

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS CURITIBA: ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Grazielli Bueno (*), Danniella Rosa, Rafael Nishimura, Ricardo Luiz Alves

* Instituto Federal do Paraná – Campus Assis Chateaubriand, grazielli.bueno@ifpr.edu.br

RESUMO

Dentre os objetivos da implementação de ações de eficiência energética em edificações destacam-se a redução do consumo de energia elétrica sem o comprometimento da qualidade dos serviços prestados, a manutenção do conforto térmico e a garantia do nível de iluminação adequado para a realização das atividades diárias nos ambientes. As ações de eficiência consistem em diferentes linhas de atuação na edificação, envolvendo, por exemplo, o emprego de soluções tecnológicas específicas, tais como sistemas de automação, a substituição de equipamentos por modelos mais eficientes e, também, mudanças na gestão energética. Apesar da preocupação com o tema, especialmente em tempos de crise energética, no Brasil, quando comparado com nações desenvolvidas, percebe-se que alcançar a eficiência energética, sobretudo no setor público, ainda depende de estudos e conscientização por parte dos gestores e usuários. Com o objetivo de realizar um diagnóstico energético no Campus Curitiba do Instituto Federal do Paraná, realizou-se um estudo baseado nos equipamentos elétricos instalados, levando em consideração a potência de cada dispositivo - equipamentos de laboratório, sistemas de iluminação e condicionamentos de ar -. Assim, foi possível elaborar o mapeamento do consumo de energia elétrica, apresentando oportunidades de melhoria. Entre os resultados obtidos na análise, verificou-se que as lâmpadas fluorescentes predominavam no sistema de iluminação, representando 62% do quantitativo de lâmpadas. Dessa forma, recomendou-se o emprego de lâmpadas LED em substituição às lâmpadas fluorescentes, o que deve proporcionar uma redução de 47% por unidade substituída no consumo de energia elétrica. Além disso, o estudo aponta a adoção de medidas de custo zero, tais como remoção de lâmpadas instaladas em sancas e a redução da quantidade de luminárias de ambientes com iluminância acima do especificado por norma. Quanto ao sistema de condicionamento de ar, além da substituição de equipamentos antigos e ineficientes, estima-se que o ajuste da temperatura de referência dos aparelhos de ar condicionado de 22°C para 24°C propicie uma redução de aproximadamente 7% de consumo de energia elétrica, sem comprometimento do conforto térmico para os usuários. Todavia, a busca por melhoria da eficiência energética, além da implementação das medidas mencionadas, depende ainda da conscientização dos usuários por meio de cartazes e palestras educativas. Em vista disso, observou-se que apresentar informações quanto a redução de custos mensais para a gestão escolar, inicia-se uma elucidação para um novo modo de pensar administrativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente escolar, eficiência energética, energia elétrica, escola pública.

INTRODUÇÃO

As alterações climáticas decorrentes da intervenção do homem na natureza têm se evidenciado cada vez mais na sociedade, enfatizando a necessidade de uma melhor gestão dos recursos naturais e energéticos. Com isso, há uma busca mundial em alcançar a melhoria no consumo de energia, por meio de energias renováveis, estudo de eficiência energética, entre outros.

Quintal et al. (2014), descreve que o crescente aumento no preço de aquisição da energia, faz com que edifícios que estão em funcionamento adotem medidas eficiente do ponto de vista energético. Tal procedimento se torna importante quando se trata de edifícios públicos, principalmente os que tenham relevância social, como ambientes escolares.

Em edifícios escolares, o uso eficiente da energia depende de uma gestão correta das instalações e de uma manutenção qualificada. Além disso, os fatores nos quais deve ser baseado para se obter a eficiência são: a estrutura do edifício, a iluminação, o uso tecnológico, os sistemas de aquecimento e a densidade ocupacional das divisões da escola (EGWUNATUM, et al, 2017).

Contudo, por meio de análises das instalações do ambiente escolar do Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Curitiba, possibilitou-se estabelecer indicadores de Eficiência Energética e realizar um diagnóstico energético, identificando oportunidades de melhoria capazes de promover uma elevação no desempenho energético global da edificação. Dos quais, apresentou-se para os administradores da instituição para análise e futura implementação.

OBJETIVO

Realizar uma análise do uso final da energia elétrica consumida nas dependências do Campus Curitiba do Instituto Federal do Paraná.

Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos destacam-se:

- Realizar o levantamento dos equipamentos elétricos de toda edificação.
- Classificar os equipamentos elétricos em funcionamento na edificação.
- Estimar a quantidade de energia consumida pelos equipamentos elétricos instalados na edificação, incluindo lâmpadas, condicionadores de ar, computadores, impressoras e demais equipamentos eletroeletrônicos.
- Identificar oportunidades e sugerir melhorias visando a redução do consumo energético.
- Avaliar a viabilidade técnica e econômica da implantação das melhorias sugeridas.

METODOLOGIA

O local estudado se dá no IFPR - Campus Curitiba, situado na rua João Negrão, 1285, Rebouças, Curitiba - PR, especificamente as instalações e operações do bloco João Negrão localizado em um terreno com área de 4.482,00 m², identificado em azul na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, cuja área total construída é de 3.287,20 m².



Figura 1: Bloco João Negrão - Campus Curitiba do IFPR. Fonte: Autor do Trabalho.

A metodologia empregada no projeto se define ainda na fase de planejamento, a qual se apresentou como a forma adequada de abordagem para cada uma das etapas a serem desenvolvidas durante o estudo.

Visando apresentar o grupo de trabalho, obter autorização para acesso à subestação, casa de máquinas dos elevadores e demais áreas restritas, realizou-se uma reunião com os membros das equipes administrativa e de manutenção, na qual foram solicitados documentos pertinentes ao diagnóstico energético da edificação, que permitiriam o acesso a mais informações para análise.

De posse das faturas de energia, plantas arquitetônicas, projeto elétrico e demais documentos, iniciou-se a etapa de vistoria operacional, necessária para o levantamento das cargas e estimativa do consumo de energia dos equipamentos. Além da análise do enquadramento tarifário, foram avaliados também diferentes aspectos do consumo de energia da edificação.

Para o sistema de iluminação, foram realizadas medições do índice de iluminamento de cada ambiente (com o aparelho luxímetro) e, de acordo com a atividade a ser desenvolvida em cada local, foi indicada uma proposta de adequação satisfatória ao contexto. O sistema de condicionamento de ar, por sua vez, foi mapeado e analisado de acordo com os dados de placa dos equipamentos e tempo de utilização, sendo avaliado o potencial de redução do consumo, considerando a substituição dos equipamentos por modelos de maior eficiência.

Por fim, os resultados foram compilados em um relatório e apresentados à equipe administrativa do Campus, por meio de explanação oral.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo quanto ao uso correto da energia elétrica, contemplou o levantamento dos equipamentos elétricos instalados na edificação, possibilitando a realização do diagnóstico energético do Campus Curitiba do IFPR. A sistemática de abordagem empregada no estudo revelou diferentes pontos passíveis de melhorias para a redução do consumo de energia elétrica.

A análise tarifária apresentada na Figura 02, foi baseada no histórico de consumo mensal das faturas de energia referentes ao período compreendido entre os anos de 2017 e 2018, indicou que, embora a modalidade horária verde apresente desvantagens nos meses de fevereiro, março e novembro de 2017, a média anual mostra-se vantajosa quando



comparada à tarifa horária azul. Desta forma, o estudo apontou que o contrato de energia estabelecido entre a concessionária e o *campus* à época do estudo estava adequado.

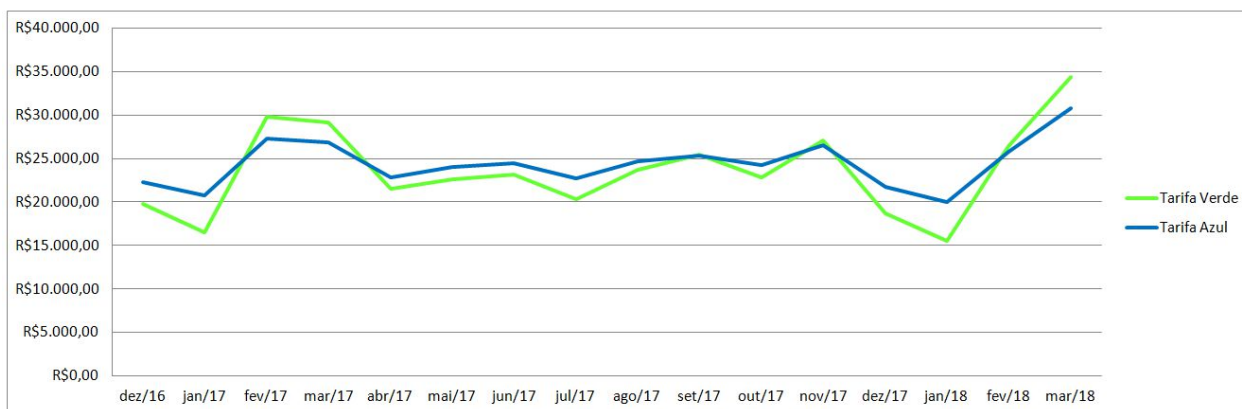


Figura 2: Valores mensais das tarifas para as modalidades Verde e Azul. Fonte: Autor do Trabalho.

Para avaliar o consumo energético da edificação foi realizada a classificação dos equipamentos por uso final. O resultado mostra que os equipamentos responsáveis pela maior parcela de consumo são os equipamentos de informática (39%), as cargas de iluminação (26%) e o sistema de condicionamento de ar (26%). Os demais equipamentos, tais como refrigeração, motores, elevadores, aquecimento, entre outros, quando somados correspondem a 9% do consumo total. Como demonstrado na Figura 03 a seguir.

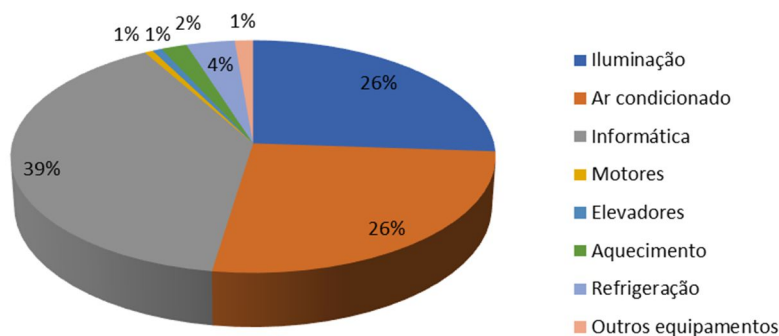


Figura 3: Distribuição do consumo de energia por uso final. Fonte: Autor do Trabalho.

O procedimento empregado para a realização dos estudos da eficiência dos sistemas de iluminação em funcionamento na edificação foi orientado pelas plantas baixas do edifício e, assim, os ambientes foram inventariados. *In loco*, realizou-se o levantamento e registro dos modelos e potências das lâmpadas instaladas nas luminárias. Com isso, foram encontrados basicamente três modelos distintos de lâmpadas, sendo 46% de fluorescentes tubulares de 40W, 16% de fluorescentes tubulares de 32W e 32% de tubulares *Light Emitting Diode* (LED) de 18W, conforme pode ser observado na Figura 04.

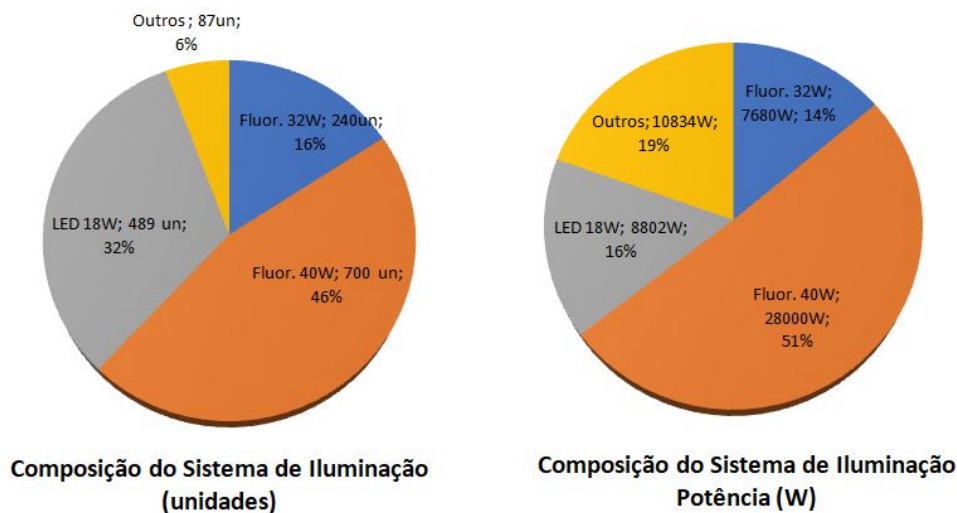


Figura 4: Composição do sistema de Iluminação. Fonte: Autor do Trabalho.

Durante o levantamento das cargas do sistema de iluminação, foram identificados, com a utilização de um luxímetro, ambientes com iluminância acima do especificado por norma (NBR 5413 – Iluminância de Interiores). Nos sanitários feminino (Figura 5) e masculino do segundo pavimento, foram medidos 439 e 690 lux, respectivamente. Considerando o valor de 180 lux recomendado pela norma e literatura, a redução do número de lâmpadas para a metade proporciona iluminação adequada e redução do consumo. Também foram verificados locais, como a sala da Direção de Pesquisa, Extensão e Inovação, com iluminância média de 87 lux, abaixo, portanto, do valor recomendado de 300 lux para ambientes de escritório. Neste caso, sugeriu-se a retirada das lâmpadas fluorescentes das sancas e a instalação de 8 luminárias com aletas refletoras com 2 lâmpadas LED de 18 W cada no teto.



Figura 5: Sanitário feminino do 2º pavimento. Fonte: Autor do Trabalho.

Uma das medidas recomendadas, fazendo com que se reduza o número de luminárias em corredores e sanitários pode se dar com o início de uma política de substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas com tecnologia LED, assim obtendo uma melhoria na quantidade de luz artificial nos ambientes de uso prolongado, como é o caso da biblioteca e das salas de atividades de escritório e de aula.

Ademais, nas quadras esportivas e áreas externas os modelos encontrados de lâmpadas foram as mistas de 250 W e 500 W que possuem uma potência por unidade superior à das lâmpadas tubulares fluorescentes.

Dessa maneira, a sugestão de substituir lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e 40W por lâmpadas tubulares de LED e as lâmpadas mistas para lâmpadas LED. Com isso, possibilitando uma redução no consumo anual de 47% para as lâmpadas tubulares e de 71% para as lâmpadas mistas, mostrada na figura 6.

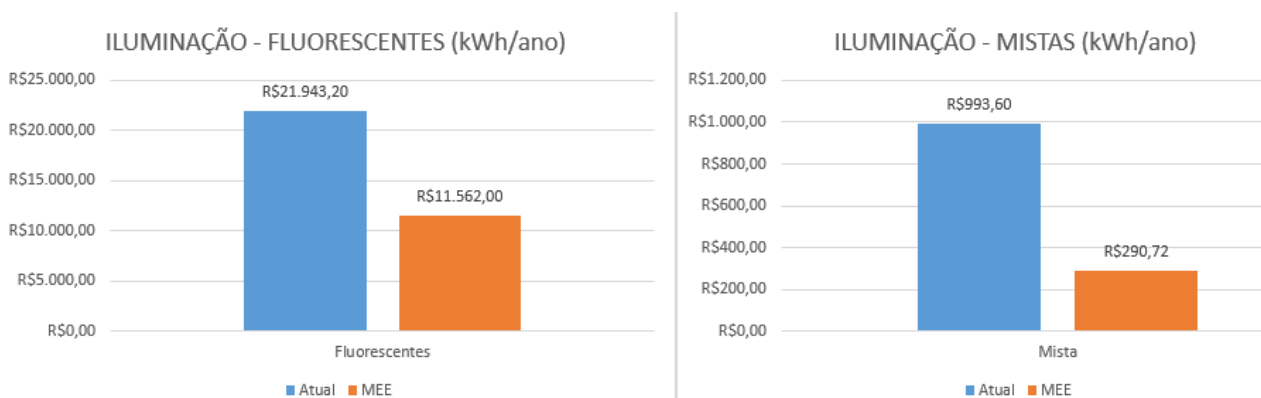


Figura 6: Economia Anual - Iluminação. Fonte: Autor do Trabalho.

Ao tratar sobre os equipamentos de informática, constatou-se que o consumo dos equipamentos do CPD corresponde a 45% do Bloco João Negrão. No qual, os equipamentos de uso intermitente, como é o caso de computadores de salas de aula, laboratórios e ambientes administrativos, além de projetores multimídia e impressoras, representam 34% do consumo de energia dos equipamentos de informática. Já os equipamentos de uso ininterrupto como roteadores, switches e servidores, respondem por 21%.

Ainda, para o CPD observa-se que a substituição dos dois condicionadores de ar por aparelhos equivalentes com classificação energética A proporcionará uma economia anual de R\$ 5.009,83 com consumo de energia **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o que representa uma redução de 19,34%. Considerando um investimento com aquisição e instalação de R\$ 11.200,00, o *payback* estimado será de aproximadamente 27 meses, conforme quadro 1.

Quadro 1. Payback da substituição do sistema de ar condicionado do CPD. Autor do Trabalho.

Medida para melhoria da eficiência energética	Energia consumida na situação atual (kWh/ano)	Energia consumida após a substituição (kWh/ano)	Economia anual com energia (R\$)	Investimento (R\$)	Payback (meses)
Substituição dos aparelhos de ar condicionado de 60.000 BTU/h do CPD por equivalente de selo A	42.116	33.970	5.009,83	11.200,00	26,8

Quanto à climatização de ambientes, sabe-se que o conforto térmico nos imóveis é assunto relevante em uma cidade como Curitiba. Obter temperaturas agradáveis no ambiente de trabalho, por meio de estudos que tenham como objetivo soluções inteligentes e pouco dispendiosas, resultantes da análise de eficiência energética, fundamental para conseguir ambientes frescos durante o verão e aquecidos no inverno.

Desse modo, diversas medidas podem reduzir o consumo de energia e tornar a edificação mais sustentável, viabilizando, desta forma, economia nos gastos com energia elétrica. Um exemplo é a conscientização dos usuários para utilização racional da iluminação e aparelhos condicionadores de ar.

As medidas simples, de custo zero ou baixo custo, que podem ser inicialmente implementadas pelo pessoal interno da instituição são folders, palestras e trabalhos educativos quanto à redução de consumo. Ao tratar sobre a estrutura referente a luminárias, a reorientação em determinados ambientes, a redução nos sanitários e redistribuição nos corredores, faz com que se tenha um espaço eficiente.

O ajuste correto do *setpoint* (temperatura final) dos aparelhos de ar condicionado pode proporcionar conforto térmico e, em determinados casos, também economia de energia elétrica. A cada incremento de 1°C no set point há, em média, uma economia de 3,5% no consumo de energia. A temperatura operativa ótima (valor de maior conforto térmico) encontra-se, para salas de aula e ambientes de escritório, entre 22 e 24,5°C (ISO 7730, 2005). Desta forma, considerando que atualmente os condicionadores de ar se encontram ajustados para uma temperatura de 22°C, simulou-se a economia de energia para temperaturas mais elevadas, apresentado na Quadro 2.

Quadro 2. Economia com o ajuste de *set point*. Autor do Trabalho.

Set point (°C)	Consumo mensal no horário de ponta (kWh)	Consumo mensal no horário fora de ponta (kWh)	Consumo mensal dos condicionadores de ar (R\$)	Economia mensal em relação ao set point de 22°C (R\$)	Economia anual em relação ao set point de 22°C (R\$)
22	1.093,31	7.653,19	5.354,79	-	-
23	1.055,05	7.385,33	5.167,38	187,42	2.249,01
24	1.018,12	7.126,84	4.986,52	368,28	4.419,31

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico energético do IFPR - Campus Curitiba teve início com a realização do levantamento das cargas e estimativa de consumo mensal. Considera um passo essencial para o estudo das condições de utilização de energia da edificação, bem como na identificação de oportunidades de melhoria do desempenho energético.

Com o estudo pode-se separar o consumo de energia elétrica em três áreas, sendo estas a iluminação, equipamentos de informática e sistema de condicionamento de ar, que correspondem a 92,1% da energia total consumida nas instalações.

O sistema de iluminação é composto de 1.516 lâmpadas de diferentes modelos e tecnologias. Deste montante, 46% são lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W, 16% lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e 32% de lâmpadas tubulares de LED de 18W. Ao realizar o estudo da substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, analisou-se a possibilidade de se ter uma redução de 47% no consumo final de energia elétrica, além de utilizar lâmpadas recicláveis.

O sistema de condicionamento de ar representa 26,41% do consumo anual de energia elétrica. E como medida eficiente, a análise realizada aponta que o ajuste do *setpoint* dos aparelhos para a temperatura de 24°C proporciona uma economia anual de R\$ 4.419,81 sem comprometer o conforto térmico dos usuários.

Além disso, ações de baixo custo, outro aspecto importante a ser observado e implementado para promover a eficiência energética da edificação, é a conscientização dos usuários por meio de cartazes e palestras educativas, com incentivo de publicação de trabalhos na área de eficiência energética.

Após apresentação do diagnóstico energético aos gestores do *campus*, algumas medidas foram adotadas quase de imediato, como a redistribuição de luminárias, a retirada de lâmpadas das sancas e o ajuste de temperatura dos condicionadores de ar em 24°C. A substituição das lâmpadas fluorescentes por LED ocorre de forma gradual, conforme as antigas chegam ao final de suas vidas úteis.

Nesse sentido, os gestores de ambientes escolares públicos, ao terem conhecimento sobre a eficiência energética, e estudos que propiciem a redução de consumo de energia elétrica, e demais energia, podem iniciar sua implementação por meio das medidas de custo zero, e futuramente as que tenham necessidade de investimentos, estando inseridas nos gastos anuais da instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 5413** – Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
2. Egwunatum, I. Samuel, et al. **Assessment of energy utilization and leakages in buildings with building information model energy**. *Frontiers of Architectural Research*, v. 6, p. 29-41, mar. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.01.002>.
3. ISO 7730. **Ergonomics of the thermal environment** – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal comfort. Geneva, 2005.
4. Quintal, E.; Bernardo, H.; Tadeu, F. **Eficiência energética em edifícios escolares requalificados** – Estudo de caso. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, [2014].