

Aplicação do Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (PROCEL – RELUZ) na cidade de Ponta Grossa / PR

Marcelo Santiago Timossi (UTFPR) marcelo_timossi@hotmail.com
Antônio Carlos de Francisco (UTFPR) acfrancisco@utfpr.edu.br
Regina Negri Pagani (UTFPR) reginapagani@utfpr.edu.br

Resumo:

O presente artigo apresenta os resultados após a implantação do projeto de iluminação pública eficiente, baseado nos manuais do PROCEL, programa gerenciado pela Eletrobrás. Os principais conceitos utilizados em iluminação são apresentados assim como o detalhamento da legislação sobre os pontos mais importantes a respeito desse assunto, pois são fundamentais para esclarecimento e entendimento do trabalho. São feitas demonstrações sobre a aplicação do projeto, os custos iniciais e os demonstrativos dos gastos após a conclusão do programa. Os resultados são apresentados através do processo de implantação do projeto na cidade de Ponta Grossa/PR e todos os benefícios obtidos após a conclusão do processo de eficiência energética para a iluminação pública.

Palavras chave: Iluminação Pública, Projeto Reluz, Eficiência Energética.

Implementation of the National Program for Efficient Public Lighting (PROCEL - RELUZ) in the city of Ponta Grossa / PR

Abstract

This article presents the results after the implementation of an efficient public lighting project, based on the manuals of PROCEL, a program managed by Eletrobrás. The main concepts used in lighting are presented as well as the details of the legislation on the most important points regarding this issue, as they are essential for clarification and understanding the present work. Considerations are made on the implementation of the project, the initial costs and declarations of expenditures after the completion of the program. The results are presented through the process of implementing the project in the city of Ponta Grossa / PR and all benefits accrued after the completion of energy efficiency for public lighting.

Key-words: Public Lighting, Project Reluz, Energy Efficiency.

1. Introdução

Primordial para segurança e qualidade de vida nas cidades, a iluminação pública atua como agente fundamental em ambientes que necessitam de iluminação artificial seja no período noturno ou em tempo integral. Como sua principal fonte de energia é a energia elétrica e quem é responsável pelos gastos são os municípios e os cidadãos, a Eletrobrás lançou o programa RELUZ de melhoria da eficiência energética na iluminação pública com o objetivo de reduzir os valores gastos com a iluminação pública e propiciar melhores ambientes para seus usuários.

Na busca de obter uma significativa redução de demanda no horário de ponta do sistema elétrico, a implantação do Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficiente (RELUZ) criou uma evidencia ainda maior por promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública propiciando redução do consumo de energia elétrica e melhoria nos níveis de iluminação.

O foco do programa está em substituir materiais danificados e obsoletos utilizados na iluminação pública das cidades por novos materiais que utilizam novas e eficientes tecnologias. Além da melhora nas condições da iluminação artificial das cidades, principalmente no período noturno, outro grande benefício do programa é a redução no consumo de energia elétrica. Como auxílio na implantação do programa, as prefeituras podem contar com o financiamento do projeto pela Eletrobrás.

O objetivo desse artigo é avaliar a aplicação do projeto RELUZ na cidade de Ponta Grossa/PR, os benefícios para a sociedade e melhoria no sistema de Iluminação Pública, visando melhorar a relação entre a produção e o consumo de energia elétrica com a aplicação do programa.

O presente trabalho está apresentado da seguinte forma. A primeira parte apresenta um estudo sobre o RELUZ e os principais objetivos da Eletrobrás com a criação desse programa. Também são apresentados alguns conceitos sobre iluminação pública e eficiência energética e pontos fundamentais na legislação sobre iluminação pública. Em seguida, apresenta-se a metodologia utilizada para aquisição, quantificação e qualificação dos dados. A parte final do artigo apresenta a aplicação do projeto RELUZ na cidade de Ponta Grossa/PR, fazendo uma abordagem da parte inicial do programa e em seguida apresentando os dados que comprovam a eficiência da aplicação do projeto junto com as discussões sobre os valores apresentados. O fechamento do trabalho é feito com as considerações finais sobre os resultados e uma breve conclusão sobre a eficácia do projeto RELUZ.

2 O Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (RELUZ)

2.1 PROCEL

O PROCEL, instituído em 30 de dezembro de 1985, é o programa do governo brasileiro destinado a promover o uso eficiente de energia elétrica e combater seu desperdício. O programa atua de forma eficaz em busca de seus objetivos, executando projetos de interesse da nação, lançando mão de importantes parcerias que ajudam a alcançar os seus resultados. Os resultados energéticos obtidos pelas ações do programa contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população e eficiência dos bens e serviços, bem como possibilitam a postergação de investimentos no setor elétrico, reduzindo os impactos ambientais.

Baseando-se em estimativas de mercado, aplicação de metodologias específicas de avaliação de resultados e informações complementares, estima-se que em 2012 a Eletrobrás PROCEL tenha alcançado um resultado de economia de energia de aproximadamente 9.097 bilhões de kWh. Esse resultado também equivale a 2,03% do consumo total de energia elétrica no Brasil no período, bem como corresponde ao consumo de energia anual de aproximadamente 4,8 milhões de residências brasileiras ou à energia fornecida, em um ano, por uma usina hidrelétrica com capacidade de 2.182 MW. Além disso, estima-se que a Eletrobrás PROCEL foi responsável por uma redução de demanda na ponta de 3.458MW (ELETROBRÁS, 2013).

2.2 O PROCEL RELUZ

O PROCEL RELUZ tem como objetivo promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública e sinalização semafórica, bem como a valorização noturna dos espaços urbanos públicos, contribuindo para reduzir o consumo de energia elétrica e melhorar as condições de segurança nas vias públicas e a qualidade de vida nas cidades brasileiras. Basicamente, isso é feito através da substituição de lâmpadas incandescentes, mistas e a vapor de mercúrio por lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão e a vapor metálico, que possuem características mais eficientes que as anteriores.

Dessa forma, uma lâmpada de vapor de mercúrio de 250 W pode ser substituída por outra a vapor de sódio de 150 W, mantendo o mesmo nível de iluminância. Retira-se, assim, 100 w de potência elétrica requerida do sistema. Além das lâmpadas, outros equipamentos são substituídos ou instalados, tais como relés fotoelétricos, reatores eletromagnéticos, ignitores, luminárias e braços de sustentação.

Em 2012, o total de economia de energia elétrica e de redução de demanda no horário de ponta, decorrente das ações desenvolvidas em âmbito do PROCEL RELUZ, correspondeu a 154.38 milhões de kWh e 35.18 mil kW, respectivamente. Destaca-se que a metodologia de avaliação dos resultados anuais foi atualizada, passando agora a considerar a economia durante a vida útil mínima dos equipamentos.

Somente no ano de 2012 foram implantados mais de 22 mil pontos de iluminação pública eficientes em 96 municípios distribuídos em sete estados brasileiros. A implantação desses pontos envolveu investimentos de aproximadamente R\$ 58 milhões de reais. Desde 2000, o PROCEL RELUZ já substituiu mais de 2,6 milhões de pontos de iluminação pública em todo o país, beneficiando e melhorando a qualidade de vida da população (ELETROBRÁS, 2013).

2.3 Condições Para financiamento do Programa

Os projetos são financiados às concessionárias de energia elétrica que, em articulação com as prefeituras municipais, executarão os serviços. Os projetos constantes do programa de iluminação pública eficiente da concessionária poderão contemplar uma ou mais modalidades de desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública oferecidas pelo RELUZ como: melhoria, expansão iluminação especial (destaque), espaço público esportivo e inovação tecnológica.

O valor do financiamento corresponderá a até 75% do valor total do projeto. O restante constituirá a contrapartida das concessionárias e/ou das prefeituras municipais, que poderá ser feita por meio de serviços próprios como: transporte, mão de obra e outros custos necessários a execução do projeto (ELETROBRÁS, 2013).

3 Aspectos da Iluminação Pública

3.1 Prestação e utilidades dos serviços de Iluminação Pública

Conforme a Constituição Federal do Brasil (1988), em seu artigo 30, inciso V, estabeleceu – se como competência dos municípios organizarem e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissões, os serviços públicos de interesse local. Fica sob a responsabilidade dos municípios proverem iluminação artificial aos logradouros públicos, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente durante o período diurno.

Em Setembro de 2010 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) definiu em sua resolução nº 414 que as concessionárias ou distribuidoras de energia elétrica não poderão mais ser proprietárias dos equipamentos que compõem o sistema de iluminação pública logo, esses ativos deverão ser transferidos para os municípios. Assim, os municípios que ainda não são proprietários do seu parque de iluminação pública terão um prazo determinado para se ajustarem (ANEEL, 2010).

A resolução nº414 trata todas as condições de fornecimento de energia elétrica e substitui a Resolução anterior que era a nº 456 do ano de 2000 e responsabiliza pelos serviços de elaboração, expansão, operação e manutenção das instalações de iluminação pública entidades de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada mediante concessão ou autorização. A distribuidora responsável pela concessão pode prestar esses serviços mediante

celebração de contrato específico para tal fim, ficando a pessoa jurídica de direito público responsável pelas despesas decorrentes.

3.2 Definição e finalidade da Iluminação Pública

Essencial para segurança e qualidade de vida nos grandes centros, a iluminação pública atua como instrumento de cidadania, proporcionando a utilização de espaços públicos no período noturno. Atua diretamente no controle do tráfego de veículos, ajuda a prevenir a criminalidade, além de valorizar e embelezar áreas urbanas. Ao melhorar o sistema de Iluminação Pública das cidades, a imagem da cidade também muda, favorecendo outras atividades como turismo, comércio e lazer noturno. Além disso, alavanca o uso racional da energia elétrica, impactando diretamente no desenvolvimento social e econômico da população.

De acordo com a resolução nº 456 ANEEL (2000, p.4), Art. 2º, Inciso XXIV, a iluminação pública é definida como “serviço que tem por objetivo prover de luz, ou claridade artificial aos logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente no período diurno”. Em 2010 a resolução nº 414 ANEEL (2010, p.6), Art. 2º, Inciso XXXIX, passou a definir iluminação pública como “serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual”.

De acordo com a ABNT a finalidade dos níveis mínimos de iluminação é “propiciar algum nível de segurança aos tráfegos de pedestres e veículos” (ABNT, 1999, p.1).

Com uma visão mais abrangente sobre a iluminação pública, a *Illuminating Engineering Society of North America* (IESNA) destaca como propósito da iluminação pública proporcionar uma rápida visibilidade, precisa e confortável à noite e, conseqüentemente, assegurar e facilitar o tráfego de pedestres e veículos fazendo com que as vias sejam utilizáveis tanto de dia quanto a noite (IESNA, 2000). O relatório destaca alguns benefícios econômicos provenientes da iluminação pública como:

- Redução dos acidentes noturnos e, conseqüentemente, da assistência social e das perdas econômicas;
- Auxílio à proteção policial e aumento da sensação de segurança pessoal;
- Facilita o fluxo de tráfego;
- Promoção de negócios e o uso de equipamentos públicos durante o horário noturno.

A utilização da iluminação pública como auxílio à segurança é destacada por Kirschbaum e Cabello (1998), que ressaltam o papel da iluminação pública é fundamental na redução de acidentes, principalmente nas áreas residenciais onde há uma concentração maior de pedestres e ciclistas junto com veículos motorizados.

3.3 Iluminação Pública como unidade consumidora

De acordo com a Resolução nº 414 da ANEEL (2010, p.12), Art. 4º, a distribuidora deve classificar a unidade consumidora de acordo com a atividade nela exercida e a finalidade da utilização da energia elétrica.

A tarifação deve atender o que esta descrita no Art. 5º dessa mesma resolução e observar as classes e subclasses que caracterizam a iluminação pública da seguinte forma:

§ 5o A classe iluminação pública, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada mediante concessão ou autorização, caracteriza-se pelo fornecimento para iluminação de ruas, praças, avenidas, túneis, passagens subterrâneas, jardins, vias, estradas, passarelas, abrigos de usuários de transportes coletivos, logradouros de uso comum e livre acesso,

inclusive a iluminação de monumentos, fachadas, fontes luminosas e obras de arte de valor histórico, cultural ou ambiental, localizadas em áreas públicas e definidas por meio de legislação específica, exceto o fornecimento de energia elétrica que tenha por objetivo qualquer forma de propaganda ou publicidade, ou para realização de atividades que visem a interesses econômicos (ANEEL, 2010, p. 14).

Atribui-se essa classificação também à toda iluminação artificial que tem por finalidade atender a sociedade sem que seu interesse seja de fim político ou econômico para desfruto desse benefício.

3.4 Aplicação das tarifas de energia elétrica na Iluminação Pública

A definição da tarifação aplicável ao fornecimento de energia elétrica de acordo com a Resolução n°. 456 (ANEEL, 2000) conforme localização do ponto de entrega estabelece-se como:

- Tarifa B4a: aplicável quando o poder público for o proprietário do sistema de iluminação pública, e está sob sua responsabilidade serviços como o de manutenção e operação. Nessa categoria são aplicados os menores valores de tarifação e o ponto de entrega é feito na conexão da rede de distribuição;
- Tarifa B4b: aplicável quando o sistema de iluminação pública for de propriedade da concessionária. A responsabilidade pelos serviços de manutenção e operação nesse caso é da própria concessionária e devido a esse motivo, a tarifa tem seu valor elevado. Nesse caso o ponto de entrega é no bulbo da lâmpada.

Conforme a Resolução n°. 414 (ANEEL, 2010), Art. 24, a tarifa aplicável ao fornecimento de energia elétrica para iluminação pública é a tarifa B4a. Entretanto, dentro dessa mesma Resolução, o Art. 218 descreve que até a efetivação da transferência dos ativos de iluminação pública, e o proprietário das instalações existentes for a distribuidora, o ponto de entrega se situará no bulbo da lâmpada, e nesse caso a tarifa aplicável ao fornecimento de energia elétrica para iluminação pública é a Tarifa B4b, e esta será responsável pela execução e custeio dos respectivos serviços de operação e manutenção.

3.5 Medição do consumo de energia elétrica na Iluminação Pública e o cálculo para faturamento

Não existe obrigatoriedade de que a concessionária instale equipamentos de medição nas unidades consumidoras quando se trata de fornecimento exclusivamente para iluminação pública. Para medição nesses casos, os valores de consumo de energia elétrica são feitos por estimativas fazendo a somatória das potências das lâmpadas instaladas e as perdas ocorridas nos reatores. Os dados referentes às potências das lâmpadas e as perdas nos reatores devem ser acordados no contrato de fornecimento entre as partes. Com o conhecimento desses números, multiplica-se pelas horas que a iluminação pública fica ligada ao longo do mês, e divide por 1.000, assim fechando o consumo mensal de energia elétrica em quilowatt-hora (kWh).

Quando a iluminação pública pertence a vias internas de condomínios fechados, a Resolução n°. 456 (ANEEL, 2000) determina como sendo 360 horas o uso de consumo mensal, menos os logradouros que necessitam de iluminação permanente, que conta-se 24 horas por dia de fornecimento.

A partir de 2010 a Resolução n°. 414 (ANEEL, 2010) passou a determinar que o tempo considerado para consumo diário seja de 11 horas e 52 minutos, e ainda ressaltando aqueles logradouros que necessitam de iluminação permanente em todo período de fornecimento. Ainda nessa resolução esta constituído que o tempo considerado para cálculo

do consumo diário pode ser diferente do estabelecido, uma vez que seja feito um estudo pelo observatório nacional junto com consumidor e distribuidora devidamente aprovado pela ANEEL.

Para cálculo da energia elétrica consumida pelos demais componentes da iluminação pública, utilizam-se as normas específicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em dados obtidos junto aos fabricantes e pactuados em contrato conforme descreve a Resolução nº. 414 (ANEEL, 2010). Quando instalados equipamentos automáticos visando o consumo de energia elétrica no sistema de iluminação pública, e esses componentes sendo devidamente reconhecidos pelos órgãos oficiais, fica a cargo da distribuidora estimar o consumo e reduzir o consumo proporcional aos demais equipamentos. Para que seja possível a implantação desses equipamentos, antes deve ser apresentado um projeto específico para validação da distribuidora.

O prazo mínimo para vencimento de cada fatura se tratando de unidades consumidoras pertencentes a classes de poder público, iluminação pública e serviço público, é de dez dias úteis, contados a partir da data da respectiva apresentação. Para casos como esse, a prefeitura deverá receber a fatura com no mínimo dez dias úteis de antecedência, conforme estabelecido na Resolução nº. 414 (ANEEL, 2010).

4 Eficiência Energética

O órgão responsável por coordenar o setor elétrico brasileiro é o Ministério de Minas e Energia (MME). Dentro do ministério existe um departamento denominado como Departamento de Desenvolvimento Energético, que é responsável pela coordenação de ações e planos estratégicos para implantação de políticas nacionais que buscam fontes alternativas de energia, eficiência energética e sustentabilidade ambiental. Juntamente com o MME existe a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que é o órgão regulamentador do setor, e a ELETROBRAS que é responsável pela coordenação das empresas do setor elétrico brasileiro.

No ano de 2000, entrou em vigor uma legislação aplicada pela ANEEL que passou a obrigar as concessionárias de energia elétrica a investirem um percentual mínimo de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética, com o objetivo de desenvolver a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia elétrica, e para melhorar a eficiência de equipamentos e processos que tem como uso final a energia elétrica (Lei nº. 9.991 de 2000).

Mesmo com essa lei em vigor, a maior parte desse recurso ainda é utilizada simplesmente para a substituição de equipamentos antigos. Mesmo após essa substituição, alguns equipamentos não são descartados totalmente e ainda continuam em funcionamento, contribuindo para o desperdício de energia (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

O programa do governo brasileiro destinado a promover o uso eficiente de energia elétrica é o PROCEL, sob coordenação do ministério de minas e energia. O PROCEL atua diretamente no processo dos programas de eficiência energética, ficando responsável pela medição bem como a verificação dos resultados obtidos. Mesmo com a implantação de um programa específico sobre eficiência energética, Oliveira *et al* (2013), destaca que uma das grandes dificuldades para iniciativas de eficiência energética no Brasil deve-se ao fato de serem ações voluntárias, dificultando a avaliação de resultados e atrapalhando o planejamento de metas anuais de eficiência energética.

Porém, para uma boa promoção de eficiência energética é necessário uma série de políticas nacionais e mecanismos institucionais fiscais e inovadores. A eficiência energética, juntamente com as políticas de promoção do uso de tecnologias de energia renovável, ajuda a

fornecer uma base sólida para atender as futuras necessidades de energia, bem como o auxílio na mudança climática (BALACHANDRA *et al.*, 2010).

5 Aplicação do Projeto RELUZ

O projeto teve como objetivo a melhoria do sistema da iluminação existente no município de Ponta Grossa / PR. Com isto, buscou-se promover o uso eficiente de energia elétrica na área de concessão da COPEL.

No total foram substituídas 27.220 lâmpadas e o valor total do projeto foi de R\$ 2.726.890,75, sendo que 75% (R\$2.045.168,06) foram financiados pela Eletrobrás, e 25% (681.722,69) ficaram a encargo do município.

A responsabilidade pela execução do projeto ficou por conta da prefeitura municipal de Ponta Grossa e teve seu contrato assinado em maio/2009 e conclusão dos trabalhos em novembro/2009.

5.1 Cálculo da Relação Benefício / Custo (RBC)

Para a viabilidade de execução do projeto, foi necessária uma avaliação da COPEL juntamente com a Eletrobrás para liberação do financiamento. Segundo o manual do PROCEL RELUZ, para que o projeto seja considerado válido, sua RBC deve ser maior do que uma unidade. Para que esse objetivo fosse alcançado, segundo o mesmo manual, não foram considerados os valores referentes às reduções de demanda e consumo, custo de materiais e mão de obra, transporte e demais custos agregados a substituição de lâmpadas Vapor de Mercúrio de 80 por VSAP de 70W. Essa distinção se deve à pequena redução de potencia resultante desse tipo de substituição.

A relação benefício/custo do projeto foi determinada considerando:

- Na forma de benefício, redução de demanda e energia economizada anualmente;
- Como custo, todo investimento anual, conforme a vida útil de cada equipamento a ser instalado.

Dessa forma a relação benefício/custo foi calculada pela expressão:

$$RBC = \frac{(EE \times CUEE) + (RD \times CUEP)}{K}$$

Onde:

EE = Energia Economizada [MWh/ano];

CUEE = Custo unitário evitado de energia [R\$/MWh];

RD = Redução de Demanda [kW];

CUEP = Custo unitário evitado de potencia [R\$/kW.ano];

K = Investimento total anualizado.

Os dados utilizados para o cálculo RBC e viabilização da implantação no projeto RELUZ estão apresentados no Quadro 1:

ITENS	CUSTO	V. ÚTIL (anos)	T. JUROS %	INVESTIMENTO ANUAL		
				Itens	Custo Total	Custo anualizado (K)
Lâmpadas VSAP 70 W	R\$ 336.461,58	3,7	12	Lâmpadas VSAP 70 W	R\$ 478.959,79	R\$ 169.548,37
Lâmpadas VSAP acima 70 W	R\$ 208.913,75	5,5	12	Lâmpadas VSAP acima 70 W	R\$ 297.392,90	R\$ 77.147,72
Reatores c/ ignitores	R\$ 1.489.750,19	10	12	Reatores c/ ignitores	R\$ 2.120.689,19	R\$ 375.328,40
Luminárias	R\$ 191.982,00	20	12	Luminárias	R\$ 273.290,22	R\$ 36.587,76
Redutores de Potência	R\$ 0,00	10	12	Redutores de Potência	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Relés fotoelétricos	R\$ 300.379,56	4	12	Relés fotoelétricos	R\$ 427.596,31	R\$ 140.779,43
Kits de instalação	R\$ 136.699,68	20	12	Kits de instalação	R\$ 194.594,73	R\$ 26.052,10
Subtotal de Materiais	R\$ 2.664.186,76	70,20%		TOTAL	R\$ 3.792.523,14	R\$ 825.443,78
Mão de Obra	R\$ 799.256,03	21,10%		VIABILIDADE ECONÔMICA		
Transporte	R\$ 31.970,24	0,80%		Retorno de Investimento (anos)		6,32
Total Custos Diretos	R\$ 3.495.413,03	92,20%		Ganho Anual com ação de Conservação (R\$)		R\$ 1.063.230,94
Engenharia	R\$ 209.724,78	5,50%		Custo de Conservação (R\$/MWh/ano)		R\$ 99,00
Administração	R\$ 87.385,33	2,30%		Mão de Obra por ponto (R\$)		R\$ 26,66
Total Custos Indiretos	R\$ 297.110,11	7,80%		Custo por Ponto (R\$)		R\$ 126,51
Subtotal de Outros Custos	R\$ 1.128.336,38	29,80%		ENTRADA DE DADOS		
TOTAL	R\$ 3.792.523,14	100,00%		Energia Conservada por ano	4.168,70	MWh/ano
				Redução de demanda	951,76	kW
				Custo unit. evitado de energia	R\$ 136,64	R\$/MWh
				Custo unit. evitado de potência	R\$ 518,64	R\$/kW.ano
				RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO (RBC)		1,29

Fonte: COPEL 2009

Quadro 1 – Dados Utilizados para Cálculo da Relação Benefício Custo – RBC

Substituindo os valores do Quadro na fórmula do cálculo RBC tem-se:

$$RBC = \frac{(4.168,70 \times 136,63) + (951,76 \times 518,64)}{825.443,79}$$

$$RBC = 1,29$$

5.2 Características Gerais do Projeto Contratado

O projeto contratado inicialmente previa, para os sistemas existentes de iluminação pública do município de Ponta Grossa/PR, realizar as substituições apresentadas no Quadro 2.

MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA - PR											
SISTEMA EXISTENTE					SISTEMA CONTRATADO					RESULTADOS	
Lâmpada (tipo/potência)	Potência Unitária - Lâmpada + reator (W)	Quant.	Potência Existente (kW)	Energia Consumida MWh/ano	Lâmpada (tipo/potência)	Potência Unitária - Lâmpada + reator (W)	Quant.	Potência Futura (kW)	Energia Consumida MWh/ano	Redução de Demanda (kW)	Energia Economizada MWh/ano
F 40 W	51	24	1,22	5,36	VS 70 W	85	24	2,04	8,94	-0,82	-3,57
Mista 160 W	160	483	77,28	338,49	VS 70 W	85	483	41,06	179,82	36,23	158,67
Mista 250 W	250	3	0,75	3,29	VS 70 W	85	3	0,26	1,12	0,5	2,17
VM 80 W	89	14324	1274,84	5583,78	VS 70 W	85	14324	1217,54	5332,83	57,3	250,96
VM 125 W	137	7552	1034,62	4531,65	VS 70 W	85	7552	641,92	2811,61	392,7	1720,04
		4571	626,23	2742,87	VS 100 W	115	4571	525,67	2302,41	100,56	440,46
VM 250 W	266	1627	432,78	1895,59	VS 150 W	170	1627	276,59	1211,46	156,19	684,12
VM 400 W	425	1394	592,45	2594,931	VS 250 W	275	1394	383,35	1679,073	209,1	915,86
Total do Projeto		29978	4040,17	17695,96			29978	3088,43	13527,26	951,76	4168,71

Fonte: COPEL 2009

Quadro 2 – Substituições Contratadas

Com as substituições contratadas, estimava-se obter uma redução de 951,76 kW de demanda no horário de ponta do sistema elétrico, o que corresponde a 4.168,70 MWh/ano de energia conservada.

As quantidades e os custos por item orçamentário (material, equipamento, mão de obra, transporte e indiretos) inicialmente contratado são apresentados no Quadro 3.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
CUSTOS DIRETOS			
MATERIAIS			
Lâmpadas (Tipo e Potência)			
Lâmpada VSAP 70 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	22386	R\$ 15,03	R\$ 336.461,58
Lâmpada VSAP 100 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	4571	R\$ 26,17	R\$ 119.623,07
Lâmpada VSAP 150 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	1627	R\$ 28,38	R\$ 46.174,26
Lâmpada VSAP 250 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	1394	R\$ 30,93	R\$ 43.116,42
Subtotal - Lâmpadas	29978	X	R\$ 545.375,33
Reatores c/ Ignitores (para Lâmpadas / tipo e potência)			
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 70 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	22386	R\$ 45,90	R\$ 1.027.517,40
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 100 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	4571	R\$ 54,32	R\$ 248.296,72
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 150 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	1627	R\$ 64,55	R\$ 105.022,85
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 250 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	1394	R\$ 78,13	R\$ 108.913,22
Subtotal - Reatores	29978	X	R\$ 1.489.750,19
Luminárias			
Luminária fechada, externamente anodizada ou pintada na cor cinza claro martelada, refletor com anodização espelhada, acessórios com tratamento anticorrosivo, base E-40 e compartimento ótico com proteção mínima IP 55.	4571	R\$ 42,00	R\$ 191.982,00
Subtotal - Luminárias	4571	X	R\$ 191.982,00
Relés Fotoelétricos			
Relé Fotoelétrico RF 10 - 220V - 1000 W	29978	R\$ 10,02	R\$ 300.379,56
Subtotal - Relés	29978	X	R\$ 300.379,56
Kit de Instalação			
Conector tipo paralelo p/ cabo Al 10-1/0	59956	R\$ 1,80	R\$ 107.920,80
Cabo flexível 4mm ²	29978	R\$ 0,96	R\$ 28.778,88
Subtotal - Kit	89934	X	R\$ 136.699,68
SUBTOTAL MATERIAIS	89934	X	R\$ 2.664.186,76
MÃO DE OBRA			
Própria			
Contratada			R\$ 799.256,03
SUBTOTAL MÃO DE OBRA			R\$ 799.256,03
TRANSPORTE			
Próprio			
Contratado			R\$ 31.970,24
SUBTOTAL TRANSPORTE			R\$ 31.970,24
TOTAL CUSTOS DIRETOS			R\$ 3.495.413,03
CUSTOS INDIRETOS			
Engenharia, Projeto e Consultoria			R\$ 209.724,78
Administração, Acompanhamento e Fiscalização			R\$ 87.385,33
TOTAL CUSTOS INDIRETOS			R\$ 297.110,11
TOTAL GERAL			R\$ 3.792.523,14

Fonte: COPEL 2009

Quadro 3 – Composição dos Custos Contratados por Item Orçamentário

Todos os itens expostos no quadro 3 foram estimados em cima do projeto inicial, na seqüência será apresentado outro quadro demonstrando os gastos reais após o termino do programa.

6.3 Características Gerais do Projeto a ser Realizado

O projeto efetivamente realizado apresenta as substituições constantes no Quadro 4.

MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA - PR											
SISTEMA EXISTENTE					SISTEMA CONTRATADO					RESULTADOS	
Lâmpada (tipo/potência)	Potência Unitária - Lâmpada + reator (W)	Quant.	Potência Existente (kW)	Energia Consumida MWh/ano	Lâmpada (tipo/potência)	Potência Unitária - Lâmpada + reator (W)	Quant.	Potência Futura (kW)	Energia Consumida MWh/ano	Redução de Demanda (kW)	Energia Economizada MWh/ano
VM 80 W	89	12106	1077,43	4719,16	VS 70 W	85	12106	1029,01	4507,06	48,42	212,1
VM 125 W	137	8887	1217,52	5332,73	VS 70 W	85	8887	755,4	3308,63	462,12	2024,1
VM 125 W	137	4659	638,28	2795,68	VS 100 W	115	4659	535,79	2346,74	102,5	448,94
VM 250 W	266	351	93,37	408,94	VS 100 W	115	351	40,37	176,8	53	232,14
VM 250 W	266	1131	300,85	1317,71	VS 150 W	170	1131	192,27	842,14	108,58	475,56
VM 400 W	425	9	3,83	16,75	VS 150 W	170	9	1,53	6,7	2,3	10,05
VM 400 W	425	1	0,43	1,86	VS 100 W	115	1	0,12	0,5	0,31	1,36
VM 400 W	425	76	32,3	141,474	VS 250 W	275	76	20,9	91,54	11,4	49,93
Total do Projeto		27220	3364,01	14734,30			27220	2575,39	11280,11	788,63	3454,18

Fonte: COPEL 2009

Quadro 4 – Substituições Efetivamente Realizadas

Com base em levantamento foi necessário realizar algumas substituições não previstas no projeto original, ou seja, 351 lâmpadas VM de 250 W por VSAP 100 W, 01 lâmpada VM de 400 W por VSAP 100 W e 09 lâmpadas VM de 400 W por VSAP 150 W, em função do sistema de iluminação do município de Ponta Grossa ser antigo e os conjuntos estarem instalados sem critério. Com as substituições realizadas, foi obtido a redução de 788,63 kW de demanda no horário de ponta do sistema elétrico, o que corresponde a 3454,19 MWh/ano de energia conservada conforme apresentado no Quadro 5.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
CUSTOS DIRETOS			
MATERIAIS			
Lâmpadas (Tipo e Potência)			
Lâmpada VSAP 70 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	20993	R\$ 14,40	R\$ 302.299,20
Lâmpada VSAP 100 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	5011	R\$ 14,77	R\$ 74.012,47
Lâmpada VSAP 150 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	1140	R\$ 21,06	R\$ 24.008,40
Lâmpada VSAP 250 W, ovoide, base E-27, com ignitor externo	76	R\$ 19,40	R\$ 1.474,40
Subtotal - Lâmpadas	27220	X	R\$ 401.794,47
Reatores c/ Ignitores (para Lâmpadas / tipo e potência)			
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 70 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	20993	R\$ 44,37	R\$ 931.459,41
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 100 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	5010	R\$ 41,90	R\$ 209.919,00
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 100 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	1	R\$ 26,23	R\$ 26,23
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 150 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	1138	R\$ 45,45	R\$ 51.722,10
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 150 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	1	R\$ 43,94	R\$ 43,94
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 150 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	1	R\$ 44,04	R\$ 44,04
Reator eletromagnético para lâmpada VSAP 250 W, fator de potência mínimo 0,92, com reator incorporado, uso externo.	76	R\$ 55,98	R\$ 4.254,48
Subtotal - Reatores	27220	X	R\$ 1.197.469,20
Luminárias			
Luminária fechada, externamente anodizada ou pintada na cor cinza claro martelada, refletor com anodização espelhada, acessórios com tratamento anticorrosivo, base E-40 e compartimento ótico com proteção mínima IP 55.	4569	R\$ 40,69	R\$ 185.918,62
Subtotal - Luminárias	4569	X	R\$ 185.918,62
Relés Fotoelétricos			
Relé Fotoelétrico RF 10 - 220V - 1000 W	27220	R\$ 8,77	R\$ 238.719,40
Subtotal - Relés	27220	X	R\$ 238.719,40
Kit de Instalação			
Conector tipo paralelo p/ cabo Al 10-1/0	54440	R\$ 1,80	R\$ 97.992,00
Cabo flexível 4mm ²	13707	R\$ 0,74	R\$ 10.143,18
Subtotal - Kit	68147	X	R\$ 108.135,18
SUBTOTAL MATERIAIS	68147	X	R\$ 2.132.036,87
MÃO DE OBRA			
Própria	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Contratado lote 1	6846	R\$ 24,92	R\$ 170.609,15
Contratado lote 2	5073	R\$ 20,77	R\$ 105.353,53
Contratado lote 3	8149	R\$ 19,94	R\$ 162.476,96
Contratado lote 4	7152	R\$ 21,87	R\$ 156.414,24
SUBTOTAL MÃO DE OBRA	27220	X	R\$ 594.853,88
TRANSPORTE			
Próprio		R\$ 0,00	R\$ 0,00
SUBTOTAL TRANSPORTE			R\$ 0,00
TOTAL CUSTOS DIRETOS			R\$ 2.726.890,75
CUSTOS INDIRETOS			
Engenharia, Projeto e Consultoria			R\$ 0,00
Administração, Acompanhamento e Fiscalização			R\$ 0,00
Descarte de Materiais Nocivos			R\$ 0,00
TOTAL CUSTOS INDIRETOS			R\$ 0,00
TOTAL GERAL			R\$ 2.726.890,75

Fonte: COPEL 2009

Quadro 5 – Composição dos Custos Contratados por Item Orçamentário

Os custos indiretos: engenharia, projeto, consultoria, administração, acompanhamento e fiscalização não fazem parte da composição dos custos. Estes valores não foram repassados pela COPEL ao Município, como também e não fizeram parte de sua contrapartida. A Prefeitura formalmente informou a COPEL que não faria a utilização dos recursos referentes aos custos indiretos. Os descartes foram executados e os custos não foram previstos no projeto original, portanto os encargos ficaram responsáveis pela prefeitura municipal.

6.4 Resultados Alcançados: Projeto Contratado X Realizado

Após todas as etapas concluídas e todo o projeto executado foram feitas as medições necessárias para verificar a diminuição do consumo conforme consta no manual do programa RELUZ da Eletrobrás. As medições realizadas demonstram que houve efetivamente uma redução, conforme demonstrado no Quadro 6.

ITEM	CONTRATADO (A)	REALIZADO (B)	% (B) / (A)
Pontos Modernizados	29978	27220	90,80%
Demanda Evitada (kW)	951,76	788,63	82,86%
Energia Economizada (MWh/ano)	4168,7	3454,19	82,86%
Economia Obtida por ano (R\$)	R\$ 602.543,90	R\$ 499.268,62	82,86%
Investimento Total (R\$)	R\$ 3.792.523,14	R\$ 2.726.890,75	71,90%

Fonte: COPEL 2009

Quadro 6 – Resultados Alcançados Após Conclusão do Projeto

O valor total do investimento ficou em 28,1% abaixo do estimado após a conclusão do projeto, mesmo existindo um cenário em campo um pouco diferente do que havia sido programado antes da execução. Com todas as divergências encontradas em campo em na hora de executar algumas etapas e o cenário encontrado ser diferente do projetado e a necessidade de acrescentar alguns materiais não previstos no início dos trabalhos, fica evidente a efetividade do programa, pois seguindo todas as etapas que constava no manual elaborado pela Eletrobrás, ao término do programa foi constatado a eficácia do projeto e o resultado foi melhor do que havia sido estimado.

7 Considerações Finais

Em relação à cidade de Ponta Grossa/PR, fica evidente que os objetivos do programa foram alcançados de forma satisfatória. Seis meses após a assinatura do contrato o programa já havia sido executado em sua totalidade, mesmo com algumas divergências encontradas em campo com relação ao que se havia previsto anteriormente em relação a alguns pontos que não estava conforme cadastro, o programa teve seu término dentro do prazo estimado.

Houve considerável redução na demanda do sistema e economia de energia estimada durante o ano. Toda energia economizada representou um valor de 3454,19 MWh no decorrer do período. Outro ganho obtido com a implantação do programa a redução em quase um terço no valor gasto com iluminação pública ao longo de um ano que representou uma economia de R\$ 499.268.62 ao município, além de uma iluminação de melhor qualidade para a sociedade, demonstrando a eficácia do programa e principalmente justificando todo investimento despendido para execução do projeto.

Ao final do programa o objetivo em melhorar a relação de produção de energia elétrica com o consumo necessário pela iluminação pública foi alcançado uma vez que houve queda considerável na demanda de energia necessária para utilização do sistema de iluminação pública artificial.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA.** *Resolução Normativa N° 456: condições gerais de fornecimento de energia elétrica.* Brasília, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA.** *Resolução Normativa N° 414: condições gerais de fornecimento de energia elétrica.* Brasília, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *Iluminação Pública.* Rio de Janeiro, NBR5101, 1992.
- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE.** *American National Standard Practice for Roadway Lighting.* USA , 2000.
- BALACHANDRA, P.; RAVINDRANATH, D.; RAVINDRANATH, N. H.;** *Energy Efficiency in India: Assessing the policy regimes and their impacts.* Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509005850#>. Acesso em 14 de Julho de 2013.
- COPEL;** *Relatório Projeto Melhoria na Iluminação de Ponta Grossa.* Ponta Grossa, 2009.
- DE OLIVEIRA, L. S., et al.;** *Proposed Business Plan for Energy Efficiency in Brazil. Energy Policy (2013),* disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.125i>. Acesso em 14 de Julho de 2013.
- ELETROBRÁS; PROCEL RELUZ:** *Manual de Instruções.* Rio de Janeiro, 2005.
- IBAM/PROCEL;** *Guia Técnico PROCEL RELUZ: Iluminação Pública eficiente.* Rio de Janeiro, 2004.
- KIRSCHBAUM, C. F.; CABELLO, A. J.;** *Gestión en Iluminación Pública.* S/I, 1998.
- LEI N°. 10.295, 2001;** *Lei N°. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Lei da Eficiência Energética,* Brasil 2001.