

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

O USO INTELIGENTE DA TECNOLOGIA POR MEIO DA RACIONALIZAÇÃO ENERGÉTICA E DA UTILIZAÇÃO DE LÂMPADAS DE LED EM AMBIENTES ESCOLARES

DANIEL A. MOURA¹, GIOVANNA F. PÓLVORA², LUDNYLLA B. SANTOS³

¹Doutor em energia, Professor Orientador, IFSP, Câmpus São Paulo, dmoura@ifsp.edu.br.

²Graduanda em Engenharia Eletrônica, Iniciação Científica Voluntária, IFSP, Câmpus São Paulo, giovanna.polvora@aluno.ifsp.edu.br.

³Graduanda em Engenharia Eletrônica, Iniciação Científica Voluntária, IFSP, Câmpus São Paulo, ludnylla.santos@aluno.ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.04.02-9 Transmissão da Energia Elétrica, Distribuição da Energia Elétrica

RESUMO: Em uma instituição escolar, a iluminação é uma das maiores responsáveis pelo consumo elétrico, inclusive pelo desperdício causado pelo uso inadequado. Dessa forma, existem inúmeras maneiras de minimizar esse problema, como utilizar a energia de maneira racional, promovendo assim a troca de equipamentos menos eficientes por outros e utilizando-os de maneira inteligente. Tendo isto em vista, o presente trabalho tem como objetivo o estudo sobre a economia de energia que será gerada pela troca, realizada pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP) recentemente, de lâmpadas fluorescentes por outras de LED. Somado a isto, uma análise sobre a automatização do acendimento e apagamento de lâmpadas de sala de aula a partir do uso do sensor LDR e placa microcontroladora é levantada. Para isso, analisou-se algumas salas de aula do campus São Paulo e percebeu-se que a troca gerou uma economia de mais de 44%. Ademais, após a análise com o sensor LDR e placa microcontroladora, percebeu-se que a iluminação da sala avaliada não ocorre de maneira igual e será necessário aprofundar o estudo para possibilitar a automatização de cada lâmpada de forma individualizada.

PALAVRAS-CHAVE: Iluminação; LED; Lâmpada Fluorescente; LDR; Economia de Energia;

THE INTELLIGENT USE OF TECHNOLOGY THROUGH ENERGY RATIONALIZATION AND THE USE OF LED LAMPS IN SCHOOL ENVIRONMENTS

ABSTRACT: In a school institution, lighting is one of the biggest contributors to electricity consumption, including the waste caused by improper use. There are numerous ways of minimizing this problem, such as using energy rationally, swapping less efficient equipment for others and using them intelligently. With this in mind, the present work aims to study the energy savings that will be generated by the exchange, carried out by the Federal Institute of São Paulo (IFSP) recently, of fluorescent lamps for other LED ones. In addition, an analysis on the automation of the lighting and turning off of classroom lamps from the use of the LDR and microcontroller board sensor is raised. For this, a number of classrooms on the São Paulo campus were analyzed and it was found that the change generated savings of more than 44% and after the analysis with the LDR sensor and microcontroller board, it was found that the lighting in the room evaluated does not occur in the same way and it will be necessary to deepen the study to make it possible to automate each lamp individually.

KEYWORDS: Lighting; LED; Fluorescent lamp; LDR; Energy Saving;

INTRODUÇÃO

Estudos mostram que o aproveitamento da luz natural pode proporcionar uma significativa economia de energia elétrica gasta em iluminação e satisfazer os pontos de necessidade do usuário (Souza, M. B, 2003). A energia solar é benéfica por ser uma fonte renovável, quando evidenciada nos primeiros momentos de projetos construtivos, residenciais e comerciais pode proporcionar bem-estar e economia, pela diminuição da utilização da iluminação artificial nos períodos diurnos. A luz artificial provém do uso de lâmpadas que utilizam energia elétrica e a transformam em luz. Em ambientes fechados, como salas, o seu uso será beneficiado de acordo com o posicionamento das lâmpadas e do fluxo de luz que é alcançado pela fonte de iluminação (Bertolotti, 2007).

Em prédios escolares, o consumo de energia elétrica pela iluminação é consideravelmente alto. Em análise orçamentária, ao longo dos meses e dos anos, o valor é evidentemente exagerado, este pode ser diminuído avaliando-se a eficiência do consumo e medidas que podem incluir o uso racional de energia elétrica (Carneiro; Lafay; Beck, 2021).

Depois da pandemia, o IFSP campus São Paulo trocou lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED dentro de diversas salas de aula. Este texto apresenta uma pesquisa com o intuito de avaliar a economia de energia que ocorreu com a troca das lâmpadas existentes por lâmpadas de LED.

Ademais, o estudo também foca na avaliação da disponibilidade de luz solar nas salas do bloco F do IFSP e a possibilidade da luz artificial (luz por energia elétrica) ser controlada eletronicamente para complementar a luz natural (luz solar), através da utilização do LDR, que funciona como um fotoresistor, onde altera a sua resistência com base na luminosidade ao seu redor (Advanced Photonix, 2022).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de desenho técnico I, sala 805, do Bloco F e em 15 salas de aula do Bloco A do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus São Paulo, mediante a autorização e disponibilização das chaves pelo Departamento da Mecânica, responsável pelo bloco F e sem autorização para o bloco A, pois as salas ficam destrancadas. A sala 805 possui disposição de 40 pranchetas individuais, 10 luminárias de sobrepor, cada luminária com 2 lâmpadas LED tubular de 18 watts. As salas do bloco A se dividem em dois tipos, 9 delas com 24 lâmpadas e 6 com 32 lâmpadas, também de 18 watts e tubulares.

A pesquisa foi realizada dentro de uma semana. Ocorreram vistorias nas 15 salas do Bloco A selecionadas, contabilizando a quantidade de lâmpadas existentes e verificando o modelo, marca e datasheet de cada uma delas. A partir dos dados obtidos fez-se o cálculo do consumo energético de todas as lâmpadas em conjunto, visando avaliar a quantidade de energia que as lâmpadas LED consumiram dentro do mês de maio de 2023. O cálculo foi feito utilizando a fórmula a seguir.

$$\text{Consumo (kWh)} = \frac{P \cdot t \cdot d}{1000}$$

em que,

P = Potência da lâmpada, W

t = Tempo que as lâmpadas permaneceram acesas, h

d = quantidade de dias presentes no mês de maio de 2023

Considerou-se como se todas as lâmpadas ficassem ligadas o tempo todo durante os horários em que o campus funciona.

Após a verificação das luzes atuais, houve uma pesquisa sobre as possíveis lâmpadas fluorescentes que poderiam ser as anteriormente utilizadas nas salas de aula, buscando um modelo compatível com a potência das atuais. Em seguida o cálculo de consumo foi feito para este modelo de iluminação. Depois dos cálculos de consumo, comparou-se o valor obtido a partir das lâmpadas de tecnologia fluorescente com as de tecnologia LED.

Na sala 805, verificou-se a intensidade luminosa por meio de 5 luxímetros nos dias 05 e 12 de junho, durante o intervalo das 10 às 11 horas da manhã, a cada 5 minutos, em 5 pontos diferentes da sala, simultaneamente. Estes pontos foram escolhidos levando-se em consideração a simetria bilateral

aplicada na sala, a fim de obter a variação da intensidade luminosa por 1 hora para obter uma margem de variação ao decorrer do tempo.

Para a obtenção de dados, montou-se um protótipo de um circuito com LDR, resistores, led, Placa microcontroladora Arduino e um display para a visualização dos valores obtidos pelo LDR. No circuito, o LED é uma forma representativa das lâmpadas da sala.

A ideia inicial era utilizar o protótipo como dispositivo que apagaria ou acenderia todas as lâmpadas de uma só vez, mas após a obtenção dos dados percebeu-se a necessidade de aprofundamento do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foi realizada contabilizando a quantidade de lâmpadas existentes em algumas salas de aula do bloco A. Dentre as 15 salas analisadas, contabilizou-se 408 lâmpadas de LED no total, todas da marca Philips, com potência igual a 18 watts e tamanho igual a 1200 mm. Tomando como base o mês de maio de 2023, calculou-se o consumo de energia de todas as lâmpadas de LED juntas e o resultado foi de aproximadamente 3033,072 kWh.

A lâmpada de LED de 18 watts substitui a fluorescente de 32 até 36 watts, portanto foram escolhidos dois modelos com potências diferentes para fazer a comparação.

Como primeiro modelo de fluorescente, a marca Philips foi escolhida com a lâmpada possuindo 36 watts de potência e 1213,6 mm. Desse modo, baseando-se no mês de maio, o cálculo do consumo de energia foi de 6066,144 kWh, assim como mostra a tabela 1. Nesta situação, a troca pela tecnologia LED gerou economia de metade da energia que era gasta com iluminação anteriormente.

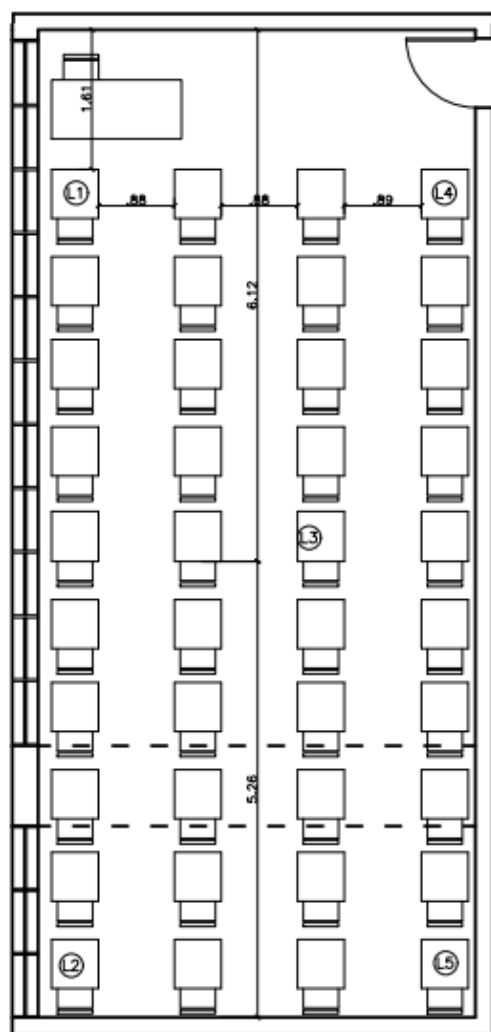
TABELA 1. Resultado do consumo de energia no mês de maio de 2023

Tipo da lâmpada	kWh
LED	3033,072
Fluorescente 32 watts	5392,128
Fluorescente 36 watts	6066,144

O segundo modelo fluorescente escolhido foi com 32 watts de potência e 1213,6 mm de comprimento, também da marca Philips. Neste caso, o cálculo do mês de maio resultou em 5392,128 kWh. Nesta situação, a troca pela tecnologia LED gerou economia de aproximadamente 44,75% da energia que era gasta antes com as lâmpadas fluorescentes que eram utilizadas.

Por meio dos resultados obtidos, nota-se que independente da lâmpada fluorescente que era utilizada anteriormente, a economia é maior que 44% da energia elétrica usada na iluminação.

Na sala 805 do Bloco F, verificou-se que a incidência de luz solar na sala observada não tem o mesmo valor em todos os pontos analisados, diferenciando-se e mostrando a não uniformidade da iluminância da sala durante o dia. Devido a isso, em alguns pontos do espaço o valor da intensidade luminosa atendia o mínimo requerido pela ABNT, mas em outros não. O luxímetro localizado no meio da sala obteve maior incidência de luz, seguido dos dois luxímetros colocados próximos às janelas laterais da sala, como mostra a imagem 1.



PLANTA DA SALA F805 COM POSICIONAMENTO DOS LUXÍMETROS
esc 1:75

Figura 1. Planta baixa da sala, indicando o posicionamento dos Luxímetros

Para que a sala atendesse ao padrão mínimo de iluminação exigido pela ABNT de forma mais racional, seria interessante fazer um estudo de quais lâmpadas utilizar e qual deveria ser a potência de cada uma, de acordo com a sua localização na sala, dado que os cursos que mais usam o espaço possuem aula no período diurno (quando há incidência de luz solar).

Além do exposto acima, ficou evidente que evitar o acionamento de todas as lâmpadas ao mesmo tempo não é necessária para que haja intensidade luminosa preconizada pela ABNT. Desta forma, um modo de desligamento ou acionamento total da sala não atenderia as necessidades, já que pelos dados adquiridos, a discrepância de valores aponta a necessidade de um projeto para automatização da iluminação por setores na sala.

Depois da obtenção dos dados com o uso dos luxímetros, montou-se um protótipo com placa microcontroladora e o LDR, como mostrado na Figura 2. Adquiriu-se dados desta análise e verificou-se que, em pontos onde os raios solares chegavam, o circuito com LDR, registrava acima ou o valor definido e apagava o led, já que em base, foi estruturado que a partir de 300 lux (mínimo informado pela NBR 5413 para ambientes escolares) o LDR apagaria o led conectado ao circuito. Foi preciso ajustar o valor lido pelo LDR por meio da equação $\text{Intensidade} = 0,35 \times +15,1$. A tabela mostra a variação de valores de lux obtidos a partir de análises de luminosidade durante 2 dias no período da manhã.

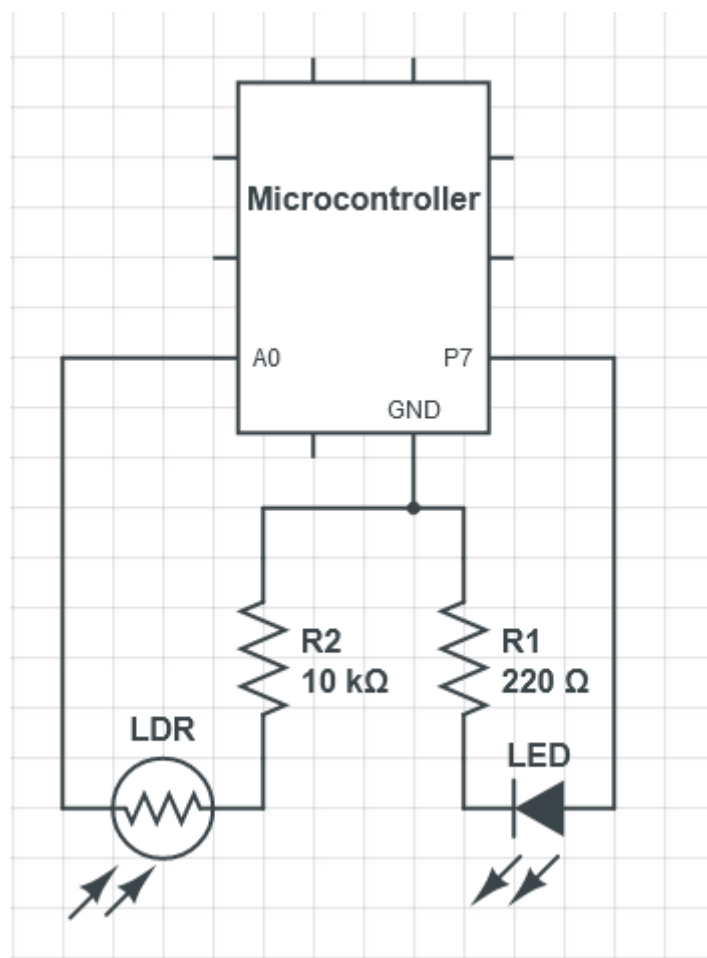


Figura 2. Protótipo montado para registro de lux, paralelo aos luxímetros

TABELA 2. Média dos valores de lux obtidos com uso do luxímetro

LUX OBTIDO POR MEDIÇÃO (lúmen/m ²)					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Dia 1	136,09	41,4	96,27	28,0	31,82
Dia 2	143,92	47,92	90,15	61,0	42,23

A partir dos dados obtidos optou-se por aprofundar o estudo para permitir a criação de um protótipo de apagar e acender luzes, de forma automatizada, por setores. Desta forma, o uso de energia para iluminação da sala será realizada de forma mais racional e eficiente.

CONCLUSÕES

A troca realizada pelo IFSP de lâmpadas fluorescentes pelas de tecnologia LED certamente tornou o uso de eletricidade para iluminação mais eficiente e causou uma diminuição significativa no consumo de energia, de modo que o valor gasto com a conta de luz reduza significativamente. Isto será relevante, dado que atualmente o IFSP passa por cortes em seu orçamento.

No estudo também foi possível notar que uma automatização que vise a acender ou apagar todas as luzes ao mesmo tempo não trará a mesma eficiência de um sistema que lide com as lâmpadas de forma setorizada, dado que a intensidade luminosa em cada ponto da sala possui diferentes valores, como mostra a tabela 2. Os pontos 1 e 3, apresentados na tabela 2, sofreram interferência nos valores obtidos por causa da sua proximidade com as janelas da sala. Os pontos 2 e 5 sofreram interferência de uma estrutura da construção que impede que a luminosidade que passa pelas janelas chegue de forma a iluminar de maneira satisfatória e o ponto 4 que sofreu pelo seu distanciamento das janelas. Nota-se

que o tamanho das janelas, a forma como os elementos construtivos estão dispostos na sala interferiram nos valores da iluminação natural e podem interferir na iluminação artificial, por isso a setorização forma um base a ser aplicada para a melhor utilização da luz artificial como complemento a luz natural .

A partir deste resultado, a pesquisa irá prosseguir e aprofundar, considerando-se a atuação do protótipo desenvolvido com LDR em acionamentos isolados de acordo com os setores a serem definidos futuramente na sala e com a possibilidade do uso de sensores que verifiquem a presença de pessoas na sala e a incidência de luz para o acionamento e desligamento das lâmpadas.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

L.B.S, G.F.P e D.A.M contribuíram com a curadoria e análise dos dados. L.B.S e G.F.P procederam com a metodologia e experimentos. L.B.S, G.F.P e D.A.M atuaram na redação do trabalho.

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao departamento de mecânica do IFSP campus São Paulo.

REFERÊNCIAS

BERTOLOTI, DIMAS. **Iluminação natural em projetos de escolas**: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia. 2007.

150 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARNEIRO, Fernando A; LAFAY, Jean-Marc S; BECK, Klünger Arthur É. **Análise de Eficiência Energética Baseada no Consumo de Energia Elétrica em Escolas Públicas**. Energia, [s. l.], 13 fev. 2021.

SOUZA, Marcos Barros de. **Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica**. 2003. 208 f. 2003. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) –Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.