

Análise da Eficiência Energética com o Uso do RETScreen Considerando Implementação de Iluminação a LED no Complexo Predial da SUDAM

A. M. Morais
PPGEE/UFPA
Universidade Federal do Pará, UFPA
Belém-PA, Brasil
andre.morais@sudam.gov.br

M.V.A. Nunes, M.E.L. Tostes
PPGEE/UFPA
Universidade Federal do Pará, UFPA
Belém-PA, Brasil

Resumo – A matriz energética mundial é bastante dependente das fontes não renováveis de energia, assim, a adoção de tecnologias e estratégias que visem à eficiência energética são ações emergentes mundialmente, face às mudanças climáticas, escassez dos recursos naturais e demanda crescente de energia. Nesse sentido, a evolução tecnológica do LED, do inglês “Light Emitting Diode”, possibilitou que o dispositivo pudesse vir a ser aplicado na iluminação de ambientes, é considerada como uma enorme contribuição, em razão da elevada eficiência energética do dispositivo. O governo brasileiro vem criando diversos mecanismos no intuito de tornar a nação mais eficiente em termos energéticos. Nesse contexto, o emprego do LED na iluminação de ambientes, será sugerido como uma proposta para reduzir o consumo de energia na Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, uma Autarquia da Administração Pública Federal. O software RETScreen irá auxiliar na análise e obtenção dos resultados, para posterior ação de Medição e Verificação.

Palavras-Chaves – Administração Pública Federal, Eficiência Energética, Medição e Verificação, LED e RETScreen

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia de LED voltado para iluminação de ambientes tem crescido vertiginosamente. Uma gama de qualidades incorporadas ao dispositivo, bem como também a necessidade iminente de adotar estratégias que visem efficientizar e racionalizar o uso da energia elétrica, acrescentando ainda a evolução técnico científica que a sociedade contemporânea experimenta, surgem como propulsores para a penetração da tecnologia de LED no mercado da iluminação artificial.

Buscando avaliar os impactos da utilização de lâmpadas LED no sistema de iluminação, foi elaborado um Estudo de Caso, onde foi proposto um retrofit no sistema de iluminação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM).

A partir de um levantamento minucioso das lâmpadas que fazem parte do sistema de iluminação atual da SUDAM e também do uso do Software RETScreen foi possível estimar alguns benefícios que a implantação de um sistema, com iluminação utilizando lâmpadas de LED, poderiam trazer para a Instituição. Tal estimativa é etapa primordial na fase de definição da ação de eficiência energética (AEE), pois contempla o diagnóstico energético e a análise técnico-econômica.

II. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL A LED E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O LED é um dispositivo que produz luz com a passagem de corrente elétrica em um material semicondutor, de estado sólido, diferente das lâmpadas de descarga, em que a luz é produzida através da descarga elétrica e ionização de gases, como é o caso das lâmpadas fluorescentes. O princípio de funcionamento de um LED baseia-se na emissão de fótons quando elétrons presentes na extremidade inferior da banda de condução de um semicondutor passam a ocupar os locais onde estavam lacunas na extremidade superior da banda de valência, num processo denominado recombinação. A Fig. 1 ilustra o diagrama de bandas de energia de um material semicondutor e a emissão de um fóton pela recombinação de um eletro com uma lacuna. Tal emissão ocorre pelo fato de elétrons passarem de uma banda com um nível de energia maior (condução) para uma banda com nível menor (valência), o que implica em uma perda de energia por parte desses elétrons. Essa diferença de energia entre a extremidade inferior da banda de condução e a extremidade superior da banda de valência, indicada na Fig. 1 por E_g , é portanto transferida e emitida como fótons, sendo:

$$E_g = h \times f \quad (1)$$

onde:

h : constante de Planck, $h = 6,63 \times 10^{-34}$;

f : frequência do fóton, em Hz.

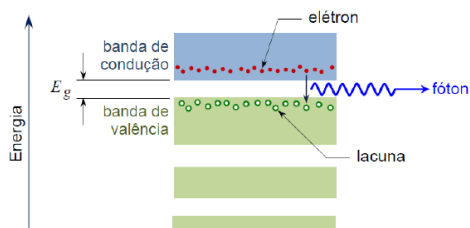


Figura 1 - Bandas de energia e princípio da emissão de luz por um semicondutor [1].

A Fig. 2 mostra o esquema construtivo de um LED de potência com encapsulamento do tipo SMD (Surface-Mounted Device). O LED consiste de uma pastilha de material semicondutor montada sobre um substrato de silício e este sobre uma base de alumínio ou cobre que serve como dissipador térmico. O dissipador é envolvido por um encapsulamento de material plástico, que também dá suporte aos terminais anodo (não mostrado na Fig. 2) e catodo. Os terminais são conectados à pastilha do LED através de filamentos de ouro. Na parte superior do LED, uma lente de epóxi, ou ainda silicone para LEDs mais modernos, cobre a pastilha e compõe o conjunto óptico do dispositivo.

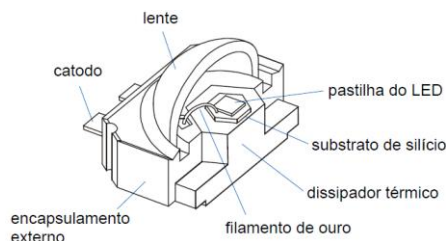


Figura 2 – Esquema construtivo de um LED de potência para iluminação [1].

A luz emitida pelo LED é monocromática e o comprimento de onda está relacionado ao tipo de material utilizado na composição do semicondutor. A dopagem do cristal pode ser feita com gálio, alumínio, arsênio, fósforo, índio e nitrogênio. Esta variedade de elementos químicos e a combinação deles permitem a emissão de luz em uma ampla faixa do espectro [2].

A alimentação do LED é feita em baixa tensão, entre 1,9V e 4V para LED de alto brilho e para LED de alta potência varia de 5V a 12V, ambos em corrente contínua. A intensidade luminosa do dispositivo é diretamente proporcional à sua corrente de polarização direta.

A temperatura de operação do LED influencia no seu funcionamento, em razão da resistência do semicondutor apresentar um coeficiente de temperatura negativo. Assim, o aumento da temperatura resulta em um decréscimo da resistência e, conseqüentemente, um aumento da corrente, provocando o aquecimento do LED.

Utilizar o LED em redes de corrente alternada, bem como também controlar a corrente para que não exceda certos limites e sobreaqueça o semicondutor, implica no acoplamento de um circuito auxiliar, conhecido como *driver*.

Os *drivers* são impressos em placa e colocados nos soquetes das lâmpadas LEDs. Esses drives são circuitos eletrônicos, que possuem um transformador, um retificador e pode haver conversores Buck, Buck-Boost, etc. A utilização

da topologia Buck-Boost, por exemplo, potencializa a lâmpada, em razão do conversor Boost permitir com que o circuito trabalhe com tensões de alimentação distintas e efetua a correção o fator de potência, enquanto o conversor Buck é empregado para abaixar a tensão elevada pelo conversor Boost e para controlar a corrente de saída [1]. Dessa forma, a escolha do conversor dependerá do arranjo dos LEDs e das tensões e correntes de controle dos mesmos para se extrair o melhor aproveitamento da luz e durabilidade das lâmpadas.

O grande interesse pelos LEDs para aplicação em iluminação geral ocorre pelo fato da possibilidade destes reunirem qualidades que outras fontes de luz não possuem conjuntamente, tais como:

- Alta eficiência energética;
- Longo tempo de vida útil, o que implica em menos manutenção. Ver Fig. 3;
- Alto índice de reprodução de cor;
- Acendimento e reacendimento praticamente instantâneos;
- Não emite radiação ultravioleta (que apresenta riscos à saúde e atrai insetos);
- Não apresenta mercúrio e outras substâncias tóxicas;
- Alta resistência a impactos e vibrações;
- Conversores eletrônicos para alimentação mais simples que os (reatores e ignitores) utilizados para as lâmpadas de descarga de alta intensidade. Tais conversores apresentam alto fator de potência.

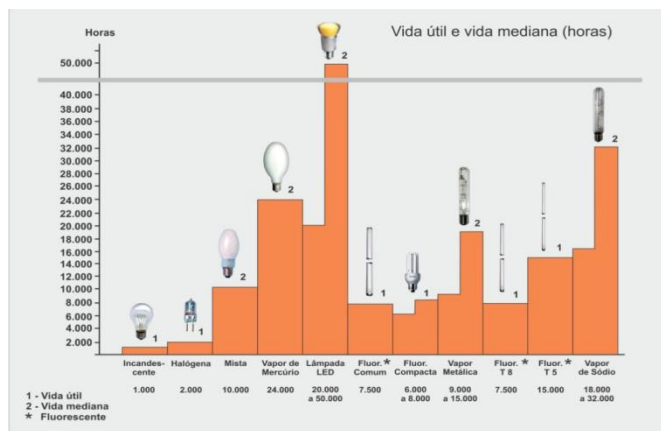


Figura 3 – Tempo de Vida Médio das Lâmpadas Mais Utilizadas [3].

III. PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO GOVERNO E NORMATIVOS VIGENTES

O Brasil possui, há pelo menos três décadas, programas de Eficiência Energética reconhecidos internacionalmente: o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), entre outros, além de políticas e planos específicos. O projeto Esplanada Sustentável insere-se nesse contexto e estimula que órgãos e instituições públicas federais adotem um novo modelo de

gestão organizacional e de processos estruturado na implantação de ações voltadas ao uso racional de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ambiental e socioeconômica na Administração Pública Federal.

O PBE, iniciado em 1984 pelo INMETRO juntamente com o Ministério de Minas e Energia (MME), promove a eficiência energética por meio de etiquetas informativas a respeito do desempenho de máquinas e equipamentos energéticos, sendo de adesão compulsória para alguns equipamentos a partir da Lei 10.295, publicada em outubro de 2001 (conhecida por “Lei de Eficiência Energética”). Há dezenas de equipamentos etiquetados como, por exemplo, refrigeradores, congeladores verticais e horizontais, máquinas de lavar roupa, condicionadores de ar, motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas LED com dispositivo integrado à base – a partir de 13 de março de 2015, aquecedores de água de passagem, fogões e fornos domésticos a gás, entre outros. De 2006 a 2013, a etiquetagem de lâmpadas foi responsável por uma economia de cerca de R\$ 23 bilhões. No tocante a Refrigeradores e Condicionadores de Ar, estima-se uma economia de R\$ 6 bilhões, desde 2000.

O PROCEL, criado em 1985, coordenado pelo MME e operacionalizado pela Eletrobrás, é constituído por diversos subprogramas, dentre os quais se destacam ações nas áreas de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética municipal, informações, desenvolvimento tecnológico e divulgação.

As ações de marketing, notadamente a etiquetagem, o Selo e o Prêmio PROCEL, são responsáveis por cerca de 90% dos resultados do Programa. Desde sua criação já foram investidos mais de R\$ 1,4 bilhão, sendo o Programa responsável pela economia estimada de cerca de 70 TWh, equivalente ao suprimento de 35 milhões de residências durante um ano.

A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, estabelecendo “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no País”. É a chamada “Lei de Eficiência Energética”.

Em 19 de dezembro de 2001, o Decreto nº 4.059 veio a regulamentar a Lei, instituindo o CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, encarregado de operacionalizar o estabelecido pela lei. O CGIEE é composto pelo MME, que o preside, pelo Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio – MDIC, pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, pela Agência Nacional de Petróleo – ANP, por um representante de universidade brasileira e um cidadão brasileiro, ambos especialistas em matéria de energia. Um estudo realizado em 2012 aponta que os equipamentos regulamentados e em regulamentação serão capazes de reduzir o consumo de energia elétrica em 14 TWh/ano em 2030 e a demanda de ponta em 9 GW.

Os Programas de Eficiência Energética (PEE) das Concessionárias consistem em aplicar anualmente o montante de no mínimo 0,5 % da receita operacional líquida, em ações

que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica. Com critérios definidos no Guia de Medição e Verificação (M&V) [4] a ANEEL estabelece uma metodologia para alcance de tal obrigação das Concessionárias de Energia Elétrica perante o poder concedente.

Desde sua criação, os PEEs totalizaram investimentos superiores a R\$ 5,7 bilhões. Em 2013 o Programa foi responsável por uma economia de aproximadamente 9,1 TWh e uma retirada de ponta de 2,8 GW.

O Projeto Esplanada Sustentável destaca a relevância e reforça a contribuição dos programas e políticas de eficiência energética no Brasil. Ainda, o Plano Nacional de Energia – PNE 2030 e os Planos Decenais de Energia – PDE estabelecem metas de conservação de energia elétrica a serem alcançadas dentro de seus respectivos horizontes e respaldaram a elaboração de premissas e diretrizes básicas propostas no Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf. Cada um desses instrumentos, leis, programas e ações integram-se e complementam-se a fim de alavancar a Eficiência Energética no contexto da Sustentabilidade em Edificações.

Para fazer frente ao desafio de economizar 10% de energia no horizonte de 2030, o Plano Nacional Eficiência Energética (PNEf) objetiva alinhar os instrumentos de ação governamental, orientar a captação dos recursos, promover o aperfeiçoamento do marco legal e regulatório afeto ao assunto, constituir um mercado sustentável de Eficiência Energética e mobilizar a Sociedade brasileira no combate ao desperdício de energia, preservando recursos naturais.

O Ministério do Meio Ambiente – MMA, por meio da Secretaria de Mudanças Climática e Qualidade Ambiental, tem atuado na promoção da eficiência energética no setor público dando suporte à realização de projetos demonstrativos e de capacitações técnicas para a execução de medidas de conservação de energia em edifícios públicos. Nesse sentido, em meados de novembro de 2014, foi lançada uma chamada pública para o Projeto PNUD BRA/09/G31 – “Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil”, executado pelo MMA em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e financiado pelo Global Environment Facility (GEF), tem como meta contribuir com uma economia de até 4 milhões de MWh de eletricidade nos próximos 20 anos e com a redução de emissões de gases de efeito estufa em até 2 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

Outro dispositivo que visa botar em prática estratégias de eficiência energética e também sensibilizar para o uso consciente do recurso na esfera governamental é a Portaria Nº 23 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, de 12 de fevereiro de 2015, que estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços.

O MME ao considerar os diagnósticos sobre eficiência energética realizados nos Ministérios do Planejamento,

Orçamento e Gestão, do Meio Ambiente, da Previdência Social e de Minas e Energia, além da Advocacia Geral da União e os resultados da experiência piloto realizada no prédio do Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de avaliar o potencial de economia para transformá-lo em prédio público com plena eficiência em energia elétrica, por meio da Portaria nº 75/2015 - MME, aprovou e tornou de domínio público o Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas, com a finalidade de orientar os gestores da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional na elaboração de editais para realização de diagnósticos de práticas de consumo energético e para a implantação de medidas de eficiência propostas.

A motivação para essa gama de programas, normativos e ações voltadas para as edificações públicas, comerciais e de serviços, dá-se em razão delas serem responsáveis por mais de 20% do consumo total de eletricidade no Brasil, uma vez que a administração pública direta e indireta conta com mais de 22.000 edificações próprias e 1400 imóveis alugados.

IV. ESTUDO DE CASO

No Brasil, a iluminação de ambientes representa aproximadamente 22% dos gastos energéticos de um prédio comercial [5]. Dessa forma, a exemplo do Ministério da Previdência Social que está viabilizando projeto para implementação de luminárias com tecnologia LED, em substituição às luminárias fluorescentes tubulares existentes em seu prédio anexo ao Bloco “F” na Esplanada dos Ministérios, pensou-se na realização de um estudo quantitativo visando à troca do sistema de iluminação artificial do Complexo Predial da SUDAM, composta principalmente por lâmpadas fluorescentes tubulares, por lâmpadas de LED.

Contudo, antes da análise é prudente conhecer algumas características inerentes ao Complexo Predial da SUDAM:

- Localização: Tv. Antônio Baena, 1113 - Bairro: Marco - Belém-PA - CEP: 66093-082;
- Período de funcionamento: 8 h às 18 h;
- O número estimado de ocupantes no período do dia: 384;
- O número estimado de ocupantes no período da noite: 4;
- Área Total Construída: 13.456,12 m²;
- Subestações (SE) de Energia: 3 SEs somando uma potência instalada de 2225 kW;
- As estruturas do complexo predial da SUDAM possuem, aproximadamente, 43 anos. O complexo é formado por 10 (dez) blocos. Desses, 02 (dois) foram reformados no ano de 2014, o Bloco B e o I. O bloco C é o principal, pois concentra o maior volume de pessoas trabalhando. O referido bloco passou por uma reforma recente apenas no 1º pavimento;
- Com relação ao número estimado de pessoas que trabalham no período da noite, vale ressaltar que algo em torno de 5% do número total de servidores, por algumas vezes, ficam algum tempo depois das 18:30h;

- Para fins de faturamento de energia elétrica, a unidade consumidora da SUDAM está enquadrada na tarifa horosazonal verde.

Ainda no âmbito das características do Complexo, a Fig. 4 indica, através de um gráfico, o consumo de energia elétrica no período de 12 meses.

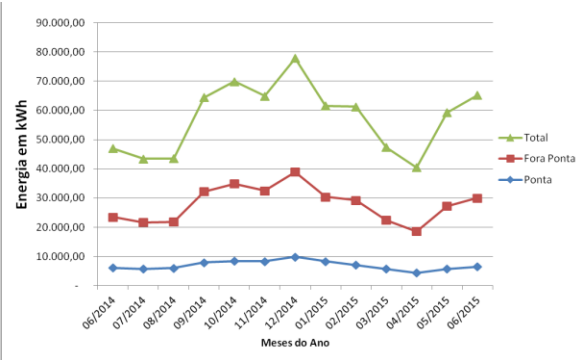


Figura 4 – Histórico do consumo de energia elétrica no período de 12 meses.

Objetivando conhecer a quantidade e o tipo de luminárias e lâmpadas instaladas no complexo, foi realizado um levantamento minucioso e inserido os dados obtidos nas Tab. I, II e também no gráfico da Fig. 5. Ressalta-se aqui, que a Tab. I apresenta o tipo de luminária encontrada e associa a ela um código para facilitar entendimento da Tab. II.

TABELA I. TIPOS DE LUMINÁRIAS ENCONTRADAS NO COMPLEXO PREDIAL DA SUDAM

Código	Tipo de Luminária	Código	Tipo de Luminária
1	Tipo Calha - 1x20W	9	Sobrepor Refletor de Alumínio Anodizado 2x32W
2	Tipo Calha - 1x40W	10	Embutir, Dicroica 1x50W
3	Tipo Calha - 2x20W	11	Base E27 - 1x20W (PLC)
4	Tipo Calha - 4x20W	12	Base E27 - 1x135W (PLC)
5	Tipo Calha - 2x40W	13	Base E27 - 1X60W (Incandescente)
6	Tipo Calha - 4x40W	14	Embutir PL 4 Pinos - 2x26W
7	Sobrepor Refletor de Alumínio Anodizado 2x16W	15	Refletor com Lâmpada Mista de 250W
8	Sobrepor Refletor de Alumínio Anodizado 4x16W	16	Luminária Externa com Lâmpada Mista de 160W

TABELA II. DADOS OBTIDOS LEVANTAMENTO DAS LUMINÁRIAS IN LOCO

Local	Tipo de Luminária															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Bloco A - Térreo	4	-	3	-	55	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Bloco A - 1º Andar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloco A - 2º Andar	-	1	4	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloco A - 3º Andar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloco B - Térreo	-	-	-	-	-	-	-	-	59	-	4	-	-	-	-	-
Bloco B - 1º Andar	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	12	-	-	-	-	-
Bloco B - 2º Andar	-	-	-	-	-	-	-	-	51	-	13	-	-	-	-	-
Bloco B - 3º Andar	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	12	-	-	-	-	-
Bloco C - Térreo	1	14	4	-	78	-	-	-	-	-	10	-	6	11	-	-
Bloco C - 1º Andar	-	-	-	-	9	-	7	4	173	39	24	-	-	102	-	-
Bloco C - 2º Andar	11	26	-	-	73	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Bloco C - 3º Andar	11	29	-	-	79	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Bloco C - 4º Andar	1	2	1	-	87	-	-	-	-	-	2	-	10	-	-	-
Bloco C - 5º Andar	1	2	5	-	114	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
Bloco C - 6º Andar	-	15	4	-	110	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Bloco C - 7º Andar	2	-	6	-	69	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Bloco C - 8º Andar	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Bloco D	2	-	3	-	44	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloco E	8	5	8	-	117	8	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Bloco F	13	57	3	-	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloco G	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloco H	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	-
Bloco I	-	-	-	-	-	-	10	-	57	-	-	-	-	-	-	-
Área Externa, Guaritas e Recepção	-	-	10	20	7	-	-	-	-	-	2	-	-	17	12	-
Total	61	151	48	20	951	20	17	4	445	39	79	2	54	113	19	12

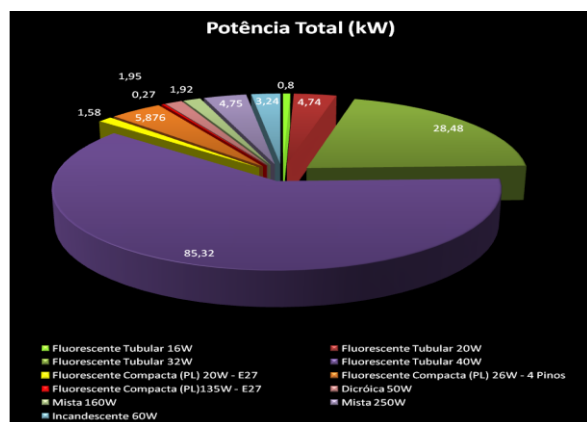


Figura 5 – Demanda Energética por Tipo de Lâmpada nas Dependências da SUDAM.

Com o levantamento foi possível determinar que a carga de iluminação total instalada é de aproximadamente 138,93 kW. Na pesquisa também foi possível identificar os seguintes pontos de fragilidade:

- 46,73% das luminárias possuem baixa eficiência energética em razão da inexistência de refletores em seu design construtivo;
- Ainda há um emprego elevado de reatores convencionais e de lâmpadas fluorescentes compactas que apresentam baixo fator de potência;

Assim, frente ao cenário suscitado, buscou-se no mercado lâmpadas de LED que viessem substituir, satisfatoriamente, as lâmpadas atualmente instaladas. A Tab. III apresenta algumas lâmpadas LED e indica qual lâmpada do sistema de iluminação atual pode ser substituída.

TABELA III. APRESENTAÇÃO DE ALGUMAS LÂMPADAS LED E INDICAÇÃO DE SUBSTITUIÇÃO

		✓ Lâmpada Led comum: Substitui lâmpada incandescente e Fluorescente Compacta.
		✓ Lâmpadas Led spot: Substitui lâmpada halógena dicroica.
		✓ Lâmpadas Led tubular: Substitui lâmpada fluorescente tubular T8;
		✓ Refletores de Led: Substitui lâmpadas incandescente, mista e fluorescente tubular na iluminação de áreas externas.

As escolhas das novas lâmpadas foram propostas de tal forma, que não houvesse perda no fluxo luminoso esperado para cada ambiente. Assim, a proposta de substituição das lâmpadas foi pensada conforme apresentado na Tab. IV.

O custo envolvido na implementação da solução em tela também precisou ser estimado. Para tanto, uma vez definidas os tipos de lâmpadas LED, buscou-se valores de mercado para os referidos dispositivos, assim como também o custo da mão de obra para execução do serviço com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI/Abril [6]. As Tab. V e VI trazem, respectivamente,

os valores obtidos na composição unitária considerando fornecimento e instalação de cada tipo de lâmpada LED e a estimativa do valor a ser investido para troca completa do sistema de iluminação para LED.

TABELA IV. PROPOSTA DE SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS INSTALADAS POR LÂMPADAS LED

INSTALADO	PROPOSTO
Lâmpada Incandescente 60W	LED Bulbo 12W
Lâmpada fluorescente compactas 20 e 26W	
Lâmpada fluorescente tubular 16 e 20W	LED Tubular 9W
Lâmpada fluorescente tubular 32W	LED Tubular 18W
Lâmpada fluorescente tubular 40W	LED Tubular 20W
Lâmpada Dicroica 1x50W	LED Dicroica 6W
Lâmpada fluorescente compacta 135W	Refletor de LED 30W
Lâmpada mista 160W	
Lâmpada mista 250w	Refletor de LED 50W

Com a obtenção da estimativa de investimento, da carga instalada e da carga prevista, é possível, através do Software RETScreen, o qual vem a ser uma poderosa ferramenta de análise de projetos de eficiência energética, checar a viabilidade técnica e econômica do caso proposto para a SUDAM.

TABELA V. COMPOSIÇÃO UNITÁRIA CONSIDERANDO PREÇO E MÃO DE OBRA

PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS						
EXTERNO	ITEM	DESCRICAO	UNID.	CONSUMO	CUSTO UNITARIO	CUSTO UNITARIO TOTAL
SINAPI 83469	1.1	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Bulbo 12W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	0,0150000	13,90	0,21
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	0,0150000	11,40	0,17
Mercado/Internet		Lâmpada LED Bulbo 12W	UN	1,0000000	44,90	44,90
					Custo Direto	45,28
					BDI (22,40%)	10,14
					Total Geral	55,42
SINAPI 83469	1.2	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Dicroica 6W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	0,0150000	13,90	0,21
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	0,0150000	11,40	0,17
Mercado/Internet		Lâmpada LED Dicroica 6W	UN	1,0000000	52,90	52,90
					Custo Direto	53,28
					BDI (22,40%)	11,93
					Total Geral	65,21
SINAPI 83469	1.3	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Tubular 18W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	0,0150000	13,90	0,21
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	0,0150000	11,40	0,17
Mercado/Internet		Lâmpada LED Tubular 18W	UN	1,0000000	80,90	80,90
					Custo Direto	81,28
					BDI (22,40%)	18,21
					Total Geral	99,49
SINAPI 83469	1.4	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Tubular 9W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	0,0150000	13,90	0,21
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	0,0150000	11,40	0,17
Mercado/Internet		Lâmpada LED Tubular 9W	UN	1,0000000	64,90	64,90
					Custo Direto	65,28
					BDI (22,40%)	14,62
					Total Geral	79,90
SINAPI 83469	1.5	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Tubular 20W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	0,0150000	13,90	0,21
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	0,0150000	11,40	0,17
Mercado/Internet		Lâmpada LED Tubular 20W	UN	1,0000000	99,90	99,90
					Custo Direto	100,28
					BDI (22,40%)	22,46
					Total Geral	122,74
SINAPI 742461	1.6	Fornecimento e instalação de Refletor LED 30W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	2,0000000	13,90	27,80
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	2,0000000	11,40	22,80
Mercado/Internet		Refletor LED 30W	UN	1,0000000	194,90	194,90
					Custo Direto	245,50
					BDI (22,40%)	54,99
					Total Geral	300,49
SINAPI 742461	1.7	Fornecimento e instalação de Refletor LED 35W	UN			
SINAPI/PA - 88264		Eletricista	H	2,0000000	13,90	27,80
SINAPI/PA - 88247		Auxiliar de Eletricista	H	2,0000000	11,40	22,80
Mercado/Internet		Refletor LED 50W	UN	1,0000000	246,90	246,90
					Custo Direto	297,50
					BDI (22,40%)	66,64
					Total Geral	364,14

TABELA VI. ESTIMATIVA DE CUSTOS BASEADO NA COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DE CADA SERVIÇO.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	Elétrica				
1.1	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Bulbo 12W	UN	365,00	R\$ 55,42	R\$ 20.229,07
1.2	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Dicroica 6W	UN	39,00	R\$ 65,21	R\$ 2.543,35
1.3	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Tubular 18W	UN	890,00	R\$ 99,49	R\$ 88.542,64
1.4	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Tubular 9W	UN	287,00	R\$ 79,90	R\$ 22.931,90
1.5	Fornecimento e instalação de lâmpada LED Tubular 20W	UN	2133,00	R\$ 122,74	R\$ 261.808,92
1.6	Fornecimento e instalação de Refletor de LED 30W	UN	14,00	R\$ 300,49	R\$ 4.206,89
1.7	Fornecimento e instalação de Refletor de LED 50W	UN	19,00	R\$ 364,14	R\$ 6.918,66
	TOTAL				R\$ 295.866,37

Dessa forma, os seguintes dados foram inseridos na ferramenta:

- Área total: 13.456,12 m²;
- Carga de iluminação por unidade de área – Caso de Referência: 10,234 W/m²;
- Carga de iluminação por unidade de área – Caso Proposto: 4,997 W/m²;
- Horas de operação: 55h/semana;
- Custo inicial incremental: R\$ 295.866,37;
- Custo da energia: 0,259 R\$/kWh;
- Taxa de inflação: 8,8%;
- Reajuste do custo do combustível: 10%;
- Vida do Projeto: 10 anos.

Os resultados obtidos na simulação são mostrados na Fig. 6 e na Tab. VII. A Fig. 6 indica que a demanda de energia apresentaria uma economia anual de 205 MWh com a substituição das lâmpadas atuais para as de LED, o que representa uma redução de 51,6%. A Tab. VII apresenta: o *payback* simples ou retorno simples que seria observado, aproximadamente, 5 anos e 7 meses após instalação das lâmpadas LED; a taxa interna de retorno (TIR), que ao fazer uma simulação admitindo as variações de mercado como, por exemplo, taxa de inflação e reajustes previstos para o preço da energia, nota-se que o retorno ocorre ainda mais cedo, sendo percebido em 4 anos e 4 meses e, ao final da vida do projeto prevista para o décimo ano após a implementação, o órgão apresentaria uma economia de R\$ 637.179,00, o que lhe daria disponibilidade de orçamento para aplicar em uma outra demanda.

Figura 6 – Inserção de dados e resultados obtidos.

TABELA VII. RESULTADOS OBTIDOS: PAYBACK SIMPLES X TIR E REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GEE.

Viabilidade Financeira		
TIR antes impostos-capital próprio	%	23,6
TIR antes impostos - ativos	%	23,6
TIR após impostos - capital	%	23,6
TIR após impostos - ativos	%	23,6
Retorno simples	ano	5,6
Retorno do capital próprio	ano	4,3
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$	637.179
Economia anual no ciclo de vida	R\$/an	63.718
Razão custo benefício (C-B)		3,15
Custo de Redução de GEE	R\$/tCO2	(1.579)
Redução Anual Líquida de Emissões de GEE	tCO2	17,8

Por fim, não menos importante, em razão da conjuntura atual que expressa um enorme apelo para a questão ambiental, o RETScreen também apresenta como saída uma análise da redução de emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE) obtida com a implementação da solução proposta. Os resultados apontaram para uma redução anual líquida de emissões de GEE é de 17,8 tCO₂, o equivalente a quase 3,3 carros ou camionetes fora das ruas, conforme a Tab. VII.

CONCLUSÃO

A tecnologia LED, conforme se pode observar no Estudo de Caso apresentado, surge como um elemento de forte contribuição para o consumo eficiente de energia.

Os resultados, promissores, obtidos justificam a elaboração de uma AEE na SUDAM obedecendo à metodologia apresentada no Guia de M&V da ANEEL.

A implementação de novas tecnologias mais eficientes é apenas uma das estratégias para reduzir o consumo de energia. O consumo racional, por parte do usuário final, é outro mecanismo que deve ser incentivado por meio de campanhas de sensibilização.

Os Órgãos da Administração Pública devem, cada vez mais, atrair a comunidade acadêmica para debater questões como essa e buscar soluções técnicas para modernizar e tornar eficiente um número cada dia maior de edificações públicas.

REFERENCIAS

- [1] Filadelfo, Fernando Ribeiro, “Desenvolvimento de um Conversor Estático Controlado por PWM para Luminária de Iluminação Pública com LEDs”, UEP, Guaratinguetá-SP, 2010;
- [2] Pinto, Rafael Adaime, “Projeto Implementação de Lâmpadas para Iluminação de Interiores Empregando Diodos Emissores de Luz”, UFSM, Santa Maria-RS, 2008;
- [3] Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, “Guia para eficiência energética nas edificações públicas”, Rio de Janeiro-RJ, 2014;
- [4] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, “Guia de Medição e Verificação para o Programa de Eficiência Energética Regulado pela Aneel”, Brasília-DF, 2014;
- [5] Castro, Eduardo Breviglieri Pereira, “Avaliação teórica do potencial de redução de consumo energético com iluminação artificial através do uso de sistemas integrados automatizados”, Cadernos PROARQ – 18;
- [6] Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>