

A análise do potencial de conservação de energia com foco nas emissões de CO₂: um caso de sucesso no Tribunal de Justiça de Pernambuco, Brasil

Marcos Antonio Almeida da Silva¹, Luiz Filipe Alves Cordeiro², Daniele de Castro Pessoa de Melo³ e Ronaldo Ribeiro Barbosa de Aquino⁴

¹Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental. Avenida Prof. Luís Freire, 700. Cidade Universitária. Recife-PE, Brasil (CEP 50740-540). *E-mail: marcosantonioalmeida@hotmail.com.

²Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). Av. Prof. Luís Freire, 700. Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil (CEP 50740-540).

³Universidade de Pernambuco. Av. Gov. Agamenon Magalhães, S/No. Santo Amaro. Recife-PE, Brasil (CEP 50100-010).

⁴Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica e Sistemas de Potência. Av. Acadêmico Hélio Ramos S/Nº. Cidade Universitária. Recife-PE, Brasil (CEP 50740-530).

Resumo. A crise atual do setor elétrico no Brasil proveniente de medidas não responsáveis e protecionistas dos governantes, aliadas às condições climáticas desfavoráveis, possibilitaram riscos as empresas, gerando distorções na economia e afetando os bolsos dos consumidores. Este trabalho aborda tal questão com o objetivo geral de identificar as oportunidades de aumento de eficiência energética (EE) em uma edificação do Tribunal de Justiça de Pernambuco (Fórum Desembargador Rodolfo Aureliano), Brasil, através de um mapeamento de perdas energéticas nas iluminações, apontando as potencialidades de melhorias, aplicando uma redução nos custos-benefícios no processo de implantação de novas luminárias. O estudo de caso foi desenvolvido por meio de uma pesquisa aplicada com abordagem quanti-qualitativa, utilizando como instrumentos ferramentas para medição de parâmetros elétricos, análise documental, entrevista estruturada e observação direta. Os resultados do estudo indicam que o sistema de iluminação na edificação traz um benefício de mais de quinhentos mil reais por ano, apresenta possibilidade para diminuir o consumo de energia elétrica e redução considerável de mais de cento e cinquenta mil quilos de dióxido de carbono por ano.

Palavras-chave: Dióxido de carbono; Eficiência energética; Setor público.

Abstract. *Analysis of the energy conservation potential with a focus on CO₂ emissions: A success case in the Pernambuco*

Recebido
03/07/2020

Aceito
03/11/2020

Disponível *on line*
05/11/2020

Publicado
31/12/2020



Acesso aberto



ORCID

0000-0003-4870-8254
Marcos Antonio
Almeida da Silva

Court of Justice, Brazil. The current crisis of the electric sector in Brazil proceeding from irresponsible measures and protectionist of the governing, allied the favorable climatic conditions, make possible risks the companies, generating distortions in the economy and affecting the pockets of the consumers. This study approaches such question with the general objective to identify to the chances of increase of energy efficiency (EE) in a construction of the Court of Justice of Pernambuco (Forum Desembargador Rodolfo Aureliano), Brazil, through a mapping of energy losses in the illuminations, pointing the potentialities of improvements, applying a reduction in the cost-benefits in the process of implantation of new lights. The case study developed by means of a research applied with quantitative and qualitative boarding, using as instruments tools for measurement of electric parameters, documentary analysis, structuralized interview and direct comment. The results of the study indicate that the lighting system in the building brings a benefit of more than five hundred thousand reais per year, presents a possibility to reduce the consumption of electricity and a considerable reduction of more than one hundred and fifty thousand kilograms of carbon dioxide per year.

Keywords: CO₂ emissions; Energy efficiency; Public sector.

0000-0001-8146-9465
Luiz Filipe Alves
Cordeiro

0000-0003-4058-092X
Daniele de Castro
Pessoa de Melo

0000-0003-4835-7378
Ronaldo Ribeiro
Barbosa de Aquino

Introdução

O Brasil não tem dado a real importância econômica e ambiental para a questão da eficiência energética. O mais preocupante é que, mesmo com a crise desencadeada pelo risco de escassez de energia no país e a elevação dos preços das tarifas, não se tem investido em programas com resultados expressivos na área de conservação de energia. Em 2001, por exemplo, o país enfrentou um déficit entre geração e consumo de energia elétrica, tendo resultado no maior racionamento de energia elétrica da história. Os efeitos do racionamento não ficaram restritos somente ao consumo, mas acabaram influenciando na economia, na política e no país, de maneira geral, direta ou indiretamente. O impacto do racionamento no consumo de energia ocorreu de forma distinta entre as regiões do país e as atividades desenvolvidas em cada setor.

De acordo com o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), é necessário que a energia disponível seja utilizada de forma racional e sustentável. O desperdício de energia implica na degradação de recursos naturais e a inviabilização de outras possíveis atividades necessárias ao desenvolvimento do país. É preciso que haja uma colaboração com o uso racional de energia tanto do Estado (através de ações induzidas) quanto do mercado (através de ações autônomas).

A questão da eficiência energética apresenta um enorme potencial a ser explorado e estudado em diferentes atividades. A sua implementação é considerada a forma mais rápida, barata e mais promissora para a redução global das emissões de CO₂, buscando sempre propostas que proporcionem segurança energética, econômica e ambiental através de fatores econômicos e do avanço tecnológico.

Torna-se interessante buscar soluções para que as unidades consumidoras de energia produzam sua própria demanda de forma mais eficiente e com menores perdas. Portanto, as técnicas que possibilitam melhorias na utilização e também na eficiência da

energia elétrica devem ser analisadas e implantadas de acordo com sua viabilidade (Alves, 2018).

Fundamentação teórica

A iluminação é um elemento relevante para um bom desempenho e uma ótima produtividade no ambiente de trabalho. Em um local com boa iluminação há menos fadiga, menor incidência de erros, redução de problemas relacionados à visão, conforto visual, melhor execução visual das atividades e realce das cores e texturas devido à reprodução com fidelidade.

A iluminação é responsável por, aproximadamente, 24% do consumo de energia elétrica no setor residencial, 44% no setor comercial e serviços públicos e 1% no setor industrial. Em relação aos serviços públicos, aproximadamente dois terços são utilizados para iluminação de ruas. Pode-se, então, dizer que a iluminação pública é responsável por cerca de 3,3% de toda a eletricidade consumida no Brasil (Marques et al., 2016).

Na maioria das edificações existentes, sejam prédios públicos ou privados, o sistema de iluminação encontra-se fora dos padrões técnicos vigentes e apresenta características que influenciam negativamente o uso eficiente da energia elétrica, são elas: falta de aproveitamento da iluminação natural, iluminação longe dos níveis normatizados, uso de equipamentos de baixa eficiência luminosa, ausência de manutenção e hábitos de uso inadequados.

Durante a execução do projeto de iluminação, deve-se definir o nível de iluminância no local, de acordo com a utilização do ambiente, seguindo as normas técnicas brasileiras. O tipo de trabalho realizado no ambiente e a sua duração influenciam no nível de iluminação exigido. É necessário obter uma distribuição razoável e uniforme das iluminâncias nos planos iluminados, buscando-se a correta reprodução das cores dos objetos e a dos ambientes iluminados. Ademais, é importante a escolha dos aparelhos de iluminação e do tipo de lâmpada a ser empregada que contemplem as condições descritas anteriormente de maneira econômica, eficiente e que não se degradem sensivelmente com o tempo.

A iluminação faz parte de um projeto global e deve harmonizar-se com o meio em que está inserido. Em muitos casos, a iluminação caracteriza especificamente um ambiente. Durante o seu projeto, além da avaliação financeira de execução, devem ser levados em consideração os aspectos qualitativos, de modo a criar uma iluminação que responda a todos os requisitos que o usuário exige do espaço iluminado.

O trabalho de revitalizar um sistema de iluminação deve ser iniciado com um levantamento criterioso da situação atual, abordando as características do ambiente, forma e horário de funcionamento, nível de iluminamento nos planos de trabalho, faixa etária das pessoas que trabalham no local, componentes do sistema e da instalação elétrica e a tarifa de energia.

Todas as propostas que envolvem a revitalização do projeto devem ser analisadas sob ótica da relação custo-benefício. A melhoria da eficiência acontece paralelamente com investimentos coerentes com a realidade do cliente. É preciso que haja um equilíbrio entre as alternativas disponíveis de conservação de energia e o valor disponível a ser investido.

Tarifação de energia elétrica

O sistema tarifário de energia elétrica é um conjunto de normas e regulamentos que tem por finalidade estabelecer o valor monetário da eletricidade para as diferentes classes e subclasses de unidades consumidoras. O órgão regulamentador do sistema tarifário vigente é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017), autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME).

As faturas de energia elétrica apresentam o valor total que deve ser pago referente à prestação de serviços públicos de energia, em um determinado período especificado,

discriminando as parcelas correspondentes. A não implementação de medidas de eficiência e otimização energética por parte dos consumidores está diretamente relacionada com os elevados custos de investimento envolvidos, quando comparados com os prováveis decréscimos nas faturas de energia elétrica.

A compreensão da estrutura tarifária e de como são calculados os valores mostrados nas contas de energia é um parâmetro importante para determinar como será abordado os projetos que abrangem a conservação de energia. Uma análise histórica, com no mínimo 12 meses, apresenta um quadro rico de informações e torna-se a base de comparação para futuras mudanças, visando a mensurar potenciais de economia. Nesse sentido, o estudo e o acompanhamento das contas de energia elétrica tornam-se ferramentas importantes para a execução de um gerenciamento energético em instalações (Marques et al., 2016).

Metodologia

O Prédio denominado de Fórum Rodolfo Aureliano é o prédio que abriga o maior número de varas hoje no Tribunal de Justiça de Pernambuco, o prédio tem 43 mil metros quadrados, distribuídos em seis pavimentos, sendo um térreo - com área de estacionamento para os magistrados e veículos de serviço, e outros cinco andares para as mais de 100 Varas. O Fórum dispõe, ainda, de dois salões do júri, banco, Correios, biblioteca, oito elevadores, acesso para deficientes, auditório, restaurante/lanchonete e estacionamento para 600 veículos na área externa (Figura 1).

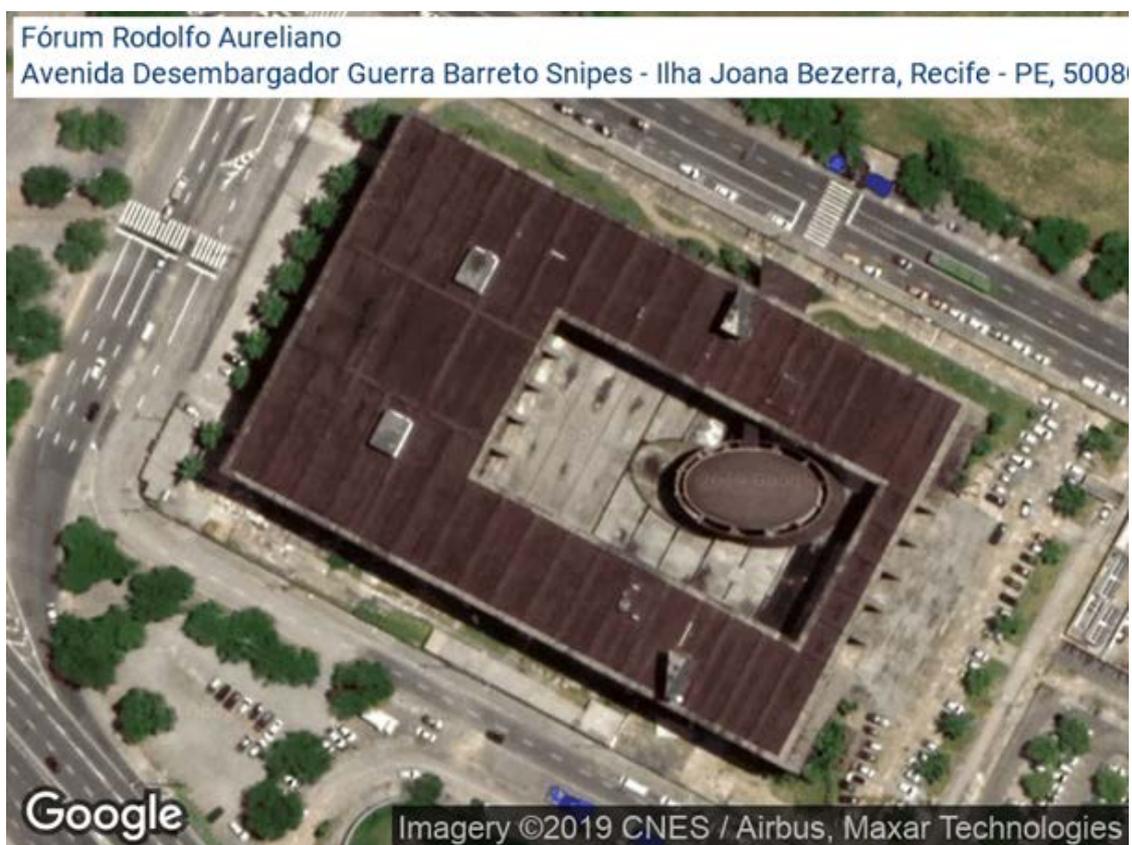


Figura 1. Fórum Rodolfo Aureliano. Fonte: Google Maps (2020).

Levantamento da carga instalada

Foi realizado um levantamento da carga instalada (iluminação) do prédio Rodolfo Aureliano, através do somatório das potências de todos os pontos de consumos das luminárias na edificação. Os dados coletados são apresentados nos tópicos a seguir.

Levantamento da carga instalada de iluminação

As ações de eficiência energética nas dependências da unidade do Tribunal de Justiça de Pernambuco visam a melhorias no sistema de iluminação propondo a inserção de tecnologia LED aonde atualmente são utilizadas lâmpadas fluorescentes.

A inserção da tecnologia LED vem com o intuito de eliminar o uso de reatores sejam eles eletrônicos ou eletromagnéticos, visto que as lâmpadas LED possuem driver integrado não havendo a necessidade do uso de acionadores externos para o seu funcionamento.

Além da eliminação dos reatores, esta ação vem com o benefício da diminuição do custo operacional de manutenção e troca dos sistemas existentes, visto que as lâmpadas LED possuem uma vida útil superior à das lâmpadas compactas.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 a seguir são apresentados os valores totais do Sistema Atual e Resultados Esperados do ponto de vista energético.

Tabela 1. Resultados 1. Iluminação. Sistema atual.

Tipo de equipamento/Tecnologia					Total
1	Lâmpadas	Potência	W	Pla(i)	366128
		Quantidade	-	qla(i)	10260
2	Reatores	Potência	W	Pra(i)	112767
		Quantidade	-	qra(i)	5130
3	Potência Instalada	-	kW	Pa(i)	377
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	-	h/dia	-	14
4	Dias de utilização do sistema, em um ano	-	dia/ano	-	264
5	Funcionamento	-	h/ano	ha(i)	3696
6	Meses no ano de utilização do Sistema no horário de Ponta	-	meses	NM	12
7	Dias úteis ao mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta	-	dias	ND	22
8	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta	-	horas	NUP	3
9	Potência média na Ponta	-	Kw	Da(i)	377
10	Fator de coincidência na Ponta	-	-	FCPa(i)	0,21
11	Energia consumida	-	MWh/ano	Ea (i)	1353
12	Demanda média na Ponta	-	Kw	Da (i)	377
13	Lâmpadas	Potência	W	PIP(i)	205200
		Quantidade	-	qlp(i)	5130
14	Reatores	Potência	W	Prp(i)	0
		Quantidade	-	qrp(i)	0
15	Potência Instalada	-	kW	Pp(i)	205

Tabela 1. Continuação.

Tipo de equipamento/Tecnologia					Total
16	Tempo de utilização do sistema, em um dia	-	h/dia	-	14
17	Dias de utilização do sistema, em um ano	-	dia/ano	-	264
18	Funcionamento	-	h/ano	hp(i)	3696
19	Meses no ano de utilização do Sistema no horário de Ponta	-	meses	NM	12
20	Dias úteis ao mês, de utilização do Sistema no horário de Ponta	-	dias	ND	22
21	Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de Ponta	-	horas	NUP	3
22	Potência média na Ponta	-	kW	Dp(i)	205
23	Fator de coincidência na Ponta	-	-	FCPp(i)	0,21
24	Energia consumida	-	MWh/ano	Ep(i)	758
25	Demanda média na Ponta	-	Kw	Dp(i)	205
Resultados Esperados					TOTAL
26	Redução de demanda na Ponta	-	kW	RDP(i)	172
27	Custo evitado de demanda (CED) = 2490,5%	249,5	%	RDP(i)%	45,62%
28	Energia economizada	-	MWh/ano	EE(i)	595
29	Custo de energia evitada (CEE)- 33732%	33732	%	EE(i)%	44%

Resultados econômicos

A implementação da troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED possibilita uma economia de R\$ 500.000,00/ano. Ressalta-se que não foi levado em consideração a economia com manutenção, visto que as lâmpadas fluorescentes exigia manutenção frequentes devido aos reatores.

Resultados ambientais

A implementação da troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED possibilitou a mitigação gases de efeito estufa (GEE), mais especificamente de mil toneladas de dióxido de carbono o que equivale a plantação de 500 árvores. Ressalta-se ainda que as lâmpadas ineficientes serão descartadas utilizando todos os padrões ambientais.

Resultados sociais

O projeto é visto como de grande relevância social, visto que a iluminação obtida pela iluminação externa possibilita a iluminação de toda a área do entorno, contribuindo diretamente com as Prefeituras das cidades para melhoria da qualidade de vida, especialmente à noite da população.

Considerações finais

Os estudos sobre a questão da eficiência energética vêm ocupando a pauta de diferentes estudos em diversos campos distintos, como apareceu nas pesquisas de Bardelin (2014), Braga (2017), Cordeiro (2008; 2015), Fernandes (2009), Konigami (2011), Pessoa e Ghisi (2015), Soares (2017) e Souza (2010). A preocupação deste trabalho não foi avaliar os estudos anteriores ou estabelecer sistemas de comparação em torno dos resultados e das problemáticas discutidas nestas pesquisas acima citadas.

Outrossim, averiguar, a partir de um estudo de caso bem específico, a saber, a situação do prédio do Fórum Desembargador Rodolfo Aureliano.

Os resultados obtidos na substituição das luminárias no Fórum Rodolfo Aureliano, lâmpadas fluorescente por lâmpadas Light Emitting Diode (LED), mostraram-se eficientes, uma vez que trouxe um benefício de mais de quinhentos mil reais anual, além de uma redução considerável de mais de cento e cinquenta mil quilos de dióxido de carbono por ano.

É importante ainda frisar que não foram considerados, para efeito de cálculo de economia de energia, os custos referentes a manutenção das lâmpadas fluorescentes e seus reatores, bem como, também não foram considerados a redução no consumo de energia no sistema de refrigeração devida a redução da carga térmica dissipada pelas luminárias led em comparação as fluorescentes. Mesmo assim, é possível supor, que em ambos os casos, haveria impacto positivo na redução de consumo e ampliação da eficácia energética. Aspectos estes que podem sugerir novos estudos para atestar esta eficácia como um todo.

Desta forma, fica evidente a viabilidade desse projeto e se vislumbra a plena execução dele, contribuindo assim com uma justiça mais sustentável.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

Alves, J. E. D. A demanda de energia e o crescimento das fontes renováveis até 2035. *Eco Debate*, 2017. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2017/02/24/demanda-de-energia-e-o-crescimento-das-fontes-renovaveis-ate-2035-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em: 23 maio 2020.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Boletim de Informações Gerenciais. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/pt/informacoes-gerenciais>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

Bardelin, C. E. A. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. (Tese de Doutorado).

Braga, L. C. **Estudo de aspectos de eficiência energética de edificações com uma abordagem de automação predial**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. (Dissertação de mestrado).

Cordeiro, L. F. A. **Eficiência energética no controle inteligente de sistemas de bombeamento**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. (Dissertação de mestrado).

Cordeiro, L. F. A. **Planejamento do setor elétrico brasileiro com foco nas emissões de CO₂**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2015. (Tese de doutorado).

Fernandes, J. T. **Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. (Dissertação de mestrado).

Google Maps. Forum Rodolfo Aureliano. Disponível em: <https://www.google.com/maps?q=forum+rodolfo+aureliano&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=2ahUKEwiBtu-CxNPnAhXxAtQKHYPWAnIQ_AUoAXoECBMQAaw>. Acesso em: 13 jun. 2020.

Konigami, T. R. M. T. **Eficiência energética em edificações comerciais, de serviços e públicas**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2011. (Dissertação de mestrado).

Marques, M. C. S.; Haddad, J.; Martins, A. R. S. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. 3. ed. Itajubá: Eletrobrás/PROCEL, Universidade Federal de Itajubá, 2016.

Pessoa, J. L. N.; Ghisi, E. **Estado da arte em eficiência energética: sistemas de condicionamento de ar**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

Soares, R. M. M. **Projeto de eficiência energética de uma base de operação de uma distribuidora de combustíveis**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. (TCC de graduação).

Souza, E. P. **Economia de energia em ar condicionado no Brasil: eficiência e economicidade**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2010. (Dissertação de mestrado).



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.