

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO IFPB — CAMPUS CAJAZEIRAS:
um estudo do sistema luminotécnico

ENERGY EFFICIENCY IN IFPB — CAMPUS CAJAZEIRAS:
of the system study luminotécnico

Eritania Fernandes da Cruz; Leonardo de Lira Silveira; Nádia Camila de Sousa de Freitas; José Kleber Costa de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba — IFPB/Campus Cajazeiras
eritaniacruz@gmail.com; leonardolm_@hotmail.com; camila_ip@hotmail.com; jose.oliveira@ifpb.edu.br

RESUMO: As grandes preocupações no mundo atual estão relacionadas principalmente com a questão da sustentabilidade, com o meio ambiente e com a busca por utilização de fontes renováveis de energia. Essa preocupação existe porque é fundamental para a qualidade de vida no presente e para as gerações futuras que sejam desenvolvidas alternativas capazes de otimizar o uso dos nossos recursos. Com o intuito de diminuir o consumo com energia elétrica no IFPB - Campus Cajazeiras, e tornar as instalações mais eficientes, foram realizados estudos luminotécnico, com base nos Programas de Eficiência Energética — PEE's e seguindo critérios estabelecidos por Normas Técnicas Brasileiras — NBR's, onde foi analisado o nível de iluminação médio, natural e artificial nos ambiente e redimensionado fazendo uso de uma iluminação adequada para cada ambiente, entre eles salas de aula e laboratórios, apresentando resultados satisfatórios. Esse estudo foi realizado objetivando a eficiência energética focada na redução de gastos, com a troca de equipamentos como as lâmpadas e luminárias, divisão do circuito de iluminação dos ambientes em dois circuitos, eliminação de desperdício de energia elétrica, mantendo o bem estar e segurança dos ocupantes.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade, economia, racionalização, qualidade de vida.

ABSTRACT: It the major concerns in the world today are mainly related to the issue of sustainability, the environment and the search for the use of renewable energy. This concern exists because it is fundamental to the quality of life for present and future generations are developed alternatives that optimize the use of our resources. In order to reduce the consumption of electric power in IFPB - Campus Cajazeiras, and make the most efficient plant, studies were performed luminotécnico based on Energy Efficiency Programs - EEP's and following the criteria established by Brazilian Technical Standards - NBR's, which was analyzed the average level of illumination, the natural and artificial environment and resized by making use of adequate lighting for every environment, including classrooms and laboratories with satisfactory results. This study was aimed at energy efficiency focused on reducing costs, with the exchange of equipment such as lamps and light fixtures, room lighting circuit environments in two circuits, eliminating wasted electricity while keeping the welfare and safety of occupants.

KEY-WORDS: sustainability, economics, rationalization, quality of life.

1. Introdução

As grandes preocupações no mundo atual estão relacionadas principalmente com a questão da sustentabilidade, com o meio ambiente e com a busca por fontes renováveis de energia. Essa preocupação existe porque é fundamental para a qualidade de vida no presente e para as gerações futuras que sejam desenvolvidas alternativas capazes de otimizar o uso dos nossos recursos.

O desenvolvimento dessas alternativas pode garantir o futuro e refletir principalmente no conforto e qualidade de vida no presente. Com isso o tema eficiência energética vem se difundindo cada vez mais, e nada mais natural considerando-se a importância e os benefícios do uso racional da energia. Sabe-se que para o desenvolvimento econômico dos países é preciso que estes tenham boa disponibilidade de energia.

Segundo Jannuzzi ([2011?]), a eficiência energética está relacionada com objetivos bem abrangentes de interesse da sociedade em geral como: contribuir para aumentar a confiabilidade do sistema elétrico; reduzir ou postergar as necessidades de investimentos em geração de energia elétrica, transmissão e distribuição; reduzir impactos ambientais (locais e globais) especialmente relacionados com a produção de eletricidade e reduzir custos de energia para o consumidor final.

No Brasil a demanda de consumo de energia elétrica vem crescendo rapidamente e para suprir essa demanda é provável que sejam construídas novas usinas hidrelétricas, termelétricas além de usinas nucleares. A construção destas matrizes causa impactos ambientais de grandes proporções que certamente poderiam ser evitados com o uso inteligente e eficiente de energia elétrica. Daí a importância dos PEE — Programas de Eficiência Energética.

Diante dessa problemática e com base nos PEE, foi realizado um estudo para verificar a eficiência das instalações elétricas do IFPB — Campus Cajazeiras com o objetivo de reduzir o desperdício de energia elétrica e adequar o sistema luminotécnico da instituição às suas respectivas atividades.

2. Luminotécnica

Os conceitos luminotécnico são primordiais para um projeto de instalações elétricas bem dimensionadas, evitando-se desperdícios de energia, além de influenciar diretamente no bem estar dos ocupantes dos ambientes. Em regiões como o Nordeste, que tem boa disponibilidade de iluminação natural durante todo o ano, pode-se utilizar essa iluminação de forma a que possa reduzir a necessidade de uma potência de iluminação artificial mais elevada, justificando assim a economia de energia.

Existem vários métodos para o dimensionamento luminoso, o método dos lúmens (bastante empregado em casos que não exigem um alto grau de precisão) e o método das cavidades zonais (utilizado em casos que exigem qualidade técnica mais apurada) são alguns deles.

Um sistema luminotécnico mal dimensionado influi em diversos fatores, podendo ocasionar problemas como, por exemplo, o ofuscamento (excesso de luz) ou a fadiga visual (falta de luz). Por outro lado, a iluminação subdimensionada ou insuficiente pode afetar a qualidade das atividades desenvolvidas nos ambientes. (QUEIROZ NETO. 2011)

Outro ponto importante na luminotécnica é a escolha do tipo de lâmpada e luminária, uma vez que o rendimento das lâmpadas varia para cada tipo e potência, como por exemplo, as lâmpadas de descarga possuem melhor rendimento que as lâmpadas incandescentes.

Para a avaliação da situação do sistema elétrico do Instituto foram utilizados vários conceitos e técnicas luminotécnicas, iniciando-se o processo com a verificação da eficiência luminosa dos ambientes.

3. Conceitos e definições

Para um melhor entendimento do assunto abordado a diante, se faz necessário a compreensão de alguns símbolos e definições.

Luz - é o espectro da energia radiante que um observador humano constata pela sensação visual, determinado pelo estímulo da retina ocular. (CREDER, 2000, p.192)

Figura 1. Gráfico da curva óptica

Fonte: CIE apud NBR 15215-4, p.3, agosto, 2003

A figura (1) mostra a curva óptica padrão do olho humano proposta pela CIE (Commission Internationale d'Eclairage) onde temos um eixo que corresponde ao comprimento de onda e suas cores, medida em *nm* (nanômetro), e o outro eixo corresponde à resposta espectral.

O olho humano não responde igualmente a todos os comprimentos de onda do espectro luminoso. Assim algumas cores tornam-se imperceptíveis aos olhos humanos.

4. Metodologia

Com o intuito de tornar as instalações do IFPB - campus de Cajazeiras mais eficiente foi desenvolvido o estudo luminotécnico para reduzir os desperdícios com energia elétrica, através do aproveitamento da iluminação natural. Segundo Queiroz Neto (2008), estudos já realizados comprovam que uma iluminação adequada traz benefícios que refletem no bem estar, na autoconfiança e melhora a produção no desenvolvimento de tarefas.

A pesquisa foi desenvolvida seguindo critérios estabelecidos por Normas Técnicas Brasileiras - NBR's; teve início numa revisão bibliográfica sobre o assunto, em seguida passou para a coleta de dados, ou seja, os valores de iluminância médios de cada ambiente, os quais foram obtidos de acordo com critérios da NBR 15215-4 (novembro de 2004), para iluminação natural e NBR 5382 (abril 1985), para iluminação artificial. O estudo foi realizado nas salas de aula e laboratórios.

A coleta de dados foi realizada de duas em duas horas, iniciando às 7 horas e terminando às 17 horas para a iluminação natural. Para a iluminação artificial foi realizada apenas uma coleta à noite, às 20 horas.

Durante a coleta de dados foi utilizado um instrumento denominado luxímetro, modelo LX-101, fabricado pela empresa Light Meter. Este aparelho coleta os valores de iluminância dos ambientes através de um foto sensor.

Durante a coleta de dados foram obtidos valores de iluminância média nos ambientes que não utilizavam películas nas janelas e posteriormente foram colocadas películas nas janelas e feita nova leituras nos mesmos locais. Isto porque no mês de dezembro de 2010, a Instituição iniciou o processo de colocação de películas nas janelas para diminuir a incidência direta dos raios solares que provoca aquecimento nos ambientes e desconforto aos usuários.

A Tabela (1) mostra os valores médios de iluminação natural em algumas salas.

Fica evidente que a utilização de película diminuiu significativamente a iluminação natural nos ambientes, por isso há necessidade de iluminação artificial, fato que faz aumentar o valor da conta de energia elétrica do IFPB. Sem a utilização de películas, de acordo com a Tabela (1), no período da manhã não precisaria utilizar a iluminação artificial e no período da tarde a iluminação artificial utilizada para complementar a iluminação natural, deveria ser apenas a metade da capacidade instalada, devendo a carga total de lâmpadas de cada ambiente ser utilizada apenas a noite. Já com a inserção de películas nas janelas a carga total de lâmpadas permanece ligada durante os três expedientes aproximadamente por um período diário de 12 horas.

Após a coleta e a análise dos dados obtidos foi efetuado o dimensionamento do nível de iluminação dos ambientes já mencionados, utilizando valores de iluminância médios estabelecidos pela NBR 5413 (abril de 1992), que limita valores de iluminância mínimos para diversos ambientes. Adotou-se os valores de iluminância de acordo com o recomendado pela própria NBR, que para sala de aula é de 300 lux, para laboratórios em geral é de 200 lux e para salas de desenhos é de 500 lux.

O primeiro método utilizado para dimensionamento foi o método dos lúmens. Como os valores de iluminância obtidos por esse método mostraram-se imprecisos e com qualidade técnica abaixo da perspectiva, procurou-se um método mais eficaz que utilizasse em seus cálculos, fatores capazes de influenciar no resultado final, como por exemplo, a altura da luminária em relação à área de trabalho. Assim, o dimensionamento do nível de iluminamento foi feito através do método das cavidades zonais. Utilizando-se esse método verificou-se que alguns ambientes apresentaram níveis de iluminação artificial abaixo do recomendado (subdimensionados). Para suprir essa carência do nível de iluminação deve ser inserido um número de lâmpadas em cada ambiente de acordo com a Tabela (2).

Foi verificado que alguns ambientes estavam com uma iluminação artificial acima do estipulado (superdimensionados) em relação aos valores encontrados na NBR 5413 (abril de 1992). As lâmpadas excedentes nesses

ambientes devem ser retiradas de maneira sistemática (simetricamente), procurando manter uma uniformidade na distribuição do fluxo luminoso.

As tabelas (2) e (3) referem-se às lâmpadas fluorescentes T8 de 32 W, mas as lâmpadas utilizadas no IFPB atualmente são lâmpadas T12 de 40 W.

Como as lâmpadas fluorescentes T8 de 32 W consomem menos energia e têm um fluxo luminoso maior se comparadas às lâmpadas T12 de 40 W. As lâmpadas T8 de 32 W possuem fluxo luminoso de 2950 lux enquanto que as lâmpadas T12 40 W possuem fluxo luminoso de 2900 lux. Foi recomendada a utilização de lâmpadas T8 de 32 W nos ambientes, por serem mais eficientes. Para esse tipo de lâmpada é recomendado a substituição de reatores magnéticos por reatores eletrônicos que possuem menores perdas elétricas. Quando comparados com os reatores magnéticos, os eletrônicos são mais compactos, mais leves, operam a alto fator de potência, por volta de 0,99, em consequência disto consomem menos energia e eliminam efeitos Estroboscópios, ou seja, efeito que ocorre quando uma fonte de luz pulsante ilumina um objeto em movimento.

Para a progressão dos trabalhos foi utilizado o laboratório de Comandos e Máquinas como protótipo para a execução física das alternativas encontradas pelo estudo. Através do dimensionamento verificou-se que seria possível dividir o circuito de iluminação em dois circuitos e, além disso, seria possível reduzir de 48 para 24 o número de lâmpadas.

Após a execução das modificações, foi feita uma nova medição dos valores de iluminância e encontrado resultados satisfatórios.

Foi medida ainda a potência, tensão e corrente antes e depois da execução do protótipo. Os valores encontrados antes do protótipo foram de 2.099 Watts de potência, uma corrente de 9,5 Ampères e uma tensão de 221 Volts. Após a execução foram obtidos os valores de 1.139 Watts de potência, 5,3 Ampères de corrente, e 215 Volts de tensão. Pode-se notar uma queda significativa na potência e conseqüentemente na corrente, demonstrando a redução de consumo de energia elétrica.

Além do laboratório de comandos e máquinas, foi utilizada a sala de aula 11 como protótipo de pesquisa para que se fossem verificadas a adequação e eficiência das alternativas propostas.

A sala de aula 11 encontrava-se com um sistema de iluminação superdimensionado, dispondo de 466 lux de iluminância média. E este valor está um pouco acima do que de fato é necessário. Após a execução das alternativas propostas essa média passou a ser de 395 lux.

Pelo redimensionamento feito, foi visto que seria necessário o uso de apenas 20 das 24 lâmpadas em uso. Com este protótipo, estima-se que a economia gerada seja algo em torno de 230,4 kWh por mês, e de 2764,8 kWh por ano, o que equivale a aproximadamente R\$ 30,00 por mês e R\$ 370,00 por ano. Adotando-se esta medida às demais salas de aula que possuem as mesmas dimensões deste protótipo, esta economia passaria a ser de 2.764,8 kWh por mês e de 33.177,6 kWh por ano, o que reduziria R\$ 370 por mês, e R\$ 4.444,50 por ano da conta de energia elétrica.

Com base nos dados acima, nota-se que foi possível a obtenção de uma economia significativa de energia elétrica, e melhor, sem perder a qualidade da iluminação, justificando assim a adoção das alternativas propostas aos demais ambientes do Instituto.

Verificou-se ainda a disposição de uma iluminância mínima de 195 lux pela iluminação natural até as 15h, vale salientar que estes dados foram obtidos na sala de aula 11 ainda sem a presença de películas nas janelas. Subtraindo-se este valor encontrado do valor mínimo preestabelecido pela NBR5413 (300 lux), será obtida a diferença de iluminância, que neste caso é de aproximadamente 105 lux, e deve ser suprida pela iluminação artificial durante este período.

Sendo esta diferença adicionada aos cálculos do redimensionamento, no fator iluminamento desejado (E), será obtido o número de lâmpadas necessárias para suprir as necessidades do recinto. É importante lembrar que para se manter a iluminância mínima desejada até o fim do período de manutenção é necessário que no início da vida útil das lâmpadas se tenha um pequeno acréscimo de iluminância, que segundo os estudos do protótipo de pesquisa deve ser algo por volta de 90 lux. Sendo assim, executada a montagem do protótipo, a média de iluminância encontrada não deverá ser muito diferente de 390 lux.

Após a verificação das observações acima, foi feito o dimensionamento para se obter o número de lâmpadas acesas necessárias até as 15 horas. Verificou-se que sete lâmpadas acesas seriam suficientes para complementar a iluminação, e após as 15 horas deve-se acionar toda a carga luminosa (20 lâmpadas). Com a execução deste protótipo estima-se uma economia de 135,04 kW/h por mês e 1620,48 kW/h por ano, algo em torno de R\$ 18 por mês e de R\$ 217 por ano. Caso esta medida seja aplicada às demais salas de aula, esta economia será de aproximadamente 1620,48 kW/h por mês e de 19445,76 kW/h por ano, aumentando esta economia para R\$ 217 por mês e R\$ 2605 por ano.

Como todos os ambientes do Instituto possuem película em suas janelas, não foi possível a montagem deste último protótipo. Em consequência disto, os valores acima são estimativas que não devem diferir significativamente do valor real.

Foi observado no período da noite que as lâmpadas dos banheiros permanecem acesas sem a presença de pessoas no ambiente, tendo um gasto desnecessário. Uma das formas de solucionar esse problema é a automatização do acendimento

das lâmpadas dos banheiros que tende a diminuir o consumo de energia elétrica. Lâmpadas fluorescentes têm a vida útil reduzida de acordo com seu ciclo de acendimento.

Os dados contidos neste artigo são inerentes a um estudo desenvolvido no IFPB — Campus Cajazeiras, podendo ser utilizado como modelo para dimensionamento de qualquer ambiente. Os métodos utilizados são descritos em livros de instalações elétricas que podem ser consultados.

5. Conclusão

Através do método das cavidades zonais pode-se verificar que alguns ambientes apresentavam o sistema de iluminação superdimensionada e outros subdimensionados, cabendo adequar o número de lâmpadas e luminárias necessárias para cada ambiente, atendendo os critérios da norma NBR 5413 - 1992.

Fica evidente que a utilização de película diminuiu significativamente a iluminação natural nos ambientes, havendo necessidade de iluminação artificial aumentando o consumo de energia elétrica.

Como solução deste problema foi sugerida a retirada das películas e a colocação de um anteparo que impedisse a incidência direta do sol, mas que não impedisse o aproveitamento da iluminação natural. Para o desenvolvimento desse anteparo se fazem necessários novos estudos que possibilitem a criação de um dispositivo que desempenhe bem essa função de acordo com as condições de cada ambiente.

A utilização de lâmpadas não eficientes e lâmpadas instaladas nos ambientes são fatos que fazem aumentar o consumo de energia elétrica do IFPB. A troca das lâmpadas de 40 W por de 32 W, diminuição do número de lâmpadas por luminárias, divisão do circuito de iluminação em pelo menos dois, entre outras, pode-se gerar uma economia significativa mensal nas despesas com energia elétrica, sem prejudicar o conforto dos ambientes e o desempenho das atividades para alunos, professores e funcionários em geral.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4:** Iluminação Natural — Parte 4: Verificação experimental das Condições de iluminação interna de edificações — Método de Medição. Rio de Janeiro RJ, novembro de 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382:** Verificação de iluminância de interiores. Rio de Janeiro RJ, abril de 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413:** Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro-JR, abril 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto 02: 135.02 — 002:** Iluminação natural — Parte 2: Procedimento de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro RJ, junho de 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto 02: 135.02-001: Iluminação natural — Parte 1: Conceitos Básicos e Definições.** Rio de Janeiro RJ, agosto de 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto 02: 135.02-003: Iluminação natural — Parte 3: Procedimento de Cálculo para determinação da iluminação natural em ambientes internos.** Rio de Janeiro RJ, agosto de 2003.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 14° ed. Rio de Janeiro: AS,2000.

ELETROBRÁS. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/imprensa/.../eletrobras_jul2009>. Acesso em 22 de janeiro de 2011.

INDELPA. Disponível em: <<http://www.indelpa.com.br/informacoes/eficiencia.htm>>. Acesso em: 06 de março de 2011.

Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), **O que é eficiência energética?** Disponível em: <http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp> Acesso em 20 de março de 2011.

JANNUZZI, Gilberto de M. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil.** Disponível em: <http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/eletrificacao_rural/tc_06.pdf> Acesso em 20. março de 2011.

Lei nº9.991, de 24 de julho de 2000.

LIGHT METER. Disponível em: <http://www.elexp.com/tst_lx01.htm>. Acesso em: 11 de março de 2011.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais.** 6° ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

Programa Procel Edifica, 2008. Acesa do em. Disponível em: <<http://www.pdfesmanual.com/books/4994/regulamentam>>. Acesso em: 19 de março de 2011.

QUEIROZ NETO, Leônio de Souza. **Luz na medida certa e a oftalmologia.** Disponível em: <www.portalda retina.com.br/home/artigos>. Acesso em: 23 de janeiro de 2011.