

ILUMINAÇÃO PÚBLICA A LED: UM ESTUDO DE CASO COM ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

Maurício de Oliveira Santos, Carmina Célia Moura de Moura Carvalho

Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia, Universidade Federal do Pará,
Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá - Avenida Perimetral 2651, Prédio 01
CEP: 66077-830 Guamá - Belém/PA
eng.santosx@gmail.com, carmina@ufpa.br

Resumo — A busca por tecnologias mais eficientes incentivou pesquisas constantes de materiais e consequente produção de equipamentos com melhor desempenho. É nesse contexto que surgem as aplicações do Diodo Emissor de Luz (LED) na Iluminação Pública (IP). Este trabalho apresenta a revitalização da IP de dois logradouros da cidade de Ananindeua – PA, em que os conjuntos de luminárias formados por lâmpadas a vapor de sódio deram lugar a luminárias a LED, com vida útil duas vezes maior e com significativa redução da potência instalada, obtendo-se economia e sustentabilidade. Apresenta-se, inicialmente, o atual contexto da IP no município, e, a partir de uma análise crítica em relação aos aspectos técnicos e econômicos resultantes, os benefícios que a troca proporcionou.

Palavras-chaves — Eficiência Energética, Iluminação Pública, LED.

I. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial culminou na evolução do consumo e na dependência da energia elétrica. O advento da globalização e da internet também impuseram sua vasta colaboração para um maior acréscimo no consumo de energia elétrica, que por sua vez acarretou na necessidade de produzir maiores e novas fontes de geração de energia. A preocupação com a falta de água e, conseqüentemente, com a falta de energia elétrica são assuntos amplamente discutidos, tanto por parte do governo como das empresas que geram e distribuem energia. A recuperação do sistema elétrico nacional seria uma forma de amenizar o problema, bem como a criação de novas fontes geradoras de energia, que por sua vez é confrontada por frentes ambientalistas e argumentos de sustentabilidade [1].

Como o panorama energético nacional não é um dos melhores e as bandeiras e tarifas energéticas sofrem constantes alterações, todo esforço para poupar energia se torna interessante. Em contrapartida, é de suma importância que fatores como segurança e conforto sejam levados em consideração, desafio esse enfrentado por parte dos Departamentos de Iluminação Pública (DIP) do país. A iluminação a LED é uma forma de reduzir o consumo sem abrir mão dos fatores importantes destacados anteriormente por ser a tecnologia mais eficiente encontrada atualmente no mercado, pois a mesma, além de consumir pouca energia,

proporciona um excelente desempenho luminoso e Índice de Reprodução de Cor (IRC) elevado [2].

Com o advento das pesquisas foram desenvolvidos os LEDs de potência, podendo então ser aplicados em luminárias externas, sendo utilizados em IP. A eficiência de tal tecnologia, bem como sua alta durabilidade, são os principais atrativos em sua aplicação, sendo por esses motivos, que a mesma vem ganhando mercado e se tornando alvo de interesse de renomadas empresas mundiais que trabalham com o mercado de iluminação.

É nesse contexto que a iluminação pública da cidade de Ananindeua, região metropolitana de Belém-PA, passou por um processo de reforma em seus principais logradouros visando melhorar aspectos como: segurança, eficiência, economia e qualidade na iluminação. No sistema de iluminação antigo predominavam lâmpadas a descarga com menor eficiência (relação entre o fluxo luminoso e o consumo de energia), o que resultava na aplicação de um número maior de luminárias para se atingir bons níveis de iluminamento das vias e praças. A fim de solucionar também os problemas provocados pelo fluxo luminoso deficiente em algumas áreas da cidade (acidentes, atropelamentos e assaltos, entre outros) um novo sistema de IP foi projetado. Os procedimentos adotados envolveram, entre outros aspectos, a troca de luminárias e lâmpadas antigas por conjuntos melhores e mais eficientes (maior e melhor distribuição do fluxo luminoso, menor consumo, maior durabilidade).

O objetivo da prefeitura em implantar a nova tecnologia na IP de Ananindeua foi o de atestar a eficiência do novo sistema de iluminação desenvolvendo uma postura ecológica correta, já que desta forma está contribuindo para reduzir a necessidade de novas instalações geradoras, e considerando que o LED possui maior vida útil e descarte menos agressivo ao meio ambiente, visa também economia financeira por ter que fazer repasses de verbas menores para a concessionária, desempenhando seu papel no que tange às questões econômicas, sociais e ecológicas no contexto mundial.

Este trabalho apresenta os resultados alcançados com a revitalização da IP de dois logradouros da cidade de Ananindeua – PA, a partir de uma análise crítica em relação aos aspectos técnicos e econômicos resultantes.

II. IMPLANTAÇÃO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA A LED NA RODOVIA BR 316 E NA AVENIDA DOM VICENTE ZICO EM ANANINDEUA-PA

O município de Ananindeua encontra-se atualmente em constantes revitalizações em seu parque de IP, boa parte dos logradouros municipais encontra-se em perfeito funcionamento, várias ruas e avenidas já estão recuperadas e apresentam bom desempenho luminoso. Atualmente o DIP vem desenvolvendo uma modernização nas principais avenidas e praças da cidade, aplicando luminárias adequadas para cada classificação de via, levando sempre em consideração fatores como volume de tráfego, largura da via e fluxo de pedestres.

As lâmpadas utilizadas em IP são em sua grande maioria lâmpadas de descarga. Existem vários tipos de lâmpadas de descarga, que são diferenciadas em geral pelo tipo do gás contido no bulbo e pela potência. As mais utilizadas em IP são as de vapor de sódio e de vapor metálico.

A. Atual Contexto da Iluminação Pública no Município

O parque luminotécnico de Ananindeua é bem diversificado, ficando as vias de maior importância com os equipamentos mais modernos. A praça matriz, após sua reforma em junho de 2014, recebeu iluminação a LED, o que muito colaborou com a qualidade e o desenvolvimento do ambiente. As luminárias instaladas totalizam potência de 3,9 kW, que resulta em um consumo mensal de 1.388,79 kWh. Esse novo sistema substituiu um arranjo de equipamentos com potência de 14,56 kW, que por sua vez consumiam 5.184,816 kWh. Na revitalização de apenas uma praça constatou-se uma economia de 3.796,026 kWh, que corresponde a 73,2% de economia financeira para os cofres da Prefeitura Municipal de Ananindeua (PMA).

Além da vantagem financeira, o iluminamento foi fortemente melhorado, pois a melhor distribuição dos pontos de luz combinada com o conforto proporcionado pela luz branca reproduzida pelo LED contribui também para a leitura e captura de imagens por câmeras, haja vista que a praça é um dos grandes pontos de concentração de pessoas em períodos religiosos festivos. A fig. 1 exibe a funcionalidade da nova iluminação da praça matriz.



Fig 1. Praça Matriz de Ananindeua - PA.

Além da praça matriz, Ananindeua também possui outras vias dispondo de IP a LED. A Rodovia do 40 Horas é um outro exemplo, conforme apresentado na fig. 2.

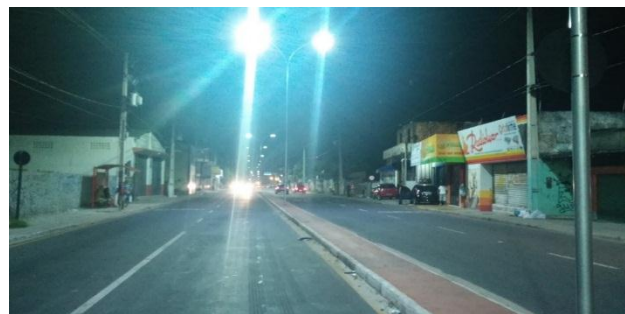


Fig. 2. Rodovia do 40 Horas, Ananindeua - PA.

B. Descrição das Vias

Os primeiros quilômetros da Rodovia BR 316 são definidos como o principal corredor terrestre de entrada e saída da cidade de Belém, capital do estado do Pará. Além disso, o referido trecho da rodovia é responsável por interligar os municípios que compõem a região metropolitana da capital. O trecho que se localiza no município de Ananindeua tem extensão de aproximadamente 8 km e o mesmo encontra-se atualmente em estudo para ter sua IP recuperada, de tal maneira que proporcione mais conforto e segurança para os cidadãos que usufruem deste espaço em seu dia a dia (fig. 3).



Fig. 3. Rodovia BR 316, Ananindeua - PA.

Esse intervalo da rodovia possui grande destaque para a região por ser responsável pelo deslocamento de estudantes, turistas e profissionais entre os municípios da redondeza. Belém possui o maior setor comercial da região, em contrapartida, os municípios das redondezas possuem grandes distritos industriais, bem como boa parte do destino de lazer da região, movimentando tanto o comércio como as indústrias. Por esse trecho passam em média cerca de 85 veículos por minuto, o que se intensifica aos fins de semana, quando o trecho se torna válvula de escape para quem busca descanso longe dos centros urbanos.

A rodovia possui duas características distintas no que diz respeito ao espaçamento entre os postes e a potência das luminárias implantadas atualmente no citado trecho, e também em relação aos pontos de iluminação distribuídos em torno do elevado, situado entre duas extensões diferentes desse trecho. A parte que vai do limite entre as cidades vizinhas de Belém e Ananindeua até o elevado situado no início da Rodovia Mário Covas (Ananindeua) dispõe de 40 postes, com espaçamento de 55 m de um poste a outro, e sistema de iluminação composto atualmente por luminárias de 250 W de potência, sendo cada poste com 4 luminárias instaladas.

A segunda parte do trecho se localiza no perímetro que se estende do elevado localizado no início da Rodovia Mário Covas até o limite entre as cidades de Ananindeua e Marituba-PA, no Km 8 da BR 316 - PA, possuindo 145 postes com espaçamento de 40 m entre um poste e outro, contando atualmente com luminárias de 400 W de potência e cada poste com um arranjo de 4 luminárias. Os diferenciais entre essas duas extensões do trecho da BR 316 são: a potência das luminárias e o espaçamento entre os postes.

E por fim, estão instaladas, atualmente, 17 luminárias de 400 W cada em torno do elevado da Rodovia Mário Covas, que se constitui em outra parte a ser estudada separadamente. Após a revitalização da primeira extensão do trecho, o espaçamento será padronizado com relação a segunda parte, precisando ter mais 15 postes inseridos.

Ainda na BR 316, na primeira extensão do trecho já se encontram instaladas 6 luminárias testes, que foram implantadas em 3 postes consecutivos para realização de estudos técnicos. O novo sistema de IP possui as seguintes características: duas luminárias de 200 W em cada poste, instaladas a 180 graus uma da outra, com altura de montagem de 14 metros. Os postes permanecem com espaçamento de 40 metros, distantes 5 metros da via; as luminárias possuem avanço de 3 metros em relação ao poste.

C. Medidas das Iluminâncias

No trecho em que foram implantados os protótipos não há presença de árvores ou obstáculos, e no mesmo foram realizadas medições antes e depois da instalação da tecnologia a LED, conforme apresentado nas fig. 4 e 5, respectivamente.

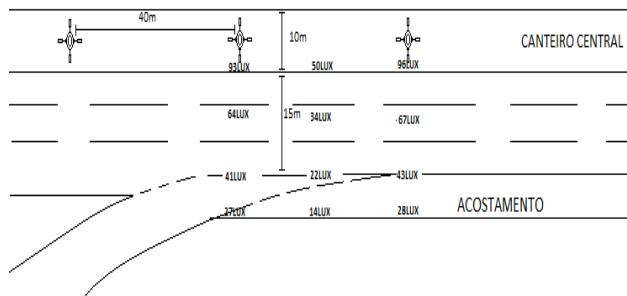


Fig. 4. Medição na BR 316 antes da implantação das luminárias a LED.

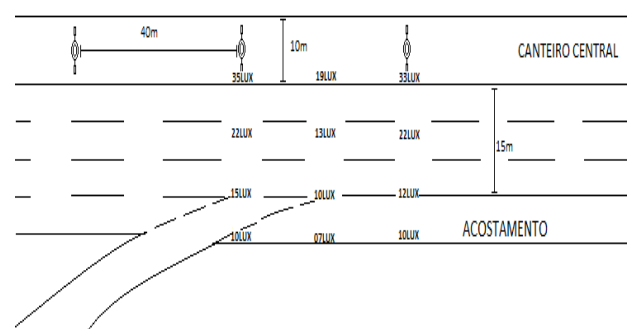


Fig. 5. Medição na BR 316 após a implantação das luminárias a LED.

Pelas medições destacadas anteriormente é fácil notar que o nível do fluxo luminoso baixou muito. A NBR 5101/ 2012 [3]

recomenda valores de iluminância média de 30 lux para vias com volume de tráfego de veículos intenso, como é caso da Rodovia BR 316, no entanto, pela análise da fig. 5 percebe-se que a iluminância média está em torno de 17,3 Lux.

Analisando o projeto pela viabilidade técnica, é fácil concluir que o projeto não atende os requisitos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas técnicas, sendo necessário o aprimoramento do mesmo.

Uma proposta para melhorar o nível de iluminância seria a redução da altura de montagem do novo sistema, haja vista que a mesma se encontra na mesma altura que o anterior, porém, se faz necessário realizar novas medições, a fim de evitar o problema de zebração na via. Além da redução da altura de montagem poderiam ser implantados novos pontos de iluminação nas laterais da via.

A outra avenida sob estudo é a Avenida Dom Vicente Zico, que possui 6,3 Km de extensão e já se encontra com sua IP totalmente revitalizada. A avenida, também conhecida como Arterial 18, por gozar de localização estratégica entre os bairros do município de Ananindeua, é responsável pelo escoamento de grande parte do fluxo de veículos e também pelo comércio do município. Essa avenida também é palco de muitos eventos municipais que variam desde desfiles carnavalescos aos desfiles da semana da pátria. A Avenida Arterial 18 encontra-se atualmente com 158 luminárias a LED instaladas, com espaçamento de 40 metros entre si, altura de montagem de 11,5 metros e avanço de 3 metros. Arranjo este que proporcionam boa qualidade de visualização durante períodos escurecidos, favorecendo atividades no comércio, cultura e lazer, e colaborando com a segurança dos cidadãos do município. A fig. 6 destaca o bom desempenho do sistema de iluminação, colaborando com a captura de imagens por câmeras particulares e câmeras de segurança instaladas em pontos estratégicos da avenida.



Fig. 6. Avenida Arterial 18, Ananindeua - PA.

Por possuir um menor comprimento em relação ao trecho da BR 316 e espaçamento entre os postes padronizado, a Avenida Arterial 18 já foi totalmente revitalizada.

Não foi possível realizar medições no antigo sistema de iluminação da avenida, esta dificuldade não permitiu a comparação da iluminância média entre os dois sistemas, no entanto a iluminância média do novo sistema está na faixa de 34 lux, classificando como aceitável esse sistema de iluminação segundo as normas técnicas.

III. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Este estudo visa analisar a eficiência energética e a relação custo-benefício na substituição das lâmpadas de alta pressão a vapor de sódio por lâmpadas a LED. Alguns protótipos já se encontram instalados no Km 3 da Rodovia BR 316 e a Avenida Dom Vicente Zico (Arterial 18) já possui sistema de iluminação revitalizado e de forma definitiva. A partir dos dados citados anteriormente pode-se realizar os estudos associados à redução dos custos com consumo e buscando a eficiência energética do sistema. No estudo serão utilizados os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE, 2013, disponibilizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL [4]. O projeto será para substituição de 880 conjuntos de lâmpadas + reatores por 440 luminárias a LED, distribuídas de maneira uniforme no trecho que vai do Km 1, limite Belém-Ananindeua, ao Km 8, limite Ananindeua-Marituba, levando em consideração também os pontos de iluminação em torno do elevado da BR 316. Os estudos também incluem as 158 luminárias implantadas na Arterial 18, que substituíram 316 conjuntos de luminárias retiradas da avenida.

Para se alcançar o objetivo em questão será utilizado o plano de Medição e Verificação - M&V [4], conforme detalhado a seguir. Na Tabela I são apresentadas as especificações de cada luminária [5].

TABELA I. DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS.

Dados técnicos	Vapor de Sódio Lâmpada+reator	LED
Tensão nominal	220 V	12 VDC, 127 e 220V
Potência máxima	454 W	200 W
Corrente	2,05 A	0,99 A
Frequência	60 Hz	60 Hz
Vida útil	24.000 horas	50.000 horas
Fluxo luminoso	38.000 lm	26.400 lm
Eficiência luminosa	95 lm/W	132 lm/W
Temperatura de cor	2000 k	5.700 K
Preço de mercado	R\$ 181,20	R\$ 2.160,08
Quantidade	1053	575
Custo do projeto (Ct)	R\$ 190.803,60	R\$ 1.242.046,00

Como ponto de partida se faz necessário calcular a vida útil de cada luminária. A partir de (1), tem-se:

$$Vida\ útil\ em\ anos = \frac{Vida\ útil\ das\ lampadas\ (h)}{Período\ de\ operação\ anual} \quad (1)$$

O sistema de IP opera por 355,998 horas mensais, a partir de então pode se inferir que o mesmo opera 4.271,976 horas por ano.

Com o intuito da obtenção dos valores de custo-benefício, se faz necessário realizar os cálculos comparativos de redução de demanda de ponta e eficiência energética entre os conjuntos existentes no sistema e as luminárias a serem instaladas. Esses cálculos são realizados a partir de (2), (3) e (4):

$$EE = [(qa*pa*h) - (qp*pp*h)]*10^{-6} \quad (2)$$

$$RDP = [(qa*pa*FCPa) - (qp*pp*FCPp)]*10^{-3} \quad (3)$$

$$FCP = \frac{nm*nd*nup}{792} \quad (4)$$

Onde:

EE – Energia economizada (MWh/ano);
RDP – Redução de demanda na ponta;
FCPa – Fator de coincidência na ponta (antigo sistema);
FCPp – Fator de coincidência na ponta (novo sistema);
qa – Quantidade de luminárias existentes no sistema;
qp – Quantidade de luminárias a serem implantadas;
pa – Potência das luminárias no sistema existente;
pp – Potência das luminárias a serem implantadas;
h – Período de funcionamento (h/ano);
nm – Número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta;
nd – Número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta;
nup – Número de horas de utilização em horário de ponta;
792 – Número de horas de ponta disponível ao longo de 1 ano.

Desta forma tem-se:

$$CED = (12 * C_1) + (12 * C_2 * LP) \quad (5)$$

$$CEE = \frac{(C_3 * LE_1) + (C_4 * LE_2) + (C_5 * LE_3) + (C_6 * LE_4)}{LE_1 + LE_2 + LE_3 + LE_4} \quad (6)$$

Onde:

CED – Custo unitário evitado de demanda (R\$/kW ano);
12 – meses;
C₁ – Custo unitário de demanda no horário de ponta (R\$/kW. mês);
C₂ – Custo unitário de demanda no horário fora de ponta (R\$/kW. Mês);
LP – Constante de perda de demanda no posto fora de ponta, considerando 1kW de perda de demanda no horário de ponta;
CEE – Custo unitário evitado de energia (R\$/MWh);
C₃ – Custo unitário de energia no horário de ponta de períodos secos (R\$/MWh);
C₄ – Custo unitário de energia no horário de ponta de períodos úmidos (R\$/MWh);
C₅ – Custo unitário de energia no horário fora de ponta de períodos secos (R\$/MWh);
C₆ – Custo unitário de energia no horário fora de ponta de períodos úmidos (R\$/MWh);
LE₁ – Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos, considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta;
LE₂ – Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos, considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta;
LE₃ – Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos, considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta;
LE₄ – Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos, considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta.

A seguir, a Tabela II destaca o valor de cada parâmetro.

TABELA II. PARÂMETROS E VALORES.

P	C1	C2	C3	C4	C5	C6	LP	LE1	LE2	LE3	LE4
V	46,3	15,4	198,2	198	116	###	0,5	0	0	2,29	1,62

É importante destacar que o parâmetro C6 faz referência a demanda, entretanto, a IP é contratada em baixa tensão e assim sendo, valores de demanda não são contratados neste caso.

Na Tabela III são apresentadas as potências e valores de ambas as tecnologias utilizadas nos projetos em questão.

A tecnologia a LED possui um custo mais elevado se comparado à tecnologia já presente no parque luminotécnico em questão. Por esse motivo, efetuar os cálculos de relação custo benefício será de grande importância, pois o retorno financeiro ocasionado pela economia nas faturas de energia elétrica agrega viabilidade em investimentos no projeto. É necessário também encontrar o valor da relação custo benefício, que é realizado através de (7):

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (7)$$

Em que:

$$BA_T = (EE * CEE) + (RDP * CED) \quad (8)$$

$$CA_T = \sum CA_n = CE_n * \frac{CT}{CE_T} * FRC_u \quad (9)$$

$$FRC_u = \frac{i(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} \quad (10)$$

Onde:

RCB – Relação custo-benefício;

CA_T – Custo anualizado total;

BA_T – Benefício anualizado;

CA_n – Custo anualizado adicionais;

CT – Custo total do projeto;

CE_n – Custo de cada equipamento;

CE_T – Custo total em equipamentos;

FRC_T – Fator de recuperação de capital para *u* anos;

i – Taxa de desconto considerada;

u – anos.

De maneira informativa foi calculado também o custo total evitado tomando posse dos valores de impostos agregados, como mostrados em (11). É importante ressaltar que a equação seguinte não faz parte do PROPEE.

$$CTE = CE + Pis + Cofins + Icms \quad (11)$$

Onde:

CTE – Custo total evitado (R\$/ano);

Pis – 1,05 %;

Cofins – 4,83 %;

Icms – 25 %.

A. Análise dos Resultados

Antes de avançar até os resultados é de suma importância destacar que os custos indiretos se fizeram apenas estimando um valor de duzentos e cinquenta reais para a mão de obra na instalação de cada luminária, valores com a criação de novos circuitos, sistema de proteção etc. Não foi calculada a redução de custos com manutenção em relação ao antigo sistema, pois o sistema antigo possui mais componentes, o que amplia a probabilidade de eventuais falhas.

A Tabela IV exhibe de forma clara e direta os resultados obtidos na Avenida Dom Vicente Zico (Arterial 18) e os que futuramente serão obtidos na Rodovia BR 316 apenas com a troca das tecnologias utilizadas na IP de Ananindeua. É importante destacar que parâmetros como: custo das antigas luminárias, proteção e manutenções não foram observados em tal estudo, porém é possível afirmar que esses parâmetros acentuariam os resultados, haja vista que em cada poste havia 1,818 kW de potência instalados que deram vez há 0,4 kW instalados. O sistema de proteção é instalado em função da corrente que passa pelo circuito, uma potência menor demanda uma corrente elétrica menor, podendo assim o sistema possuir mais pontos de IP por circuito de proteção.

TABELA III. DADOS PARA CÁLCULOS.

DADOS PARA CALCULOS														
LOGRADOURO	qa	qp	pa	pp	FCP	FRC	CED	CEE	Cen	CET	CAN	CT	BAT	CAT
Av. Dom Zico	316	158	454,4	200	1	0,134768	656,490768	127,5891945	R\$ 2.160,08	R\$ 341.292,64	R\$ 39.500,00	R\$ 380.792,64	R\$ 134.561,92	R\$ 324,80
Rod. BR 316/ P1	580	290	454,4	200						R\$ 900.753,36	R\$ 104.250,00	R\$ 1.005.003,36	R\$ 274.223,22	R\$ 324,80
Rod. BR 316/ P2	140	110	288,2	200										
Elevado	17	17	454,4	200										

TABELA IV. RESULTADOS OBTIDOS.

RESULTADOS									
LOGRADOURO	EE	RDP	RCB	TARIFA	CTE S/ IMPOSTO	Pis	Cofins	ICMS	CTE C/IMPOSTO
Av. Dom Zico	478,42	111,99	0,0024	0,2716	R\$ 129.929,39	1364,26	6301,58	32482,35	R\$ 170.077,57
Rod. BR 316	974,97	228,22	0,0012	0,2716	R\$ 264.782,59	2780,22	12841,96	66195,65	R\$ 346.600,41
TOTAL	1.453,39	340,22	0,0036	0,2716	R\$ 394.711,97	4144,48	19143,53	98677,99	R\$ 516.677,97

Na Tabela IV estão destacados os resultados para os cálculos de energia economizada, redução de demanda na ponta e a relação de custo benefício, todos recomendados pelo PROPEE. As colunas seguintes são acrescentadas para destacar o custo total evitado e evidenciar de que forma os impostos elevam os valores finais das faturas de energia elétrica.

As colunas iniciais da tabela exibem os valores finais do processo, e comprovam a eficiência da tecnologia a LED. Subtraindo o Custo Total Evitado do Custo do Projeto pode-se concluir que em menos de 3 anos o investimento é recuperado, sendo uma excelente forma de recuperar o sistema de IP do município inteiro e de uma forma mais abrangente melhorar o sistema do país.

A partir da realização deste estudo constatou-se por meio de valores de viabilidade econômica obtidos para revitalização de sistemas de IP, a atratividade nos valores de Energia Economizada e na Redução da Demanda de Ponta, bem como na perspectiva da Relação Custo-Benefício, que resultou em valores de RCB menores que 1 para a substituição proposta, independente do sistema de bandeiras tarifárias. Estudos em eficiência energética devem sempre adotar a bandeira tarifária verde que vem ser o pior caso para a RCB, porém é de conhecimento geral que as bandeiras tarifárias amarela e vermelha agregam valores aos custos finais faturados.

É de extrema importância destacar que, ainda segundo o PROPEE, projetos para serem atrativos devem apresentar uma RCB inferior a 0,8 e quanto menor ela for mais economicamente viável será a execução do projeto, fator este que torna este sistema atrativo, pois o mesmo apresentou RCB menor que o limite estabelecido pelo módulo 7 do PROPEE. Todavia, para uma análise mais completa se faz interessante considerar outros fatores, tais como os custos ambientais, tarefa visual, uniformidade de iluminação, controlabilidade, realocação e implantação de novos postes, recuperação e criação de circuitos elétricos entre outros.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho destacou os benefícios que a tecnologia a LED pode promover, buscando incentivar a maior utilização de tal tecnologia. O estudo apresentou a implementação da tecnologia a LED na iluminação pública de Ananindeua – PA, com o objetivo de analisar e comprovar o melhor desempenho e a economia alcançados pela utilização de melhores e mais eficientes equipamentos elétricos ofertados pelo mercado, apresentando quais os benefícios que tal implementação pode proporcionar para uma cidade, independente do seu tamanho ou localização. A iluminação a LED é muito interessante não somente quando se trata de eficiência, como também no aspecto ecológico, pois além de não emitir gases na atmosfera sua durabilidade é superior à dos materiais até então utilizados.

Luminárias a LED apresentam muitas vantagens se comparadas com as tecnologias até então vastamente utilizadas, porém o custo da luminária a LED ainda possui um valor elevado comparado com as outras tecnologias, motivo este, que combinado com a deficiência de conhecimento técnico por parte de alguns gestores, pode ser responsável por

retardar o desenvolvimento tecnológico dos municípios; em contrapartida, a economia alcançada com a implementação justifica o investimento. Para o caso da Avenida Dom Vicente Zico serão poupados R\$ 174.755,93 por ano, isso para períodos em que se tem a bandeira tarifária verde. Se cada luminária durar o tempo declarado pelo fabricante, de 50.000 horas, isso equivale a durar 11,7 anos. Em três anos o valor do investimento é recuperado, restando 8,7 anos de lucratividade. O diagnóstico inicial do estudo apresentado no presente trabalho indica uma economia de aproximadamente 74% de energia para os dois logradouros estudados.

A cidade de Ananindeua possui atualmente 30 mil pontos de IP cadastrados pela concessionária, perpassando pelas diversas tecnologias e potências, gerando desta forma um consumo de 2.305.449 KWh/mês. Uma proposta de revitalização de 100% da IP do município poderia gerar, em média, uma economia de 70% por mês, o que iria refletir não só em retorno para os cofres municipais como também em uma significativa redução da demanda de energia do sistema, que acarretaria em redução na geração de energia elétrica. A disseminação dessa prática pelas cidades brasileiras torna desnecessária a construção de novas fontes de geração de energia, que contribuem para a degradação do meio ambiente.

Entre os principais entraves para a execução de projetos como este estão os seguintes fatores: um “leigo” quase sempre não percebe a troca de um poste ou luminária se os mesmos não apresentarem defeitos, fazendo com que a iluminação de qualidade seja percebida apenas em sua ausência; o LED requer alto investimento inicial, com retorno financeiro para 3 anos depois, o que pode coincidir com o próximo mandato da gestão municipal. Pode-se concluir que políticas públicas verdadeiramente comprometidas com o desenvolvimento tecnológico e sustentável deveriam ser melhor empregadas e executadas em todo o território nacional.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Rosito, Luciano Haas. As origens da iluminação pública no Brasil – Revista O Setor Elétrico. Janeiro, 2009.
- [2] TECNOLOGIA LED. LED – Uma Revolução em Iluminação. Disponível em: <http://www.gelighting.com/LightingWeb/br/products/technologies/led/>.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5101: Iluminação Pública: Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.
- [4] ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética. Brasília, 2008. 63 p.
Módulo 4 do Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE: Tipologias de Projeto.
Módulo 7 do Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE: Cálculo da viabilidade.
- [5] LUMINÁRIA A LED. Disponível em: <http://www.hda.ind.br>.