



PROCEL RELUZ – ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EFICIENTES

Adjeferson Custódio Gomes^{*1}, Taís Mirele Fernandes da Silva¹, Thiago Luis Campos Rodrigues¹, Luís Ricardo Cândido Cortes², Fabiano Rodrigues Soriano¹ e Adi Neves Rocha¹

¹DCET – Universidade Estadual de Santa Cruz

²FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

Resumo – Este trabalho visa demonstrar a importância do programa PROCEL Reluz destinado à eficiência energética em sistemas de iluminação pública e sinalização semafórica, por meio de resultados referentes à implantação deste em cidades brasileiras, com maior quantidade de candidatas nas regiões nordeste e sudeste. É cada vez maior o número de cidades candidatas à implantação, a qual chega a proporcionar até 40% de economia em suas faturas mensais durante a adesão. Desde sua implantação, em 2000, já foram substituídos mais de 2,7 milhões de pontos de iluminação pública no país. Portanto, o PROCEL Reluz é um projeto de eficiência energética competente, com dados satisfatórios, os quais proporcionam economia aos municípios brasileiros.

Palavras-Chave – Eficiência Energética, Iluminação Pública, PROCEL Reluz, Sinalização Semafórica.

PROCEL RELUZ - EFFICIENCY IN PUBLIC LIGHTING AND TRAFFIC LIGHT SIGNALING

Abstract - This work aims to demonstrate the importance of the program PROCEL Reluz aimed at energy efficiency in public lighting systems and traffic light signaling, by means of results related to its implementation in Brazilian cities, with more applicants in the north-east and south-east regions. The number of candidate cities is increasing, which provides up to 40% savings on their monthly bills during accession. Since its establishment in 2000, more than 2.7 million public lighting points have been replaced in the country. Therefore, the PROCEL Reluz is a competent energy efficiency project, with satisfactory data, which provides savings to the Brazilian municipalities.

Keywords - Energy Efficiency, Public lighting, PROCEL Reluz, Traffic Light Signaling.

*acgomes@uesc.br

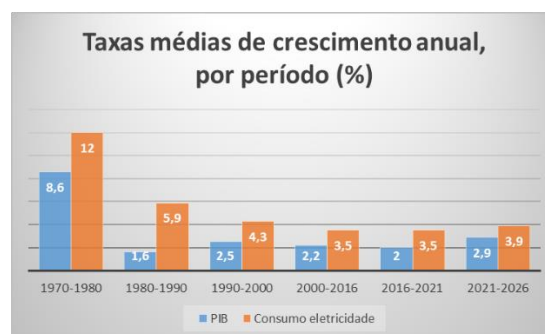
I. INTRODUÇÃO

Os crescentes avanços tecnológicos, a necessidade de uma melhor iluminação, o aumento populacional, a utilização de aparelhos cada vez mais potentes de energia elétrica, dentre outros fatores, contribuem para um aumento na demanda de energia elétrica. Desse modo, frente a escassez de alguns recursos naturais utilizados na produção desta, é indispensável um estudo a respeito da eficiência energética dos diversos equipamentos utilizados na sociedade.

O consumo de energia, segundo a ANEEL, é um importante indicativo do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de uma população. Na Figura 1, percebe-se que o consumo de energia elétrica tem relação direta com o produto interno bruto [1].

A iluminação pública é um segmento muito importante para a sociedade, bem como a sinalização semafórica. Ambas são fundamentais para a ordem em uma civilização. Estas duas representam parcelas importantes no que tange o consumo de energia elétrica [2].

Elas promovem a valorização noturna dos espaços públicos urbanos, reduzem o consumo de energia elétrica quando utilizados de forma eficiente, melhoram as condições de segurança nas vias públicas e, desta maneira, a qualidade de vida nas cidades brasileiras [2].



(*) Inclui autoprodução

Figura 1 - Evolução do consumo de energia elétrica e do PIB. (*)

Desse modo, o consumo eficiente da iluminação pública e da sinalização semafórica surge num ambiente onde a demanda energética do setor está

ligeiramente ligado à qualidade de vida da sociedade. Além disso, o esgotamento dos recursos para produção de energia se torna também um importante motivo para a busca do consumo eficiente de energia elétrica [3].

O estudo “Iluminando Cidades Brasileiras – Modelos de negócio para Eficiência Energética em Iluminação Pública”, elaborado pelo Banco Mundial, afirma que as luminárias de tecnologia LED, por serem de 40 a 60% mais eficientes do que as utilizadas frequentemente no sistema de iluminação pública brasileira, se mostram como alternativa mais eficaz. Além disso, a tecnologia LED tem um consumo de até 90% menor de energia elétrica em relação às lâmpadas incandescentes [4].

Instituído pelo governo federal, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi criado desde 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, sendo executado pela Eletrobras. Este programa tem como objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica, combater o seu desperdício e reduzir custos setoriais [2,5].

O PROCEL possui diversas diretrizes, como PROCEL Educação, PROCEL Info, PROCEL Edifica, PROCEL Indústria, PROCEL Reluz (abrange Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes), dentre outros segmentos, como apresentado na Figura 2 abaixo [6].

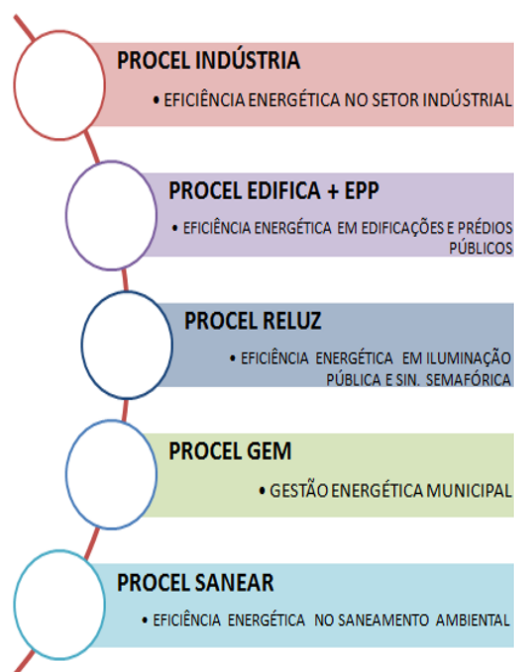


Figura 2 - Subprogramas Setoriais do PROCEL.

Este trabalho tem como foco o PROCEL Reluz e os resultados obtidos a partir da sua implantação, com apresentação de seus avanços no setor desde a sua implantação.

II. DESENVOLVIMENTO

O crescente consumo de energia elétrica, apesar de significar uma melhoria na qualidade de vida da

população e uma possível recuperação econômica, também apresenta aspectos negativos em relação à produção da energia elétrica, tais como possível esgotamento de recursos utilizados para produzi-las, bem como maiores danos ao meio ambiente [2].

A fim de diminuir o consumo desenfreado da energia elétrica, tem-se adotado pelo mundo maneiras mais eficientes para sua utilização. Desse modo, os produtos oferecerem os mesmos recursos com um menor consumo de energia elétrica [7].

No Brasil, o incentivo ao melhor aproveitamento da energia elétrica começou em 1985, com a criação do PROCEL. Além disso, a legislação brasileira define que 0,25% da receita operacional líquida das distribuidoras devem ser aplicadas em projetos de eficiência energética, os quais devem ser aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica [3].

Até meados de 2008, a ANEEL aprovou cerca de 279 projetos, os quais visavam a redução do consumo de energia elétrica em 369 GWh [3].

Os estímulos para o uso eficiente de energia elétrica por parte do PROCEL se dividem em duas vertentes, as quais correspondem a ações educativas à população e o investimento em aparelhos e instalações.

Ao ser lançado, promoveu, inicialmente, publicação e distribuição de materiais visando a educação dos consumidores residenciais, comerciais, industriais e do setor público, segundo o estudo Análise Retrospectiva, Plano Nacional de Energia 2030, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Além disso, desenvolve projeto pedagógico a ser empregado em escolas de nível fundamental, bem como cursos técnicos [3].

Em 1993, os produtos passaram a receber o selo PROCEL, criado em parceria com o PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem, coordenado pelo Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, este era concedido anualmente como informativo da eficiência energética do equipamento. No entanto, foi no ano de 2001 que o selo ganhou maior expressividade, devido ao racionamento ocorrido no país, transformando a eficiência em um mecanismo de propaganda dos eletrodomésticos e eletrônicos [3].

Como investimento em ações eficientes por parte das distribuidoras, a população de baixa renda tem como campanhas recorrentes a substituição de lâmpadas utilizadas por outras mais eficientes, além de regularização de ligações clandestinas, essa última apresenta maior eficácia ao menor consumo de energia.

Do ponto de vista ambiental esse programa também tem sido bastante satisfatório, sendo evitada a emissão de CO₂ correspondente a 584 mil veículos em um ano, dados estes relativos ao ano base de 2018 [8].

O PROCEL Reluz, parte integrante do PROCEL, visa trabalhar a eficiência no setor de iluminação pública e sinalização semafórica, de modo que os projetos desenvolvidos por ele contemplem [5]:

- Melhoria dos Sistemas de Iluminação Pública Existentes;

- Expansão dos Sistemas de Iluminação Pública;
- Remodelagem dos Sistemas de Iluminação Pública;
- Melhoria dos Sistemas de Sinalização Semafórica;
- Iluminação Especial (Destaque de praças, monumentos, fachadas, etc);
- Iluminação de Espaços Públicos Esportivos;
- Inovação Tecnológica na Iluminação Pública.

Os candidatos a participarem do programa correspondem a entes federativos, tais como Municípios, Governos Estaduais e Distritos, por intermédio das concessionárias de energia elétrica [5].

De modo geral, as concessionárias de energia elétrica são responsáveis pela negociação e apresentação da solicitação de financiamento feita pelos entes federativos junto à Eletrobras. Após aprovação de projeto, cerca de 75% do valor total do financiamento será arcado pela Eletrobras, os 25% restante é pago pelo autor do projeto (ente federativo) ou concessionária de energia elétrica. Todo o processo é sintetizado na Tabela 1. [5].

Tabela 1 - Diagrama do processo para implementação do PROCEL Reluz.

Fonte de Recursos	Eletrobras (RGR)
Agente Administrador	Concessionárias (Geração, Transmissão e Distribuição)
Coordenação das Obras	Concessionárias e Prefeitura
Execução das Obras	Empreiteira, Prefeitura ou Concessionária

Um edital de Chamada Pública é disposto anualmente pela Eletrobras, onde o solicitante deve submeter seus projetos à participação do PROCEL Reluz, tendo como pré-requisito o cumprimento dos fatores impostos pelo PROCEL em edital. Para a seleção da proposta são realizadas visitas e inspeções nos municípios onde o projeto será aplicado, além da adoção de critérios técnicos e econômicos bem embasados [11].

A partir de 1986, os investimentos feitos pela Eletrobras no PROCEL Reluz somam R\$3,11 bilhões [8]. Desde 2000, equipamentos de mais de 2,78 milhões de pontos de iluminação pública foram substituídos por modelos mais eficientes, em mais de 1.300 municípios brasileiros, somando mais de R\$ 500 milhões em investimentos [9].

Outro resultado bastante relevante se refere a quantidade de energia elétrica economizada desde a implantação desse programa. De 1986 a 2018 foram economizados 151,6 bilhões de kWh de energia, dados disponibilizados pela Eletrobras [8].

Na Figura 3 a seguir, pode-se observar a economia de energia no período de 2013 a 2017, decorrentes dos últimos cinco anos de aplicação do PROCEL.

Além disso, houve uma redução de demanda na ponta de 7,25 milhões de kW, economia de 42 milhões de kWh em 4 indústrias energointensivas. Mais de 1,4 milhão de acessos e mais de 1.800 novos usuários cadastrados no Portal Procel Info [8].



Figura 3 - Economia de energia decorrente das ações do PROCEL nos últimos cinco anos (em Bilhões de kWh).

A economia de energia de 23 bilhões de kWh é equivalente ao consumo anual de 12,12 milhões de residências, sendo bastante expressiva essa redução. Essa mesma economia representou 4,87% do consumo total de eletricidade no Brasil [8].

O gráfico mostrado na Figura 4, mostra a distribuição regional dos pontos de iluminação pública implementados pelo Procel Reluz em 2013. Ainda neste ano, houve economia de energia de 157,98 milhões de kWh e 62 mil pontos de iluminação pública implementados em 6 municípios. A cidade de Anápolis é um desses municípios, conforme Figura 5 [4].

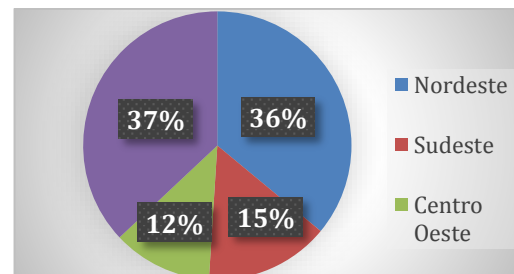


Figura 4 - Distribuição regional dos pontos de iluminação pública implementados pelo Procel Reluz em 2013.



Figura 5 - Implementação do Procel Reluz no município de Anápolis/GO.

A participação dos municípios nesse programa tem crescido cada vez mais, só na primeira chamada pública do Procel Reluz foram aprovados 22 municípios [8]. A chamada pública do PROCEL Reluz 2019 esteve aberta até a data limite de 13 de Agosto do presente ano, sendo esta a data limite para cada ente federativo, por intermédio da concessionária de energia correspondente, submeter seu projeto.

Segundo a Prefeitura da cidade de Anápolis, 60% do programa Reluz na cidade já havia sido concluído no ano de 2014, totalizando uma redução de 40% dos custos em relação ao modelo antigo de iluminação pública, onde foram trocados mais de 30 mil postes, luminárias e reatores da cidade desde a sua implantação [10].

É cada vez maior a quantidade de municípios que manifestam interesse em aderir ao programa PROCEL Reluz, de modo que, na chamada pública de 2017, tiveram 1.101 municípios aptos a apresentar suas propostas. Na Figura 6, observa-se a participação de cada região em porcentagem [11].

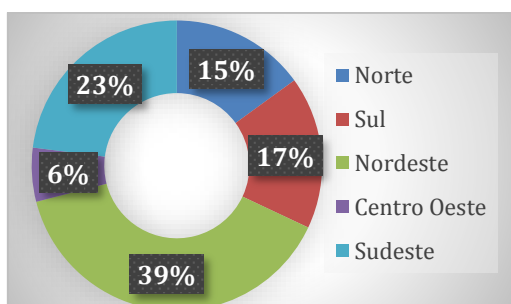


Figura 6 - Distribuição percentual dos municípios inscritos na chamada pública do PROCEL Reluz 2017 nas regiões geográficas brasileiras

A Figura 7 mostra que as regiões onde houveram maior quantidade de municípios inscritos na chamada pública PROCEL Reluz 2017 foram as regiões Nordeste, Sul e Sudeste. [11]



Figura 7 - Municípios inscritos na chamada pública do PROCEL Reluz 2017.

Segundo a Eletrobrás, as regiões onde mais ocorreram investimento e implantação do projeto Reluz são as regiões Norte e Nordeste. O total de pontos contratados e instalados foi de 500.400 pontos. O valor total investido foi de R\$ 269.770.401,15. A figura 8 mostra a participação de cada região em porcentagem do valor total apresentado. [12]

Antes da implantação desse programa, e como ainda ocorre na grande maioria dos municípios no Brasil, o tipo de lâmpada mais utilizada na iluminação pública ainda é a de vapor de sódio,

acompanhada do tipo vapor de mercúrio, conforme figura 9. [12]

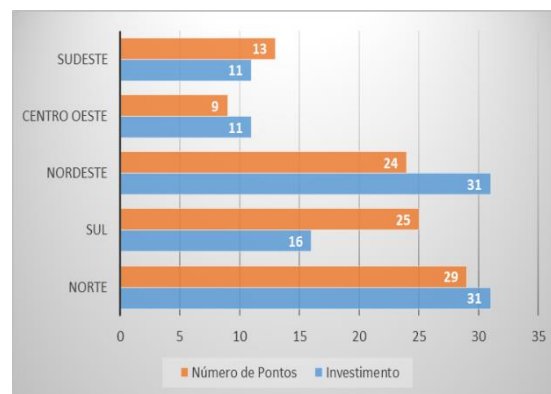


Figura 8 - Valores contratados por Região (%)

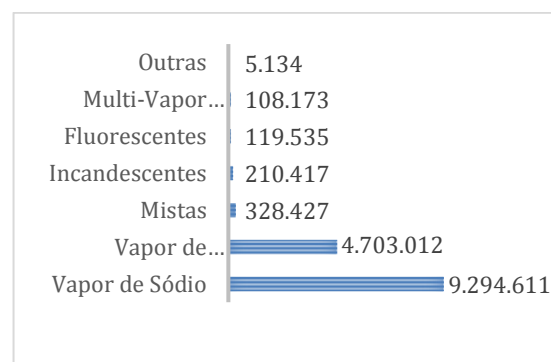


Figura 9 - Tipos de Lâmpadas utilizadas na iluminação pública

Desse modo, ainda há uma grande quantidade de lâmpadas ineficientes na iluminação pública brasileira, conforme a figura 9. Logo, é viável realizar a substituição das luminárias ineficientes com lâmpadas de Vapor de Sódio por luminárias de alto rendimento, das quais se destacam as luminárias LED.

De acordo com a Eletrobras, em um Projeto piloto desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, através do PROCEL Reluz simulou-se a substituição de 56 pontos de iluminação com tecnologia VSAP (lâmpada de vapor de sódio) de 250W, por tecnologia LED de 150W, a economia correspondeu a R\$7.185,83 por ano, conforme tabela 2. [12].

Tabela 2 - Projeto de substituição de VSAP por LED.

Preço Unitário do equipamento	R\$ 1960,00
Preço total	R\$ 109760,00
Custo unitário com M. O. para instalação	R\$ 80,00
Custo total de M. O. para instalação	R\$ 4480,00
Tempo médio de utilização (dia)	12 horas
Tempo médio de utilização (ano)	4380 horas
Potência unitária	150 W
Potência total	8,4 kW
Consumo total (anual)	36792 kWh
Redução do consumo (anual)	30660 kWh
Tarifa média de energia	0,234 R\$/kWh
Economia	7185,83 R\$/ano

Através destes estudos e Projetos Pilotos, percebe-se a necessidade de continuar investindo em pesquisas que demonstrem os reais resultados obtidos através dos programas de Eficiência

Energética existentes no país, incentivando, dessa forma, que mais municípios participem, ampliando a abrangência desses programas no Brasil e servindo de exemplo até mesmo para outros países.

III. DISCUSSÃO

Com a escassez cada vez maior dos recursos naturais utilizados na produção de energia elétrica, se torna indispensável a adoção de políticas públicas e de projetos que visam a utilização eficiente desta, com o objetivo de manter ao máximo a preservação do meio ambiente.

A quantidade de energia elétrica que pode ser economizada por meio destes projetos e o modo com que ela é utilizada reflete diretamente nas fontes de geração de energia.

A busca por projetos de eficiência se tornou crescente com o passar dos anos, com adesão cada vez maior das cidades brasileiras, principalmente em relação à iluminação pública e sinalização semafórica. Números bastante expressivos de energia economizada, conforme visto, embasam este fato, principalmente nas regiões Sul e Nordeste.

De acordo com a Figura 7, 1.101 municípios se inscreveram na chamada pública do PROCEL Reluz em 2017, correspondente à aproximadamente 19,77% dos municípios brasileiros, mostrando que as cidades brasileiras vêm cada vez mais demonstrando interesse em eficiência energética. No entanto, ainda há uma grande quantidade de lâmpadas ineficientes sendo utilizadas no sistema de iluminação pública nas cidades brasileiras, conforme a figura 9.

As políticas de incentivo, campanhas de educação realizadas por programas como o PROCEL e o investimento das empresas consumidoras e fabricantes em produtos com maior eficiência constituem um importante caminho para um futuro onde o consumo de energia elétrica se torne mais eficiente.

Com investimento inicialmente alto, porém em maior parte financiado pela Eletrobras (70%), o retorno, se tratando de iluminação pública e sinalização semafórica, é de certa forma satisfatório, como visto na cidade de Anápolis, onde com apenas 60% dos pontos de iluminação trocados já representava uma diferença de menos 40% no valor da conta de energia elétrica ao fim do mês.

Desde a sua criação em 2000, o Procel Reluz já proporcionou a substituição de mais de 2,7 milhões de pontos de iluminação pública em todo o país, beneficiando e melhorando a qualidade de vida da população.

Mesmo com tanto desenvolvimento em projetos de eficiência energética na área da iluminação pública e sinalização semafórica, o Brasil ainda tem um longo caminho a ser percorrido, visto que existem regiões com alto grau populacional que ainda não aderiram ao programa de eficiência energética, como observado na figura 10, que traz a quantidade de municípios inscritos por faixa populacional.

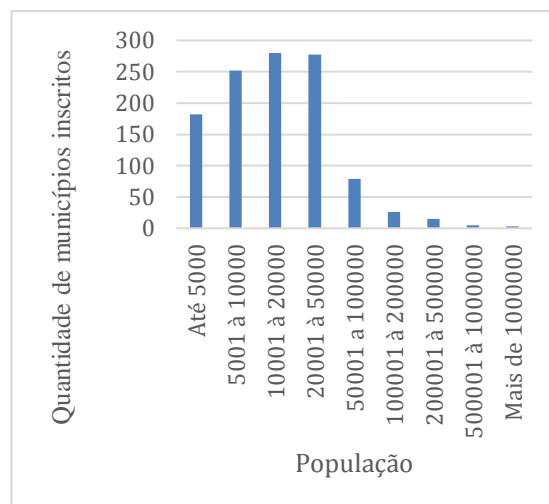


Figura 10 - Estratificação dos municípios inscritos na chamada Pública do Procel Reluz 2017 por faixa populacional

O emprego das luminárias LED em sistemas de iluminação pública e sinalização semafórica garante uma maior eficiência nos seus respectivos funcionamentos, proporcionando maior qualidade de vida e segurança à população, além de permitir melhor visibilidade aos motoristas e pedestres ao trafegarem pela cidade.

Desta forma, reafirma-se a importância do uso da tecnologia LED na sinalização semafórica, tendo em vista que os semáforos dependem essencialmente de uma fonte de energia elétrica e de uma fonte luminosa para seu funcionamento, e se tratando de semáforos tradicionais, que utilizam lâmpadas incandescentes com filamento de tungstênio, além da baixa eficiência, a queima é muito frequente, podendo ocasionar um aumento nos incidentes de trânsito e constantes manutenções [13].

Com isso, nos módulos semafóricos baseados na tecnologia LED utilizam-se placas de circuito impresso nas quais são fixados vários LEDs, dessa maneira, o sistema torna-se mais seguro e confiável, pois no caso da queima de um LED, apenas este é comprometido, todos os outros continuam funcionando [14].

Além do emprego de LEDs na sinalização semafórica, outra tecnologia que contribui para a diminuição do consumo de energia é a utilização de um sistema fotovoltaico conectado à rede, para geração de energia própria e alimentação dos semáforos, como foi feito num estudo para a cidade de Pato Branco – Paraná, no qual analisou-se a viabilidade técnico-econômica para esta aplicação [14].

IV. CONCLUSÃO

O programa PROCEL Reluz tem se mostrado bastante eficiente, em face aos significativos resultados que apresenta ao longo dos anos. Isso demonstra que essas políticas de incentivos tem um papel fundamental no desenvolvimento mais sustentável de um país.

Saber gerir e utilizar seus recursos naturais e próprios com eficiência torna um país mais auto suficiente, além de prolongar seus recursos a fim de utilizá-los a longo prazo, pensando no futuro das novas gerações.

As constantes pesquisas voltadas para o uso eficiente de energia elétrica são primordiais para o Brasil continuar trilhando o caminho certo.

Em face a isso, observa-se ao comparar o ano de 2012 com 2017, que em 2012 apenas as regiões Norte e Nordeste se destacavam com investimentos e inscrições no PROCEL Reluz, em 2017 o cenário já se modificou, havendo destaque também para a região Sudeste.

Descobertas de novas tecnologias voltadas para a iluminação, o crescente uso das lâmpadas LED, o amplo acesso da população a energia elétrica e a uma iluminação pública de qualidade, faz com que desigualdades existentes no país sejam minimizadas, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos de um modo geral.

V. REFERÊNCIAS

- [1] **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026)**. Nota técnica DEA 001/2017. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2017. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes>
- [2] **Edital de Chamada Pública - 01/2017**. Projetos de Iluminação Pública - LED. PROCEL Reluz. Eletrobras, 2017. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/Chamada Publica Procel Reluz/Edital Chamada Publica Procel Reluz 2017.pdf>
- [3] ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Acessado em 15/07/2019. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf
- [4] ELETROBRAS. **Procel Reluz: Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/resultadosproce/2014/procel-reluz.pdf>
- [5] **Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMID6C524BD8642240ECAD7DEF8CD7A8C0D9PTBRIE.htm> >
- [6] Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – **PROCEL, 2016**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/053/documento/plano_de_aplicacao_de_recursos_do_procel_final_gcce_v1.pdf
- [7] MME. **Energia no Mundo (2017)**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/14+-+Energia+no+Mundo+-+Matrizes+e+Indicadores+2017+-+anos+ref.+2015+-+16+%28PDF%29/60755215-705a-4e76-94ee-b27def639806;jsessionid=23A29A5505323A1DD0ED0E7D02E956E2.srv155>
- [8] Folder ilustrativo. **Resultados PROCEL 2019, ano base 2018**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/folder_procel_2019_v9_FINAL-27%20de%20junho.pdf
- [9] **Programas de Governo, PROCEL**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx>
- [10] SECOM. **Prefeitura de Anápolis**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/multimedia/noticias/ver/prefeitura-conclui-mais-de-60-do-projeto-reluz-em-anaipolis>
- [11] ELETROBRAS. **Resultados Procel 2018**. Acessado em: 15/07/2019. Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/resultadosproce/2018/docs/Procel_rel_2018_web.pdf
- [12] SIQUEIRA, M.C. **Procel Reluz – Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes**. SEMIPE – Seminário de Iluminação Pública Eficiente. Juiz de Fora, 2012.
- [13] PINTO, Ana Mafalda. **Modelo de financiamento para a eficiência energética dos semáforos no município de Lisboa**. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2012.
- [14] BENEDITO, Luis Felipe. **Análise da eficiência energética na sinalização semafórica de Pato Branco utilizando sistemas LED e geração fotovoltaica**. Pato Branco: UFTPR, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.