecnicamente através de medições do nível de iluminação e uniformidade obtidos, elaborando de preferência entrevistas com seus moradores.
- 10- Buscar programas de efficientização de energia junto à concessionária LIGHT / PETROBRAS / ELETROBRAS em parceria com a Prefeitura do Rio de Janeiro, para implementação de projeto de IP com uso da tecnologia *LED*, em comunidades carentes.

- 11- Elaborar orientações a respeito das luminárias *LED* objetivando um envolvimento efetivo dos moradores com a nova IP voltada para sustentabilidade.

Seguindo estas diretrizes, foi desenvolvido pelos técnicos da RIOLUZ e a autora deste trabalho, projeto luminotécnico para substituição de todas as luminárias com lâmpadas de descarga existentes na comunidade Tavares Bastos e implementação de IP em áreas não atendidas (Projeto RIOLUZ 04-002/2014).

Na busca pela eficiência energética sustentável, foi aventada a hipótese de se utilizar um sistema de alimentação mais limpa para tender a IP desta área, através da captação dos raios solares (UV e IV) transformando-os em energia elétrica. Constatada a baixa incidência de luz solar no local, a alternativa deixou de ser considerada embora deva ser avaliada em projetos de IP para comunidades, onde a demanda de energia costuma ser baixa. Neste trabalho, a alimentação dos pontos de luz continuará a ser feita através de ligação direta na rede de baixa tensão da concessionária de energia elétrica (LIGHT).

Para se efetuar uma apreciação técnica-econômica do uso da nova tecnologia *LED* versus as lâmpadas de descarga apresentamos o Quadro 2, referente ao quadro de carga do projeto luminotécnico da comunidade Tavares Bastos onde se visualiza o número de luminárias “a instalar” versus “a retirar” e a redução da potência instalada de 5,04 KW para 2,698 KW.

Através dos dados apresentados no quadro de carga, verifica-se que este representa um projeto misto, pois se baseia na efficientização do uso da energia (substituição de antigos pontos de luz), assim como a implementação de novos pontos, onde não existia IP. Além das 57 substituições de luminárias, foi prevista uma complementação que resultou em 110 luminárias utilizando a tecnologia *LED*. O aumento do número de luminárias visa atender as Normas de Projeto da RIOLUZ, buscando adequar os níveis mínimos de iluminação requeridos para cada tipo de logradouro existente.

Quadro 2 - Quadro de carga do projeto de IP na comunidade.

QUADRO DE CARGA- PROJETO COMUNIDADE TAVARES BASTOS														
PROJETO PARA INSTALAÇÃO DE 110 LÂMPADAS														
ITEM	LOGRADOURO	Instalar	Retirar	Alimentação	ESPECIFICAÇÃO DAS LÂMPADAS								CARGA (KW)	
					A INSTALAR (w)					A RETIRAR (w)				
					LED					VS		MVM		
					6,53	13,77	26	38	211	70	100	250		150
1	RUA CRUZEIRO DO SUL			BT DA LIGHT	-	1	3	8	-	9	-	-	-	0,396
2	PRAÇA SEM NOME NA RUA CRUZEIRO DO SUL				-	-	-	7	-	-	1	-	2	0,266
3	RUA TAVARES BASTOS				12	23	3	5	-	28	-	-	-	0,663
4	QUADRA NA TRAV. TANCREDO NEVES								4			2		0,844
5	TRAV. CRUZEIRO DO SUL				2	4		2		5				0,144
6	TRAV. S/NOME 1				1									0,007
7	TRAV.TANCREDO NEVES	110	57		1	1				1				0,02
8	TRAV. PAULO DUQUE				2	8		2		6				0,185
9	TRAV. MARIA DA PENHA				3	1								0,033
10	TRAV. GOMES TALARICO				2	3				3				0,054
11	TRAV.S/NOME 2				1									0,007
12	TRAV.PAULO DUQUE 1				6									0,039
13	TRAV.PAULO DUQUE 2				4									0,026
14	TRAV.S/NOME 4				1									0,007
15	TRAV.S/NOME 3				1									0,007
	TOTAL				36	40	6	24	4	52	1	2	2	2,698

Fonte: Silva e Omelczuk, 2014.

Com o estudo de campo realizado neste trabalho foi possível identificar as potências adequadas a cada logradouro para que atendesse os níveis de IP recomendados pela RIOLUZ. A otimização da escolha dos equipamentos resultou em redução de potência superior a 100% em vários logradouros como na Travessa Tavares Bastos, na rua cruzeiro do Sul e na Travessa Gomes Talarico como pode ser observado no quadro 2.

Observa-se ainda que do total de luminárias a serem instaladas cerca de 70% corresponde a luminária SKIDO com potências de 13,77 W e 6,53 W. Considerando que o estudo de campo e testes com LED confirmaram a necessidade da luminária SKIDO ser instalada em lages, vigas e paredes de

alvenária, os fatores, peso e dimensão com valores reduzidos, são fundamentais para se ter mais segurança, resistência, facilidade e condições de instalação nestas situações. No ANEXO E pode-se confirmar os dados físicos da luminária *SKIDO* com suas dimensões e seu peso, 1,2 kg assim como as informações referentes a LRJ 35 com VS 70 W, luminária prevista para instalação nas comunidades visto que a LRJ10 existente na Comunidade Tavares Bastos se encontra em desuso.

As dimensões da LRJ35 principalmente na largura e altura são basicamente o dobro da *SKIDO* e seu peso em torno de 5 kg corresponde a 86% mais que o peso da *SKIDO*. As características desta luminária se apresentam para o caso específico do projeto da Tavares Bastos como condição limitadora para fazer uso de *retrofit* (reaproveitamento de luminaria existente com uso de *LED*) uma vez que o seu peso e tamanho não se adequam as instalações nestas áreas.

No que refere a IP da quadra de esportes na comunidade foi constatada que se encontra fora dos padrões mínimos recomendados pela ABNT e pelas Normas de Projeto da RIOLUZ. Neste caso foi previsto um aumento de potência para suprir esta deficiência e adequar a uniformidade com os valores recomendados. Estudo luminotécnico feito pelo fabricante SCHRÉDER para a quadra em questão recomendou o uso de quatro luminárias AQUILA com 116 *LED*, e potência de 211 W, instaladas em quatro postes de fibra situados ao redor da quadra. O estudo foi desenvolvido para que atendesse as recomendações da Norma de Projeto da RIOLUZ, com uniformidade mínima requerida de 100 lux.

Com o aval do parceiro técnico SCHRÉDER, foi elaborada proposta de projeto piloto de Telegestão como parte do projeto desenvolvido para a comunidade Tavares Bastos. A opção recaiu na Praça Sem Nome localizada na rua Cruzeiro do Sul e parte da área adjacente a ela, incluindo alguns pontos da rua Cruzeiro do Sul para atender a recomendação exigida pela RIOLUZ, de monitorar um mínimo de 15 a 20 pontos de luz controlados por *software* responsável pela Telegestão.

A SCHRÉDER como um dos fabricantes de *LED* cadastrados na RIOLUZ, já apresentou à direção da RIOLUZ, parte documental de *software* (programa responsável pelo sistema) proposto de telegestão remota de pontos de luz para um

projeto piloto com *LED*. A finalidade é acompanhar em tempo real a situação de cada ponto de luz, georeferenciado, podendo serem feitas programações para ligar e desligar remotamente cada ponto de luz. Através do monitoramento permanente dos pontos de luz, existe a possibilidade de controlar a potência das luminárias, com dimerização, reduzindo assim o seu consumo de energia, tendo ainda o registro correto do momento em que tal evento ocorre.

Os sistemas de telegestão possuem um forte potencial de mudança na redução do consumo de energia e principalmente no pagamento deste consumo com a nova tecnologia *LED*. Os *drivers* que representam para o *LED* o que seriam os reatores das lâmpadas de descarga, possuem a vantagem de terem consumo de potência inexpressivo, ao contrário dos reatores que chegam a consumir até 20% da potência das lâmpadas, especialmente as de VS. Com as medições efetivas e referenciadas de cada ponto de luz, a concessionária LIGHT será obrigada a mudar sua forma de cobrança, deixando de acrescentar 10% ao consumo de todas as potências de lâmpadas instaladas, como o faz atualmente.

Objetivando um melhor aproveitamento da proposta de IP com a tecnologia *LED*, foi contemplado no projeto em questão, pintura com tinta branca nos caminhos da comunidade, seus becos, vielas e ruas que possuam no máximo 2 m de largura. Acrescida ao orçamento deste projeto de IP, a pintura nos muros das residências de alvenaria até a altura de 3,0 m tem a finalidade de melhorar o índice de reflexão das luminárias *LED*. Possui ainda outros fatores positivos pois vai propiciar maior claridade, limpeza e higiene em vias muito estreitas e escuras.

A escolha de luminárias com *LED* para iluminar as comunidades carentes encontra desta forma, respaldo nesta nova tecnologia, uma vez que a se verificou na prática, com os testes *in loco*, que a demanda de energia para IP configura-se na sua maior parte como sendo de baixa potência, em alguns casos inclusive, menores do que supomos ao iniciar os testes. A consequência imediata de redução no consumo da demanda de energia, do custo operacional e dos ganhos sociais e ambientais são fatores preponderantes e que merecem ser considerados ao se pensar em novo modelo de IP para estas áreas.

## 7.2 Comparativo econômico de energia e retorno financeiro

Costuma ser usual pautar a análise comparativa entre diferentes tipos de tecnologia utilizadas na IP visando apresentar os ganhos financeiros mais diretos, como os custos obtidos com a troca de lâmpadas de descarga por *LED*. Existem, entretanto, outros fatores que devem ser levados em consideração. Isto é válido tanto ao se fazer a análise do custo de manutenção de uma tecnologia antiga versus a nova, como no caso da implantação de novos pontos de luz.

Um dos maiores ganhos com a nova tecnologia *LED* se encontra na área de manutenção, uma vez que devido ao tempo de vida útil do *LED*, em torno de 50.000 horas, contrapõe as lâmpadas de 70 W VS, usada neste estudo de caso, que variam entre 17.000 e 20.000 horas. No modelo estudado é necessário apenas uma troca preditiva de *LED* ao invés de três trocas das lâmpadas de descarga. A necessidade de manutenção periódica que é normal com lâmpadas de descarga fica reduzida visto que com o *LED* na IP com uma utilização de 11 a 12 horas diárias a durabilidade é equivalente a 12 anos de vida útil. Numa cidade como o Rio de Janeiro, onde os congestionamentos de veículos representam um dos aspectos críticos para a cidade, a redução de no mínimo duas vezes o deslocamento de viaturas para manutenção, acrescenta um valor que se torna extremamente representativo em vários aspectos, além do financeiro. Leve-se em conta os estudos citados por SMERALDI, 2009 onde o autor afirma que:

“ o transporte automotivo apresenta externalidades - incluindo acidentes, ruídos, poluição atmosférica, outros problemas de saúde, impactos na paisagem – que chegam na média a oito vezes aquelas do transporte ferroviário...”

No âmbito geral do projeto de IP previsto com *LED* para a comunidade Tavares Bastos verifica-se uma redução do consumo de KWh de 46 % mesmo considerando a previsão de instalação de quase o dobro de luminárias existentes, ou seja ocorre um impacto na diminuição da necessidade de gerar energia da ordem de 2,342 KWh/ ano.

A diminuição do consumo de energia vai gerar uma economia na diferença do valor a ser gasto com a implantação do *LED*, calculado segundo o valor do KWh instalado, número de horas em que as lâmpadas ficam acesas por noite (adotado

11h e 30 minutos pela RIOLUZ), e considerando o valor do KWh (tarifa B4 para IP) válido para o mês de dezembro de 2014. Assim, comparando o valor gasto com a IP atual e com a projetada temos:

**Valor anual com IP atual:**  $5,04 \text{ KWh} \times 11.51\text{h} \times 365 \text{ dias} \times 0,292537030 =$   
R\$ 6194,12.

**Valor anual com nova IP projetada considerando todos os pontos:**

$2,698 \text{ KWh} \times 11.51\text{h} \times 365 \text{ dias} \times 0,292537030 = \text{R\$ } 3315,82$ . Comparando este valor previsto com uso de *LED* com o valor anual existente pode-se observar uma economia de 46,5% com os gastos anuais de consumo com energia.

**Valor anual com nova IP projetada sem contabilizar os 18 novos pontos de luz:**

$2,600 \text{ KWh} \times 11.51\text{h} \times 365 \text{ dias} \times 0,292537030 = \text{R\$ } 3195,38$ . Ao comparar este consumo anual excluindo as 18 novas luminárias previstas no projeto com o consumo atual se obtém uma redução de 48%. Observa-se que em ambos os casos, mesmo havendo instalação de novos pontos de luz em algumas vielas, a redução é significativa, chegando a quase 50%, sem considerar que os níveis de iluminação e o IRC tem uma eficiência superior garantida em relação as lâmpadas de vapor de sódio.

Para avaliar o retorno financeiro considerou-se a instalação das luminárias SKIDO e Nano 2 versus a instalação da LRJ35 com VS 70 W. Algumas premissas foram adotadas, como considerar apenas o valor de cada luminária sem levar em consideração mão de obra e transporte, visto que seriam basicamente os mesmos nos dois casos. O tempo de retorno do investimento foi calculado pela relação entre a diferença do custo da luminária *LED* menos o custo da luminária LRJ 35 dividido pela soma da economia anual de energia com *LED* mais o desconto anual do valor de manutenção da luminária. Ao calcular o tempo de retorno do investimento da Nano 2 de 26 W com a LRJ 35 com VS 70 W obtemos o valor a seguir:

$$Tr = \frac{(L_{ed} - VS)}{(EL_{ed} + D_m)} = \frac{(1220 - 590)}{(72,23 + 29,2)} = 6,2 \text{ anos}$$

Observa-se que o melhor retorno do investimento se apresenta para a luminária SKIDO com menos de 3 meses, a luminária Nano 2 com 26 W tem um retorno em 6, 2 anos e a Nano 2 com 38 W apresenta retorno apenas após 14 anos. Sabe-se que o retorno do investimento ocorre apenas se a vida útil da luminária *LED* (12 anos) for maior que o tempo de retorno do investimento. Neste caso as duas luminárias, SKIDO e Nano 2 de 26 W se apresentam como mais viáveis.

Tabela 8: Custo anual por ponto de luz e retorno de investimento.

Tipo de Luminária	Potência das luminária (W)	Custo de Investimento por luminária (R\$)	Consumo/por ano/por ponto(R\$)	Custo manutenção/ano/ponto (R\$)	Tempo de retorno do investimento
LRJ 35 70 W VS	84 (1)	590,00 (2)	103,23	43,20 (2)	
SKIDO	14	610,00 (3)	17,20	14,00 (3)	3 meses
Nano 2	26	1220,00(3)	31,00	14,00	6,2 anos
Nano 2	38	1786,00(3)	46,70	14,00	14 anos

(1) = valor acrescido do consumo do reator

(2) = custo fornecido pelo Sistema de Custos de Obras da Prefeitura

(3) = custo fornecido pelo fabricante SCHÉDER.

Embora algumas luminárias *LED* apresentadas neste estudo ainda estejam com seus preços bastante elevados, deve-se considerar que 70% das luminárias previstas no projeto, são do modelo SKIDO, com retorno de 3 meses de investimento e que outros fabricantes tem condições de fornecer equipamentos de baixa potência em *LED*, desde que haja interesse dos órgãos públicos como a RIOLUZ em buscar parcerias para conseguir eficiência aliada a preservação do meio ambiente e do ganho social para as comunidades.

As imagens apresentadas a seguir mostram a IP na Rua Tavares Bastos com lâmpadas de descarga (Figura 17A) e depois com *LED*, modelo SKIDO, 13,77 W

(Figura 17B) instalada para teste na comunidade onde pode-se observar a tonalidade amarelada da luminária com lâmpada de descarga 70 W VS e o *LED* com a tonalidade branca e com a reprodução de cor mais próxima da realidade.

A.

B



Figura 17: Imagem comparativa de luminária (A) com VS 70 W e (B) luminária à *LED*.

### 7.3 Resultados Esperados

Espera-se com este trabalho, contribuir de forma evolutiva para orientar e direcionar ações necessárias ao processo de implementação de IP nas comunidades carentes, considerando o respeito pelo meio ambiente, a eficiência energética e a redução da poluição luminosa.

Ciente de que para atender espaços urbanos tão diversos como as comunidades carentes é preciso inovar, empreender e quebrar paradigmas, espera-se que todos os envolvidos (*stakeholders*) deste processo, possam utilizar as ações sugeridas na Análise Estratégica Ambiental deste trabalho, como sugestão ou diretrizes para o uso da tecnologia *LED*, na IP.

O trabalho de campo realizado na comunidade Tavares Bastos testando luminárias à *LED* com diferentes potências em várias travessas e becos, se mostrou extremamente produtiva, indicando necessidade de adequação da IP projetada para atender dentro dos padrões exigidos pelas Normas da RIOLUZ, as áreas internas da comunidade. Esta constatação resultou na possibilidade de uma maior redução do consumo de energia e conseqüente diminuição de emissões de carbono na atmosfera, minimizando desta forma parte do efeito estufa para o planeta.

Devido ao maior tempo de vida útil do *LED*, com cerca de 50.000 h versus o tempo de vida útil das lâmpadas de descarga, em torno de 17.000 h, a expectativa é de que ocorra uma diminuição no gasto com mão de obra operacional na manutenção da IP, uma vez que se reduz em duas vezes a necessidade de troca de luminárias, acarretando menor gasto e, menos poluição. O maior índice de reprodução de cor do *LED* vai propiciar uma melhor identificação e visualização dos objetos que são refletidos pela iluminação, com as cores mais próximas da realidade e uma conseqüente iluminação de mais qualidade. Com a oferta de um novo modelo de IP para comunidades carentes, através dos resultados positivos obtidos nas entrevistas feitas aos moradores da comunidade espera-se ser possível resgatar uma maior sensação de segurança no período noturno, nas áreas possíveis de lazer, respeitando-se as especificidades locais de forma sustentável.

#### **7.4 Conclusões**

O presente trabalho ressalta a preocupação com os espaços urbanos e a forma como a IP vem evoluindo e sendo utilizada ao longo dos anos nas cidades. Desde seu início, tímido, passando pela explosão de iluminação nos anos 70 e 80, caminhando para os planos de efficientização de energia dos anos 90, até a situação atual, onde novas estratégias buscam atrelar a economia de energia com o desenvolvimento sustentável.

Este fato juntamente com o desenfreado crescimento populacional observado no mundo, traz sérios problemas econômicos e sociais, principalmente de infraestrutura básica. Assim, a necessidade de se buscar soluções e diretrizes voltadas ao desenvolvimento sustentável é urgente. Neste sentido, um dos caminhos encontrados foi o fornecimento de IP de alta qualidade utilizando a

tecnologia *LED*, mais limpa e visando a conscientização da população para com o meio social e ambiental.

Esta nova tecnologia, voltada para a IP, apresenta vantagens quando comparada às lâmpadas de descarga normalmente utilizadas: i) a diminuição da potência da lâmpada instalada, o que em algumas ruas e vielas pode ser superior 100%; ii) a persistência de uma intensidade de fluxo luminoso compatível com os níveis exigidos; iii) as lâmpadas apresentam vida útil que pode ultrapassar 50.000 horas, enquanto que nas lâmpadas de descarga a vida útil varia de 17.000 a 24.000 horas; iv) a temperatura de cor (K) apresenta valor de 4.000 K, mostrando uma reprodução de cor muito clara e verdadeira dos objetos iluminados; e v) não utiliza materiais nocivos, como chumbo e mercúrio, em sua fabricação e não emite raios ultra violeta e infra vermelho que prejudicam a fauna e deteriora mais rapidamente os equipamentos. Estas características justificam a elaboração do estudo de IP para as comunidades carentes do Rio de Janeiro uma vez que cerca de 23 % da população da cidade vive nestas áreas (IBGE, 2010) e inexistem políticas e diretrizes que auxiliem na melhoria deste cenário. Outro fato que propicia o momento como oportuno para o desenvolvimento de projetos inovadores de IP e resgate da convivência nestes espaços públicos é a implantação das UPPS nas comunidades.

Este trabalho buscou, através de estudo de campo na comunidade Tavares Bastos, em parceria com a empresa responsável pela IP na cidade do Rio de Janeiro, RIOLUZ, e fabricante de equipamento a *LED*, *SCHERÉDER*, identificar os caminhos e diretrizes para se traçar políticas para a melhoria da IP nestas áreas carentes.

Neste trabalho foi desenvolvida uma análise estratégica ambiental para posterior realização de um projeto piloto, que envolveu a análise de cenário da comunidade com uso da ferramenta SWOT- identificando internamente as forças e fraquezas e externamente as oportunidades e ameaças - e da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), direcionando e priorizando as ações a serem adotadas. Foi elaborada uma pesquisa de opinião junto aos moradores, foram selecionadas cinco (5) áreas da comunidade para análise da IP existente e

realizada uma intervenção através da substituição e testes com novas luminárias *LED* cedidas pelo fabricante *SCHERÉDER*.

Através de medições nestas áreas utilizando-se a metodologia recomendada pela legislação vigente, das nove (9) posições de uma malha de pontos equidistantes, foram constatados baixos níveis de iluminação e falta de uniformidade na IP existente. Nestes mesmos pontos medidos, foram instaladas luminárias *LED* de três (3) modelos, SKIDO de 13,77 W, Nano 2 de 28 W e BRIKA de 42 W, para testes comparativos.

Os resultados obtidos nos testes com luminárias *LED* mostraram que é possível realizar uma redução da potência de 40% a 70% quando comparado com lâmpadas de descarga VS 70 W, e manter um fluxo luminoso igual ou muito próximo destas. Observou-se também, a necessidade de se instalar luminárias com distâncias menores entre si e com alturas de montagem mais baixas, em torno de 3 m, através de suportes e adaptadores presos em marquises e muros das residências. Desta forma é possível adequar os níveis de uniformidade requeridos pela RIOLUZ e não existentes na IP atual.

A avaliação positiva dos moradores com os resultados dos testes e as análises da nova tecnologia *LED* serviram de subsídio para elaboração de um novo modelo de IP para a comunidade Tavares Bastos que prevê a reformulação e a implantação de novos pontos de luz com *LED*, de 57 para 110 pontos, e que conseguirá reduzir a potência instalada de 5,04 KW para 2,382 KW.

Este trabalho confirma a necessidade de se efetuar estudos *in loco* das diferentes situações e características das comunidades e na identificação do grande número de *stakeholders* no processo de definição e elaboração de diretrizes de IP para comunidades carentes. Como resultados deste trabalho foi gerada então, uma lista com doze (12) itens e recomendações a serem adotadas como ponto de partida para o desenvolvimento de outros projetos de IP em comunidades carentes.

Em uma megacidade como o Rio de Janeiro onde o crescimento das comunidades é crescente e a crise energética pela qual passa o país é crítica, vislumbra-se a oportunidade de que através da implementação de projeto piloto

utilizando a tecnologia *LED* exista condições de atender aos quatro pilares da sustentabilidade:

No item econômico, com a redução dos gastos com consumo de energia elétrica, assim como, com a manutenção dos pontos de luz devido ao tempo de vida útil das luminárias à *LED*.

No item social, a utilização de uma iluminação adequada e de qualidade e a valorização do ambiente de convívio tendem a mudar as percepções possibilitando que seus moradores sintam-se cidadãos partícipes destas inovações.

No item ambiental, o uso de materiais sustentáveis da tecnologia *LED* sem a utilização de materiais pesados em sua fabricação como chumbo e mercúrio e não emitindo raios ultravioletas são pontos positivos e atendem ao protocolo internacional *RHOS*. Além disso, o aumento do intervalo de tempo necessário para a manutenção das luminárias com *LED* tem impacto direto na diminuição da poluição ambiental e sonora.

No setor energético, a efficientização de energia, no horário de pico, poderá gerar influência na matriz energética.

A identificação da diversidade de atores envolvidos no processo de elaboração de políticas e diretrizes para a melhoria da IP e a comprovação de que o trabalho com luz não é algo trivial foram pontos chave neste trabalho e que tornaram o assunto mais rico e interessante. Conforme Deleuil (2009) “A luz é um mestre difícil e imperdoável e precisa ser manipulada com o conhecimento adquirido através de tentativa e erro”.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 8.1 Críticas

A identificação dos vários envolvidos (*stakeholders*) no processo de definição das diretrizes e políticas para IP em comunidades carentes trouxe à tona a relevância e a necessidade de ter ou criar uma *network* (rede de relacionamento), principalmente no contexto da empresa prestadora de serviços de IP, a RIOLUZ.

No caso deste trabalho, encontrou-se a facilidade da autora já ter feito parte do quadro de funcionários da empresa. Foram observadas algumas resistências quanto à apresentação de novas ideias como o uso de *LED* em comunidades carentes da cidade. Um outro aspecto crítico foi a busca do apoio dos diretores e gerentes das diretorias de projeto e manutenção que serviu de base para obter a parceria formal com a empresa através do aval da alta direção, na qualidade do presidente da empresa.

Há que se considerar a dificuldade em encontrar uma empresa fornecedora de equipamentos a *LED* determinada a fazer seleção e doar produtos para serem testados nas comunidades carentes, considerando que luminárias instaladas para testes irão permanecer em definitivo até o projeto final ser executado. Por questões de razoabilidade, nestas áreas o hábito é de não se retirar os pontos de luz usados para testes, evitando descontentamento dos moradores, pois normalmente ocorrem sensíveis melhorias na IP que muitas vezes nem existia.

Notadamente estas empresas precisam possuir equipamentos de qualidade compatíveis com as exigências da RIOLUZ, e luminárias a *LED* de baixa potência (outra dificuldade de se encontrar no mercado brasileiro). Neste caso, a SCHRËDER foi a única empresa que apresentou luminária de baixa potência, tamanho e peso menor, com condições mais adequadas para instalação em paredes de alvenaria e marquises.

### 8.2 Perspectivas futuras

Ao considerar as comunidades carentes como ambientes urbanos complexos mas passíveis de receberem os serviços básicos necessários, vislumbra-se inúmeras variantes que podem ser criadas e desenvolvidas em termos de

inovações e soluções, aproveitando a estrutura da própria comunidade, suas características físicas e peculiaridades.

No contexto atual de crise e necessidade de incentivo do setor público e privado para investimento em energias renováveis, encontram-se alternativas viáveis para fornecer energia que atendam tanto a iluminação pública como residencial nas comunidades do Rio de Janeiro. A energia solar, a eólica, e a utilização do biogás são configurações possíveis para estas áreas, obviamente sempre que se apresentarem condições para instalação de algumas destas opções.

A busca de parcerias com órgãos públicos, privados bem como Organizações Não Governamentais (ONGS), para traçar ações que direta ou indiretamente contribuam para a melhoria dos serviços públicos em geral, é fator que agrega valor e que tem muito a colaborar o bem estar social de seus moradores, capaz de ajudar na integração social e, na preservação do meio ambiente.

Através de ferramentas como reuniões, *brainstormings*, seminários, torna-se possível discutir e formalizar parcerias com todos os envolvidos na prestação de serviços públicos à comunidade, podendo ser criadas frentes de trabalho que encontrem soluções inovadoras e adequadas as diferentes situações de cada comunidade.

Ações paralelas como pinturas das moradias nas comunidades, tratamento paisagístico, aplicação da arte do grafite e busca de envolvimento permanente dos moradores nos processos de desenvolvimento e manutenção do meio ambiente onde vivem são contribuições simples, mas importantes. Elas podem servir como vetores para gerar trabalho mais participativo e criativo, agregador na busca de novas iniciativas à prestação dos serviços públicos fundamentais para mais de 1.400.000 pessoas que vivem nas comunidades carentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU e Lima, a cidade Pernambucana 100% LED. **Revista e Jornal Ecoturismo: Turismo e Energias Renováveis**. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/001596905cd7c6bc2a754>> Acesso em 20 jun 2013.
- ALVES P. **O que é o OLED**. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/09/o-que-e-oled.html>>. Acessado em 08 de novembro de 2014.
- AGÊNCIA Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 414/2010**: atualizada até a REN499/2012/ Brasília: ANEEL, 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdfmem>>. Acesso em: 14 maio 2013.
- AWAD, J.C.M.; LEITE, C. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- ATHAYDE C.; MEIRELLES R. **Um País Chamado Favela**: São Paulo:, Editora Gente. 2014.
- BRANCACCI, J. **LED: Nova Fronteira Tecnológica da Iluminação**. Hórus energia. 6º Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, 2009. Disponível em: <[http://www.metodoeventos.com.br/6eficienciaenergetica/palestras/22\\_07\\_wor kshop1/josemar\\_brancacci.pdf](http://www.metodoeventos.com.br/6eficienciaenergetica/palestras/22_07_wor kshop1/josemar_brancacci.pdf) >. Acesso em: 05 set 2014.
- BLUESPAN. **Iluminação pública a LED, um novo conceito**, Junho 2009. Disponível em:<[http://www.energiaviva.pt/pdf/dossier/iluminacao\\_publica\\_a\\_LED\\_um\\_novo\\_conceito.pdf](http://www.energiaviva.pt/pdf/dossier/iluminacao_publica_a_LED_um_novo_conceito.pdf) >. Acessado em: 12 de outubro de 2013.
- Companhia Municipal de Energia e Iluminação- RIOLUZ. **Relatório anual de iluminação pública do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2013.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.- Relatório Brundtland -(UNITED NATIONS ,1987). 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CRUZ, G. **Informações sobre histórico da IP em comunidades carentes**. Rio de Janeiro, 2014. Entrevista concedida a autora em dezembro de 2014.
- DELEUIL, J.M. **Eclairer la Ville Autrement - Innovations et Expérimentations em Éclairage Public**. Lion: Presses Polytechniques et Universitaires Romanes. 2009. 1 ed.
- ELETROBRÁS. **Iluminação pública no Brasil**. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={EB94AEA0-B206-43DE-8FBE-6D70F3C44E57}>>>. Acesso em: 08 maio 2013.

INSTITUTO de Pesquisas DATA FAVELA. **Classe média na favela sobe de 33% para 65% em 10 anos.** Disponível em: <<http://datafavela.com.br/classe-media-na-favela-sobe-de-33-para-65-em-10-anos>> Acesso em 12 out 2014.

INSTITUTO Pereira Passos. **Armazém de Dados: Portal Geo.** 2012. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/sabren/index.html>>. Acessado em 16 out 2014.

**Instrutherm-Catálogo Digital.** Disponível em: [http://instrutherm.com.br/instrutherm/Default1.asp?template\\_id=60&old\\_template\\_id=60&partner\\_id=&tu=b2c&](http://instrutherm.com.br/instrutherm/Default1.asp?template_id=60&old_template_id=60&partner_id=&tu=b2c&). Acessado em 02 de novembro de 2013.

IBGE. **Censo 2010.** Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias>> Acesso em 15 maio 2013.

FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Jornal Nacional.** Rio de Janeiro: Rede Globo, Janeiro de 2015. Programa de TV.

FROES DA SILVA L.L. **Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e Institucionais.** Dissertação de mestrado, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

GRAH-Lighting/**Street lighting technology comparison** - Disponível em: <http://www.grahlighting.eu/learning-centre/street-lighting-technology-comparison>. Acessado em 09 de junho de 2013.

LOPES, L.B. **Uma Avaliação da Tecnologia LED na Iluminação Pública.** Projeto de Graduação, Escola Politécnica/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

MAY, P. **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 2º Ed.

MENDONÇA L.L. **Reflexos da Cidade: A Iluminação Pública no Rio de Janeiro** - Centro da Memória da Eletricidade no Brasil. Rio de Janeiro: MEMÓRIA. 2004, 2º.ed. p. 164.

MURRAY, M. **Cree Breaks 200 Lumen Per Watt Efficacy Barrier.** Cree, 2010. Disponível em: <[http://www.cree.com/press/press\\_detail.asp?i=1265232091259](http://www.cree.com/press/press_detail.asp?i=1265232091259)>. Acessado em 20 novembro 2013.

**NBR 5101.** Disponível em: <<https://pt.scribd.com/search?query=NBR+5101%2F2012-Iluminacao-Publica>>. Acessado em 20 de novembro de 2013.

NOBELPRIZEORG **The Official Web Site of the Nobel Prize.** Disponível em: <[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/Nobel](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/Nobel)>. Acessado em 29 de novembro de 2014.

- NOVICKY, J. M.; MARTINEZ, R. **LEDs para Iluminação Pública**. Disponível em <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/41.pdf>> Acessado em 20 de Janeiro de 2013.
- NPI. **Normalização de Projetos de Iluminação Pública**. RIOLUZ – Rio de Janeiro, emissão número 03 de 28/04/2003.
- PINTO L. **Complementar para não racionar**. Rio de Janeiro: Brasil Energia. 2014. n.400, p.14-17.
- PROJETO de Iluminação Externa - Parque do Ibirapuera - Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com.br/projects/parque-do-ibirapuera.wpd>>. Acessado em: 10 dez 2014.
- PORTAL da **Prefeitura do Rio de Janeiro** - Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=3681783>>. Acesso em 19 mai 2013.
- ROSITO L.H. **As origens da iluminação pública no Brasil: O setor elétrico**. 2009. Disponível em: <[http://www.osetoelettrico.com.br/ose/assets/2c688ee8/ed.36\\_fasciculo\\_capitulo\\_1\\_desenvolvimento\\_da\\_ilumina%C3%A7%C3%A3o\\_publica\\_no\\_brasil.pdf](http://www.osetoelettrico.com.br/ose/assets/2c688ee8/ed.36_fasciculo_capitulo_1_desenvolvimento_da_ilumina%C3%A7%C3%A3o_publica_no_brasil.pdf)>. Acessado em: 11 set 2013.
- SALES, R.P. **LED, o novo paradigma da iluminação pública**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de tecnologia) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2011.
- SISTEMA DE CUSTOS DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA – SCO. Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro. Controladoria Geral do Município. Fundação Getúlio Vargas. Estabelecido de acordo com lei Federal 12.844/13. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/cgm/tabelas>. Ano 2014.
- SCHREDER DO BRASIL. **Luminária LED**. Disponível em <<http://www.schreder.com/brspt/Pages/default.aspx>>. Acessado em: 10 maio 2013.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E CONSERVAÇÃO - RIOLUZ. SILVA, A., OMELCZUK, S. **Projeto de Iluminação Pública - Comunidade Tavares Bastos**, número 04-002/2014. Escala 1:250.
- SILVEIRA M.C.F., MALDONADO O.A., CARVALHO S.G.P., SILVEIRA J.L. **Benefícios ambientais e energéticos da utilização da tecnologia LED em sistemas de iluminação pública** - Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista. Trabalho apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Automática / 12 a 16-setembro-2010, Bonito-MS. Disponível em: <[http://www.labplan.ufsc.br/congressos/CBA2010/Artigos/66237\\_1.pdf](http://www.labplan.ufsc.br/congressos/CBA2010/Artigos/66237_1.pdf)>. Acessado em 12 maio 2014.
- SIQUEIRA, M. **PROCEL: O Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes** 2008. Disponível

em:<[www.ceiprs.com.br/docs/RELUZ\\_Labelo\\_21-08-08.pdf](http://www.ceiprs.com.br/docs/RELUZ_Labelo_21-08-08.pdf) >. Acesso em: 17 jun 2014.

SMERALDI, R. **O Novo Manual de Negócios Sustentáveis**. São Paulo: Publifolha, 2009. p. 29.

TOFLER, A. **A terceira onda**. Rio de Janeiro: Record, 1980. 16<sup>o</sup> ed.

THOMAS, B. **A Wind Powered, White LED Lighting System for the Kibera Slum of Nairobi**. Int J Serv Learn Eng. 2007.2(1):16-31.

## GLOSSÁRIO

**Fluxo Luminoso (lm):** é a quantidade de energia produzida por uma fonte luminosa (luz).

**Intensidade Luminosa (cd):** é o valor de energia radiante emitida por uma fonte luminosa correspondendo a 1/60 da intensidade luminosa por um centímetro quadrado da superfície de um corpo.

**Iluminância (lux=lm/m<sup>2</sup>):** é o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte.

**Luminância (cd/m<sup>2</sup>):** é a intensidade luminosa refletida ou produzida por uma superfície aparente.

**Índice de Reprodução de Cor (IRC):** é a qualidade com que as cores são reproduzidas por uma fonte de luz.

**Potência (W):** é a quantidade de energia consumida na unidade de tempo.

**Temperatura de cor (K):** é a aparência (tonalidade) de cor emitida por uma fonte de luz, medida em Kelvin, quanto maior for a temperatura de cor mais clara será a tonalidade da luz.

**Iluminância média (E med):** calculada pela média aritmética das leituras realizadas, em plano horizontal, sobre o nível do piso e sob condições estabelecidas conforme capítulo 7 da NBR- 5101 da ABNT (valores em lux).

**Iluminância média de serviço (Ems):** é o produto da iluminância média pelo fator de manutenção(\*)

**Uniformidade geral (U):** relação entre a iluminância mínima e a iluminância média (E<sub>min</sub>/E<sub>med</sub>)

**Eficiência luminosa (lm/W):** é a relação entre o fluxo luminoso, com a potência elétrica de entrada consumida.

**(\*) Obs:** O fator de depreciação de uma luminária varia de acordo com seu índice de proteção (IPXX), assim para IP 65 se deve usar fator de manutenção = 0,8 e equipamentos com IP >= 66 usar fator de manutenção = 0,85.

**Vida Útil (h):** é o tempo que o fluxo luminoso leva para cair 70% de seu valor inicial.

**Vida mediana (h):** é o tempo no qual 50% das lâmpadas ensaiadas pelos fabricantes, permanecem acesas.

## ANEXOS

ANEXO A: Decreto COSIP

### DECRETO N.º 31918 DE 25 DE FEVEREIRO DE 2010

#### **Regulamenta as disposições legais relativas à Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública – COSIP, instituída pela Lei n.º 5.132, de 17 de dezembro de 2009.**

O PREFEITO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, no uso de suas atribuições legais,

DECRETA:

Art. 1.º As disposições legais relativas à Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública – COSIP, instituída pela Lei nº 5.132, de 17 de dezembro de 2009, ficam regulamentadas por este decreto.

Art. 2.º A COSIP tem por finalidade o custeio do serviço de iluminação pública do Município, que compreende a iluminação de vias, logradouros e demais bens de uso comum do povo, e a instalação, a manutenção e o melhoramento da rede de iluminação pública.

Art. 3.º Contribuinte da COSIP é todo aquele que possua ligação de energia elétrica, cadastrado junto à concessionária de serviço público de distribuição de energia elétrica do Município.

Art. 4.º São isentas da COSIP as unidades consumidoras de imóveis efetivamente utilizados como templos religiosos de qualquer culto.

Parágrafo único. A isenção de que trata o caput:

I – será incluída, sempre que possível sem necessidade de solicitação do contribuinte, na fatura mensal de energia elétrica das unidades consumidoras de imóveis que, na data da publicação do presente decreto, já tenham sido integralmente reconhecidos como templos imunes ou isentos do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU;

II – obedecerá ao disposto no Decreto nº 14.602, de 29 de fevereiro de 1996, devendo ser solicitada:

a) por iniciativa do contribuinte ou após convocação da autoridade, nos processos de reconhecimento de imunidade ou isenção do IPTU para templo que estiverem em curso na data de publicação deste decreto;

b) por iniciativa do contribuinte, nos demais casos.

Art. 5.º A COSIP será cobrada juntamente com a fatura mensal de energia elétrica emitida pela concessionária de que trata o art. 3º, e seu valor corresponderá à faixa de consumo de cada unidade consumidora, aplicando-se a tabela constante no Anexo deste Decreto.

Parágrafo único. A concessionária fará apuração do consumo de energia elétrica de cada uma de suas unidades consumidoras a cada mês e recolherá até o dia 15 (quinze) do mês subsequente os valores da COSIP relativos a cada uma dessas unidades, sendo tais valores determinados pelos mesmos critérios aplicáveis aos demais consumidores.

Art. 6.º A concessionária encaminhará à Secretaria Municipal de Fazenda, na data prevista no inciso I do art. 9º, a relação dos contribuintes inadimplentes e respectivos valores da COSIP cujo vencimento tenha ocorrido até 31 de dezembro do ano anterior.

Parágrafo único. Sobre os valores da COSIP pagos até a data do encaminhamento mencionado no caput não incidirão acréscimos moratórios.

Art. 7.º A Secretaria Municipal de Fazenda efetuará, de ofício, o lançamento da COSIP, nos seguintes casos:

I – em relação aos contribuintes que se encontrarem na situação prevista no caput do art. 6.º;

II – quando a unidade consumidora tiver sido objeto de isenção e deixar de satisfazer as condições para sua fruição, sem a devida comunicação à autoridade competente, ou, tendo sido feita a devida comunicação, não tenha havido tempo hábil para a inclusão do valor da COSIP na fatura da concessionária;

III – quando tiver sido indeferido pedido de reconhecimento de isenção e a COSIP, cuja cobrança fora provisoriamente suspensa, não houver sido paga no prazo de que trata o caput do art. 129 do Decreto n.º 14.602, de 29 de fevereiro de 1996.

Parágrafo único. Aos créditos constituídos nos termos deste artigo aplicar-se-ão:

I – os acréscimos moratórios previstos no art. 181 da Lei n.º 691, de 24 de dezembro de 1984, contados a partir do vencimento inicial da cobrança;

II – as normas processuais vigentes para a exigibilidade dos demais créditos da Fazenda Municipal previstas no Decreto n.º 14.602, de 29 de fevereiro de 1996.

Art. 8.º Os valores da tabela constante do Anexo de que trata o caput do art. 5º serão atualizados a cada exercício pelo mesmo índice aplicado aos créditos tributários nos termos da Lei nº 3.145, de 8 de dezembro de 2000.

Art. 9.º Sem prejuízo de outras obrigações, contratualmente estabelecidas, a concessionária deverá:

I – encaminhar à Secretaria Municipal de Fazenda a relação de inadimplentes de que trata o caput do art. 6.º, no último dia útil de julho de cada ano;

II – encaminhar à Secretaria Municipal de Fazenda a relação das unidades consumidoras, até o último dia útil do mês subsequente ao da arrecadação; e

III – fornecer todas as informações que a Secretaria Municipal de Fazenda julgar necessárias ao controle da arrecadação da COSIP.

Art. 10. Fica acrescida às competências descritas no Anexo II do Decreto “N” n.º 29.750, de 21 de agosto de 2008, no código 010234 F/SUBTF/CIP Coordenadoria do Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana:

I - “planejar, coordenar, controlar e avaliar as atividades de administração tributária e fiscal em relação à Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública – COSIP.” (NR)

Art. 11 Os recursos do Fundo Especial de Iluminação Pública, de que trata o artigo 7º da Lei nº 5.132, de 17 de dezembro de 2009, suprirão, prioritariamente, o custeio do serviço de iluminação pública do Município.

Art. 12 A Secretaria Municipal de Fazenda baixará os atos que julgar necessários à disciplina de qualquer dispositivo deste Decreto.

Art. 13 Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, produzindo efeitos, quanto à cobrança da COSIP, em relação aos períodos de consumo de energia elétrica, iniciados a partir de 21 de março de 2010, inclusive.

Rio de Janeiro, 25 de fevereiro de 2010; 445º ano da fundação da Cidade.

EDUARDO PAES

## ANEXO



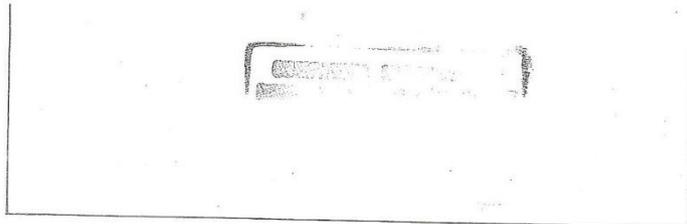
Faixa de consumo mensal (KWH)	Valor (R\$)
Até 80	0,00
Superior a 80 até 100	2,00
Superior a 100 até 140	3,00
Superior a 140 até 200	4,50
Superior a 200 até 300	6,50
Superior a 300 até 400	9,80
Superior a 400 até 500	12,80

Superior a 500 até 1.000	16,00
Superior a 1.000 até 5.000	30,00
Superior a 5.000 até 10.000	60,00
Superior a 10.000	90,00

## ANEXO B: Protocolo Internacional RHOS

 <span style="float: right;">RoHS DECLARATION OF CONFORMITY Date Revised: 6/13/2013</span>	
RS2046062013	
This declaration covers the following products ("Products") manufactured by or on behalf of Cree, Inc. and its subsidiaries (collectively "Cree") and shipped by Cree after June 13, 2013:	
Product Identification:	XLamp->XP-G2
Location(s):	All Locations
Cree declares the Products noted above comply with EU Directive 2011/65/EU on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS), as adopted by EU member states on January 2, 2013 (including restrictions on the use of Deca-BDE) ("EU RoHS"). The specifics of this compliance are as follows:	
<input checked="" type="checkbox"/> These Products are fully compliant and do not contain the restricted substances above levels noted in EU RoHS <input type="checkbox"/> These Products are compliant with EU RoHS due to an exempt use of one or more restricted substances	
HALOGEN FREE STATUS	
The compliance status of the products relative to the International Electrochemical Commission (IEC) Halogen Free Specification 61249-2-21 is noted below:	
<input checked="" type="checkbox"/> The concentrations of bromine and chlorine each are less than 900 ppm, and the concentration of total halogens is less than 1500 ppm <input type="checkbox"/> The concentration of bromine or chlorine equals or exceeds 900 ppm, or the concentration of total halogens equals or exceeds 1500 ppm	
 Barry Rayfield Product Ecology Manager Telephone: (919) 407-5373 Barry_Rayfield@cree.com	
 Michael Richard Global Site Development Manager Telephone: (919) 407-7334 Michael_Richard@cree.com	
 Company Seal	
<small>This certification is considered to be part of Cree's product specifications and only applies to the products' compliance with the specific regulation and industry specification listed above. Additional restrictions and/or controls relating to these or other substances and materials enacted by these or other governing bodies are outside the scope of this certification. No additional certifications, expressions of risk or liability, or further declarations are made, expressed or implied. The recipient or end user of this data is responsible for determining the applicability of this data to their specific use. Cree reserves the right to modify or rescind this declaration with respect to products not yet ordered.</small>	
WWW.CREE.COM	

ANEXO C: Processo Administrativo



26  
SECRETARIA  
CONSTITUCIONAL E  
SERVIÇOS PERIÓDICOS



Número do processo

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro  
Sicop - Sistema Único de Controle de Protocolo  
Matr. Transc.: 2571396-1 Data Processo: 22/05/2013  
Nome: BLOQUEIO DE  
CBC - 2763953300174  
Assunto: 70160 - ILUMINACAO PUBLICA (CITAR)  
Número do Processo : 26/401.903/2013

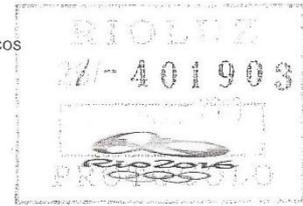
Nome

Assunto

Anexos



SECRETARIA MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E SERVIÇOS PÚBLICOS  
COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO – RIOLUZ  
Rua Voluntários da Pátria, nº 169 – 15º andar - Botafogo  
Tels: 3907-5800 Fax: 3907-5807  
CEP: 22270-000-Rio de Janeiro-RJ.



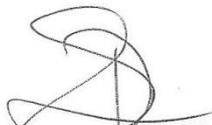
Rio de Janeiro, 21 de maio de 2013

Ao Protocolo

**REF.: AUTORIZAÇÃO – DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Solicito abertura de processo para apoio na elaboração de projeto de dissertação do mestrado, na área de eficiência do consumo de energia e sustentabilidade dos materiais utilizados na Iluminação Pública em áreas carente, posterior envio a DIM/SUL.

Atenciosamente,



Paulo Cesar dos Santos  
CREA - RJ 901021173 / D  
Matr. 45/2.571.498-9  
Diretor de DIM / Sul  
RIOLUZ



**Universidade Federal do Rio de Janeiro**  
**Centro de Tecnologia - Escola Politécnica**  
**Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão**



PROCESSO Nº 121973  
 Data 22/MAIO 2013 Fls 03  
 Rubrica

Rio de Janeiro, 02 de Maio de 2013.

Ao Sr. Diretor Presidente, José Henrique Pinto.

Venho através deste, como engenheira aposentada da Riolut e mestranda do Programa de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, pedir sua autorização para efetuar juntamente com técnicos da Riolut visita à Comunidade do Morro Dona Marta em Botafogo, para observar a Iluminação Pública existente.

Meu interesse se deve à elaboração de projeto de dissertação do mestrado, na área de eficiência do consumo de energia e sustentabilidade dos materiais utilizados na Iluminação Pública, em áreas carentes.

A ideia deste protótipo é utilizar a tecnologia de LED em áreas de baixa renda, visando minimizar a manutenção e a preservação do meio ambiente, buscando o comprometimento dos moradores da Comunidade com a preservação do bem público.

Esperando contar com seu apoio, na busca coletiva de soluções sustentáveis para nossa Sociedade.

Atenciosamente,

*Siclinda da Omelczuk*  
 Siclinda Omelczuk

*Eduardo L. Qualharini*  
 Prof. Eduardo L. Qualharini  
 Coordenador Gerenciamento de Projetos  
 Escola Politécnica / NPPG / UFRJ

Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Centro de Tecnologia  
 Escola Politécnica - Bloco A - 2º andar  
 Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP: 21941-909

À PRE/GAB

“ Nada a opor ”, visto como  
uma grande oportunidade de  
ampliar novos conhecimentos  
e desenvolvimento em sustentabilidade.

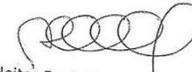
  
24/01  
2013  
Paulo César dos Santos  
CREA - RJ 01021173 / D  
Matr. 4578.671.498-9  
Diretor de DIM / Sul  
RIOUZ

do Pre/Gab.

Concedido com o parecer

do Diretor Paulo César.

Em 25/06/13

  
RECEBEMOS PRE/GAB  
EM 25.06.13  
19.20 HORAS  
864.0  
Heitor Doyle Maia Sobrinho  
CREA-RJ 84.105528-D  
Matr. 13169.518-4  
Diretor da DTP  
RIOUZ

→ DIVISUL

Autorizado.

INDICO O DIRETOR DE MANU-  
TENÇÃO E IMPLANTAÇÃO PAULO  
CESAR, PARA DESEMPENHAMENTO  
DAS ATIVIDADES RJ 21/13

  
José Henrique Pinto  
Diretor Presidente  
RIOUZ - Matr. 607.2571.751-6

## ANEXO D: Ensaio Fotométrico SKIDO de 6,53W



Projecto :

Ficheiro : E:\SKIDO~1\SKIDO~1.LPF

**Informação geral****Detalhes das malhas**

## \* CENTRAL (1)

**Geral**Tipo :  Activado :  Mascara :  Cor : **Geometria****Posição da**X :  Y :  Z : **Dimensão**
 Nº X :  Espaçamento X :  Dim X :   
 Nº Y :  Espaçamento Y :  Dim Y : 
**Cálculo**Iluminância :  Faceta : **Resumo****Resumo das malhas**

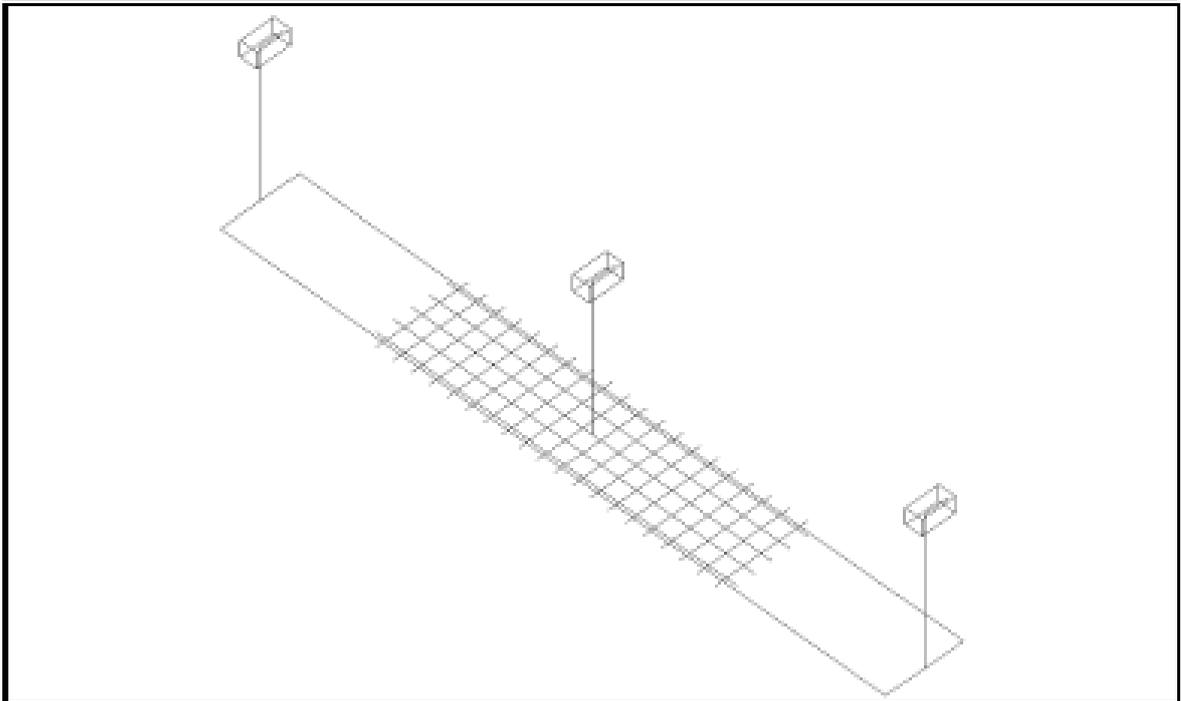
Média aritmética (A) ou ponderada (P)

CENTRAL (1)	Min	Máx	Méd (A)	Min/Máx	Min/Méd
Iluminância (lux)	8,4	24,2	16,0	34,8	52,5

Projecto :

Ficheiro : E:\SKIDO~1\SKIDO~1.LPF

Vista Actual Configuração (1)



**Resultados das malhas**

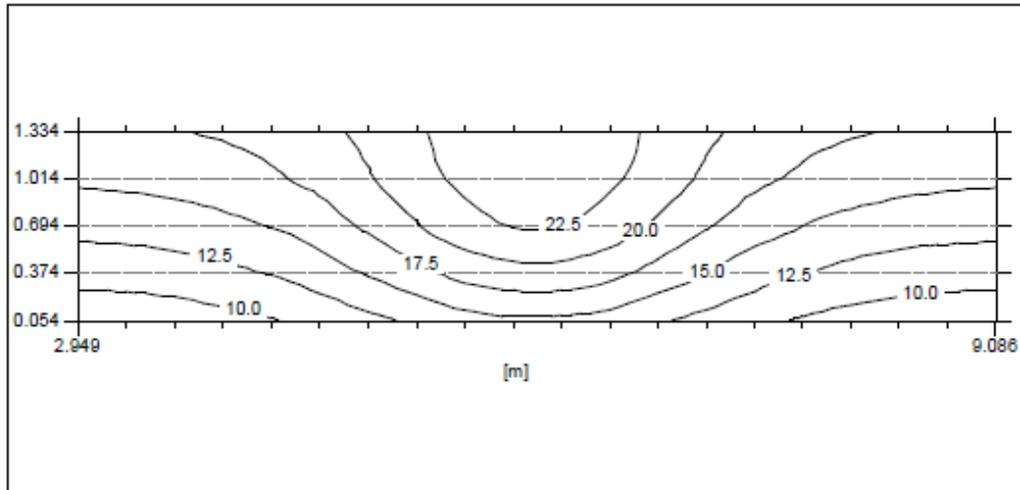
Média aritmética (A) ou ponderada (P)

**CENTRAL (1) : Iluminância [lux]**

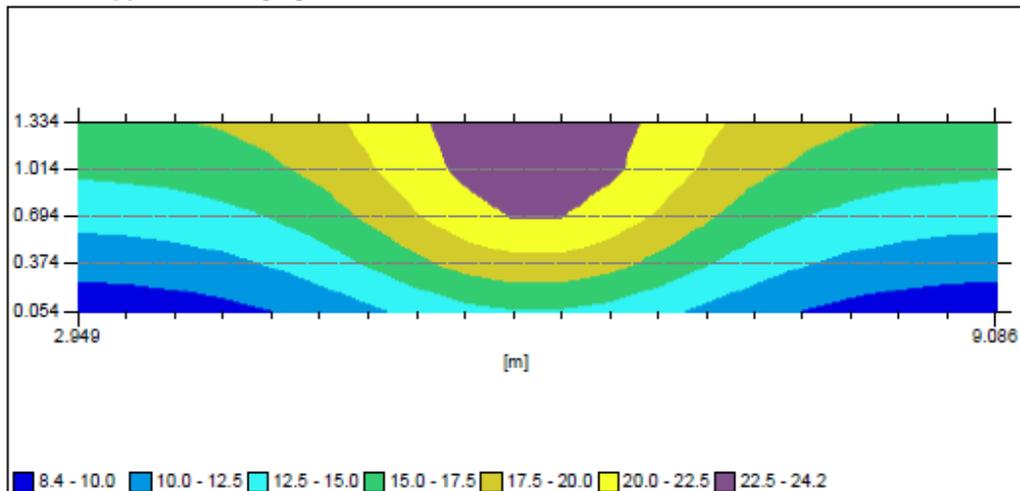
Min :	8,4	lux	Méd (A)	16,0	lux	Máx :	24,2	lux	Uo :	52,5	%	Ug :	34,6	%	
1,334	16,9	17,1	17,4	17,8	18,4	19,3	20,7	22,2	23,5	24,2	24,2	23,4	22,0	20,5	19,2
1,014	15,4	15,6	15,9	16,4	17,1	18,2	19,7	21,5	23,1	24,0	23,9	23,0	21,4	19,5	18,0
0,694	13,3	13,5	13,8	14,3	15,1	16,3	17,9	19,8	21,8	22,6	22,5	21,4	19,6	17,7	16,1
0,374	10,8	10,9	11,3	11,8	12,6	13,7	15,2	16,8	18,3	19,1	19,1	18,2	16,6	15,0	13,6
0,054	8,4	8,5	8,7	9,2	9,8	10,8	11,8	12,9	14,1	14,6	14,5	14,0	12,8	11,7	10,7
Y/X	2,949	3,272	3,595	3,918	4,241	4,564	4,887	5,210	5,533	5,856	6,179	6,502	6,825	7,148	7,471

1,334	18,4	17,8	17,4	17,1	16,9
1,014	17,0	16,3	15,9	15,6	15,4
0,694	15,0	14,3	13,8	13,5	13,3
0,374	12,5	11,8	11,2	10,9	10,8
0,054	9,7	9,1	8,7	8,5	8,4
Y/X	7,794	8,117	8,440	8,763	9,086

**CENTRAL (1) : Iluminância [lux]**



**CENTRAL (1) : Iluminância [lux]**



Projecto :

Ficheiro : E:\SKIDO~1\SKIDO~1.LPF

**Informações gerais (Cont.)****Detalhes das configurações**

## • Configuração (1)

Activado 

Matriz	Descrição	Fluxo	FM	Aparelho
331313	SKIDO/PC Lum. shape-related Smooth/5122/8LEDs 700mA CW (1,341 km)/16/331313	0,8	0,82	

**Detalhes dos grupos**

Linear													
N°	Inicio			Luminária				Geometria					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	N°X	EspX	Rotação	Inclinaçã	Berma	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,000	0,700	2,800	331313	0,0	0,0	0,0	3	6,000	0,000	0,000	0,000

Projecto :

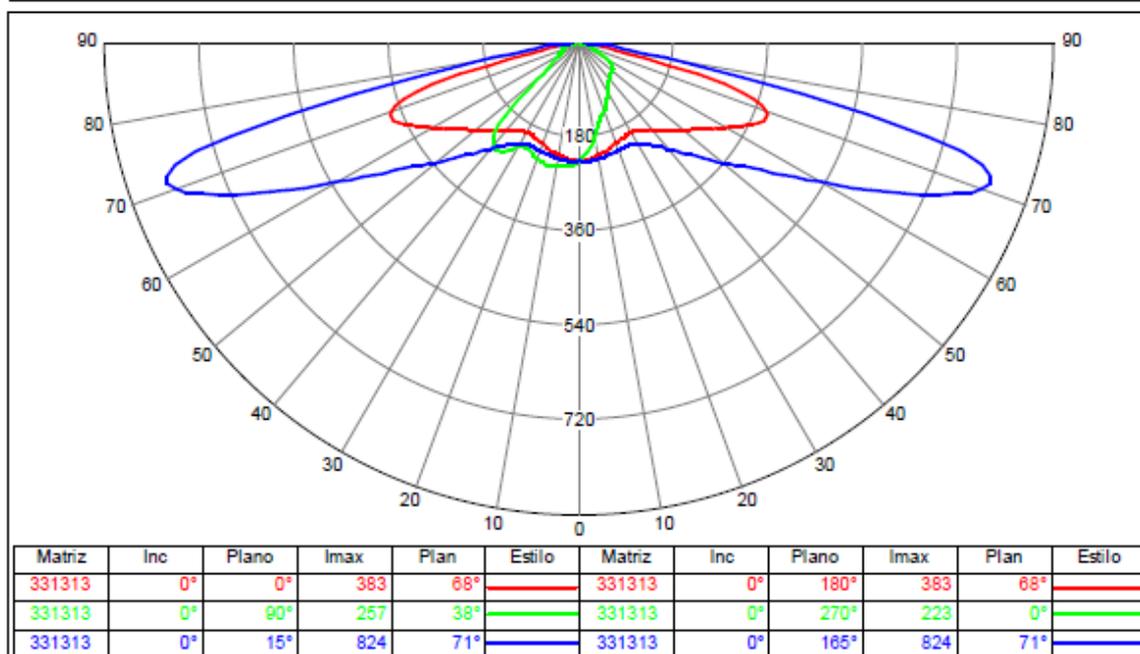
Ficheiro : E:\SKIDO--1\SKIDO--1.LPF

Documentos fotométricos

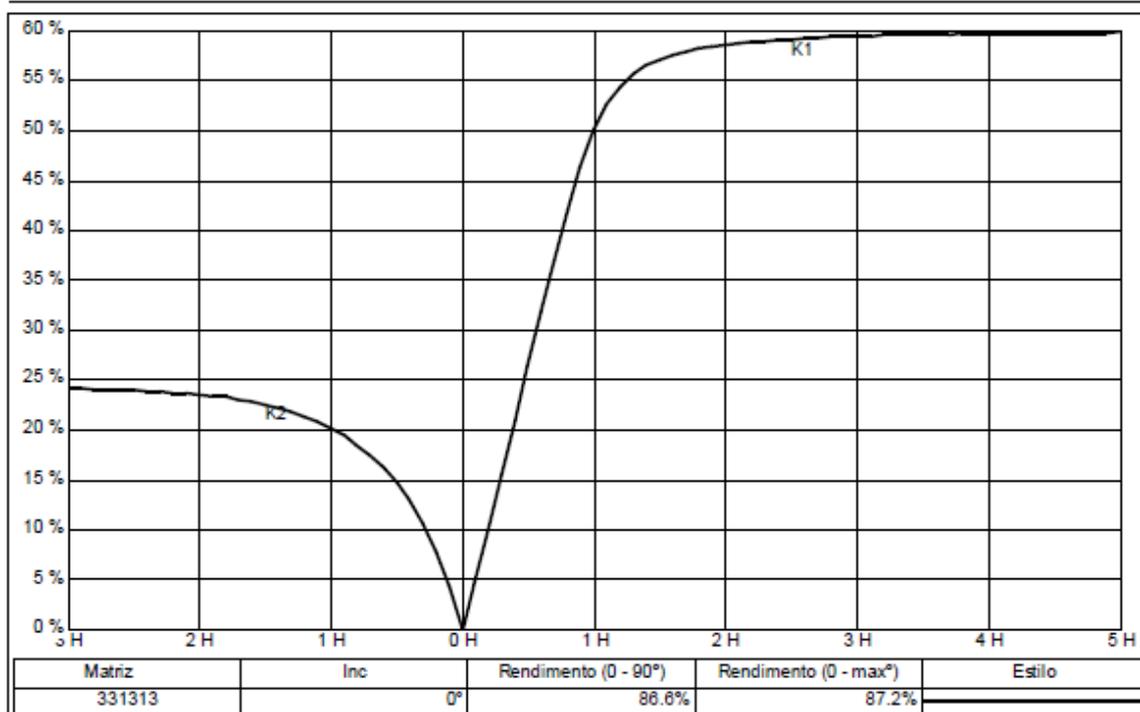
331313

SKIDO/PC Lum. shape-related Smooth/5122/6LEDs 700mA CW (1,341 klm)/16/331313

Diagrama Polar/Cartesiano



Curvas de Utilização



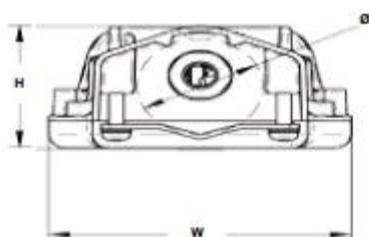
## ANEXO E: Características das luminárias SKIDO (LED) e LRJ-35

## Características da Luminária SKIDO (Fonte: SCHRÉDER)

**DIMENSÕES - MONTAGEM**

Montagem lateral Ø32mm a Ø42mm.

Fixação com 4 parafusos M8.



L	395 mm
H	54 mm
W	101 mm
Ø	32 to 42 mm

**CARATERÍSTICAS - LUMINÁRIA**

Estanquicidade do bloco óptico:	IP 65 <sup>(1)</sup>
Estanquicidade bloco acessórios:	IP 65 <sup>(1)</sup>
Resistência aos choques:	IK 07 <sup>(2)</sup>
Tensão nominal:	230V - 50Hz
Classe elétrica:	I <sup>(3)</sup>
Peso:	1.2 kg
Altura de instalação:	3 - 6m
Materiais:	Corpo: Alumínio
	Difusor: Policarbonato

Cor: RAL 7037 cinza

<sup>(1)</sup>segundo IEC - EN 60598

<sup>(2)</sup>segundo IEC - EN 62262

Características da Luminária LRJ 35 com VS 70 W. (Fonte: ILUMATIC).

## DIMENSÕES EM MILÍMETROS

