

***EFICIENCIA ENERGÉTICA: UM ESTUDO SOBRE A MODERNIZAÇÃO
DA ILUMINAÇÃO DO BLOCO DE SALA DE AULA******Energy Efficiency A Study on the Modernization
of the Panel Lighting Classroom***

Denise Martins Gonçalves, José Aristeu De Araújo Júnior, Walteno Martins Parreira Júnior

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de modernização do sistema de iluminação do Bloco C da unidade Ituiutaba da Universidade do estado de Minas Gerais (UEMG). A ideia é um novo dimensionamento através do software Dialux 4.11 substituindo as lâmpadas fluorescentes tubulares (LFTs) presentes atualmente, por lâmpadas tubulares a LED, visando diminuição do consumo de energia elétrica através de uma elevada eficácia luminosa e longa vida útil na substituição dos sistemas de iluminação sem qualquer alteração na instalação elétrica, e melhor enquadramento às normas brasileiras. No estudo do investimento foram analisados todos os gastos para a instalação do novo sistema e com o estudo da viabilidade deste empreendimento.

Palavras-chave: Eficiência Energética; Lâmpadas de LED; Viabilidade Econômica.

ABSTRACT

This work presents a study of modernization of the illumination system Block C of the unit Ituiutaba of the University State of Minas Gerais (UEMG). The idea is a new sizing through software Dialux 4.11 substituting fluorescent lamps (LFTs) currently presents for the LED tube lamps, aiming to reduce the consumption of electric energy through an useful high luminous efficacy and long life in replacement of the systems illumination without changing the electrical installation, and best fit to Brazilian standards. The study analyzed the investment was all spending for the installation of the new system, with the feasibility study of this Project.

Keywords: Energy Efficiency; LED Lamps; Economic Viability.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas e a crescente escassez de recursos naturais são desafios importantes do nosso tempo para produção de energia. Além disso, muitos países do mundo dependem da importação de energia na Europa, por exemplo, 50% da energia consumida atualmente é importada podendo atingir os 70% em 2030. O uso eficiente e sustentável da energia é por isso uma necessidade urgente

em total cumprimento ao lema criado pela Comissão Europeia “menos é mais” (ABB).

Novas legislações são criadas no mundo todo a fim de promover o uso de tecnologias que visam à eficiência energética. No Brasil, o PROCEL promove a eficiência energética através de programas e investimentos neste setor. Na Europa foi criada a norma EN 15232 (“Eficiência energética nos edifícios – Impacto da Automatização de Edifícios, controles de gestão dos Edifícios”) norma que descreve os métodos para a avaliação da influência da automatização e gestão técnica de edifícios no seu consumo de energia.

Soluções eficientes de energia, além de serem essenciais em termos econômicos e ecológicos, são capazes de obter economias superiores a 10% nos gastos. (ABB, 2012). Nos edifícios são empregadas soluções eficientes para a obtenção de aperfeiçoar os sistemas, sendo utilizada apenas a energia quando é realmente necessário, aplicando a energia utilizada com a maior eficiência possível.

A ideia deste trabalho se destina a criar uma solução de eficiência energética com a finalidade de obter a diminuição da demanda de energia elétrica e consequentemente diminuir os gastos com energia do Bloco C, localizado no campus da Unidade Ituiutaba da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), que na época do estudo ainda era da Fundação Educacional de Ituiutaba, unidade associada a UEMG.

Como se trata de um prédio comercial, a maior parte de seu consumo energético está concentrada no seu sistema de iluminação. Sendo assim, o foco deste trabalho consiste na modernização deste sistema, trocando as lâmpadas por modelos mais econômicos e adequando também à quantidade de fluxo luminoso necessário nos ambientes.

Dentro da área da iluminação e com a crescente preocupação relativa à diminuição do consumo energético, vem ocorrendo a situação de aumentar a quantidade de lâmpadas economizadoras que surgiram, como substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes. Por sua vez, estes novos tipos de lâmpadas têm um grande consumo de energia elétrica, pouco tempo de vida útil, um baixo fluxo luminoso, alto fator de potência, grande perda ôhmica, tem emissão de raios ultravioleta e infravermelho, não podendo ter o descarte em

qualquer local por conter mercúrio, além de poderem ser quebradas facilmente e contaminar a região.

Assim, o trabalho se destina a estudar uma solução de eficiência energética a fim de obter a diminuição da demanda de energia elétrica, reduzindo assim gastos sem comprometer a iluminância das dependências, além de fazer uma análise da viabilidade deste novo empreendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

A eficiência energética é uma atividade que procura aperfeiçoar o uso de fontes de energia, ou seja, é a utilização racional de energia promovendo a mesma quantidade de valor energético. O conceito de eficiência energética está ligado à minimização de perdas na conversão de energia primária em energia útil. As perdas ocorrem para qualquer tipo de energia, seja térmica, mecânica ou elétrica (NUNES, 2010).

O Consumo de energia pela população mundial teve uma evolução descontrolada durante todo o século passado, que refletiu em previsões catastróficas para este século se os hábitos não mudarem a favor da racionalização do uso de recursos naturais. As visíveis mudanças climáticas e as demandas cada vez maiores de energia para suprir a evolução tecnológica contribuíram para o nascimento da eficiência energética (NUNES, 2010).

A Eficiência Energética começou a ganhar destaque a partir da primeira grande crise do petróleo nos anos setenta, em que a maioria dos países utilizava os combustíveis fósseis como principal matriz energética. Quando o preço do petróleo aumentou, o preço da energia também aumentou, fazendo com que se pensasse melhor antes de utilizar a energia elétrica. Além disso, depois de alguns anos a preocupação também passou a ser o meio ambiente. Foi quando ganharam mais destaques assuntos como o Aquecimento Global e as mudanças climáticas. Para poder diminuir a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) jogado na atmosfera seria necessária uma melhor utilização da energia produzida (NUNES, 2010).

De acordo com Martins:

A mais convincente vantagem da eficiência energética é a de que ela é quase sempre mais barata que a produção de energia. É claro que o investimento em tecnologia eficiente para vários usos-finais

requerirá também maiores gastos de capital e que sistemas e equipamentos eficientes são, geralmente, mais caros que as tecnologias que substituem. Entretanto, o custo de conservar 1 kWh é, de modo geral, mais barato que sua produção. Além disso, em muitas aplicações, o custo da eficiência energética corresponde a apenas uma pequena parcela dos custos da produção de energia. Tradicionalmente, esses custos são contabilizados por agentes diferentes, sendo ora debitados ao consumidor, à companhia de energia ou ao próprio governo. (MARTINS, 1999)

Os edifícios são responsáveis pelo menos por 40% da energia utilizada na maioria dos países. O cenário absoluto está a crescer fortemente, como é exemplo o desenvolvimento rápido de construção em países como a China e a Índia. É essencial agir agora, pois os edifícios podem dar uma grande contribuição para a regressão das alterações climáticas e utilização energética (WBCSD, 2009).

Segundo WBCSD - Word Business Council for Sustainable Development (2009), existem três grandes abordagens para a neutralidade energética: a) Reduzir a procura de energia nos edifícios utilizando, por exemplo, equipamentos que sejam mais eficientes; b) Produção local de energia a partir de fontes renováveis; c) Partilhar energia criando edifícios que possam produzir um excesso de energia para alimentar uma rede inteligente de infraestruturas.

A eficiência em edifícios é capaz de proporcionar consideráveis reduções no consumo de energia, gerando lucro nestas instalações.

Como exemplos de ações governamentais em eficiência energética, pode-se destacar várias ações que são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Exemplos de ações governamentais.

Medidas para melhorar a eficiência de equipamentos de iluminação. Rotulagem obrigatória de energia para aparelhos domésticos, divulgando e atualizando a rotulagem de energia voluntária. “Passaporte de energia” na construção requerida pela Diretiva de Desempenho Energético em Edifícios. Normas de eficiência e novas obrigações na rotulagem energética para novos aparelhos e equipamentos. Standards de topo de eficiência para equipamentos. Programas de eficiência energética para empresas de serviços.

Fonte: WBCSD (2009)

O aparecimento de programas de incentivo à eficiência energética, como o PROCEL edifica, veio incentivar o surgimento de projetos que visem à eficiência energética de novos edifícios.

O engenheiro eletricista em seu projeto de iluminação deve conciliar eficiência energética e qualidade de iluminação. A substituição de equipamentos ineficientes e a instalação de sistemas de controle de iluminação artificial através do uso de iluminação natural ou sensores de presença são alternativas eficientes a serem consideradas nos sistemas existentes.

O conceito de eficiência energética em iluminação torna-se insignificante se o sistema de iluminação não fornecer as condições adequadas à realização das diversas tarefas por parte dos seus utilizadores.

Na sua forma mais simples, um sistema de iluminação energeticamente eficiente pode ser obtido através da minimização do tempo de utilização e a potência instalada. A minimização da potência instalada é obtida através da utilização de equipamentos de iluminação artificial energeticamente eficiente como lâmpadas com alta eficiência luminosa (lâmpadas de LED), luminárias reflexivas, balastros com elevado fator de potência e circuitos de distribuição de controle.

A iluminância necessária para a realização da tarefa visual e o nível desejado de melhoria, bem como as metas de redução de consumo de eletricidade e os custos, determinarão as medidas a serem adotadas.

Para se efetuar uma estimativa do consumo total de eletricidade destinada ao sistema de iluminação, as exigências de cada tarefa deverão ser consideradas, ou seja, diferentes ambientes com diferentes atividades visuais necessitam de iluminâncias diferentes. Os espaços deverão ser iluminados de acordo com esta necessidade (LOUÇANO, 2009).

Deve-se atentar também, ao fato de que alguns ambientes deverão ser iluminados durante todo o tempo de utilização, enquanto outros necessitam de iluminação apenas em certos períodos do dia. Estes detalhes deverão ser conhecidos para que se possam adaptar soluções que permitam uma utilização mais eficiente do sistema de iluminação artificial (LOUÇANO, 2009).

A eficiência em iluminação depende de cada item utilizado, desde a tomada de energia até a superfície a ser iluminada. Os principais componentes são as lâmpadas, luminárias e os reatores e ignitores (NOGUEIRA, 2011). E ainda de

acordo com NOGUEIRA (2011), as lâmpadas são equipamentos responsáveis pela emissão de luz, seja qual for a natureza desta emissão, aquecimento ou descarga elétrica.

Para se calcular o número de lâmpadas e luminárias, levam-se em conta as dimensões do ambiente e do tipo de ambiente que será iluminado de acordo com a NBR ISO/CIE 8995. Para isso utiliza-se o método dos lúmens que é realizado da seguinte maneira: a) Escolha do nível de Iluminância; b) Determinação do Índice do Local; c) Escolha das lâmpadas e Luminárias; d) Determinação do fator de utilização (F_u); e) Determinação do Fluxo Total, f) Cálculo do número de lâmpadas e Luminárias; g) Distribuição das Luminárias.

Cada ambiente necessita de um nível de Iluminância distinto. A NBR ISO/CIE 8995 classifica os ambientes e fornece o valor do nível de iluminância que deve ser escolhido para a realização do projeto.

A utilização de ferramentas de simulação para o projeto de iluminação artificial é extremamente importante para auxiliar o projetista no uso eficiente da energia de modo a reduzir custos e proporcionar conforto.

Os programas computacionais fornecem resultados quer quantitativo quer qualitativos do projeto de iluminação. Os aspectos quantitativos referem-se aos valores de iluminância do ambiente, que podem ser comparados com os valores necessários para a atividade desenvolvida, dados pela Norma EN 12464-1.

Os aspectos qualitativos consideram, por sua vez, a percepção visual através da visualização do espaço iluminado por meio de imagens que podem ou não ser realistas.

A simulação computacional auxilia a compreensão de fenômenos físicos da luz, avaliando o impacto decorrente da manipulação dos materiais, das cores, das lâmpadas e luminárias nos níveis de iluminação. Dessa forma, a simulação serve para dar apoio técnico a julgamentos ou suposições feitas durante o processo de projeto.

Os programas computacionais permitem obter uma visualização realista do espaço antes de este ser projetado. É um aliado do projetista luminotécnico, pois permite modificar ambientes, obter representações realistas, resultados numéricos e efetuar cálculos precisos de iluminação em menor tempo e com maior precisão,

além de que permitem facilmente determinar a concordância do projeto com a legislação em vigor (LOUÇANO, 2009).

A ferramenta DIALUX, foi desenvolvida pela Exportlux (DIALUX). Trata-se de uma das ferramentas mais utilizadas. Esta foi a ferramenta utilizada para efetuar estudos luminotécnicos no âmbito deste trabalho. O programa possui uma interface de rápida aprendizagem, possuindo comandos de fácil assimilação, importa formatos de arquivos gráficos, como o DXF, DWG e 3DS e aceita sólidos e superfícies modeladas em outros programas. A ferramenta utiliza dois algoritmos de iluminação global: o radiosity, usado para modelar a interação da luz entre superfícies difusoras e o Ray Tracing, que é uma técnica que permite adicionar destaque, reflexões e transparências. O programa permite calcular com precisão a maneira como a luz se propaga no ambiente, produzindo imagens realísticas, e tem como principais aplicações a simulação dos efeitos da iluminação e a análise fotométrica quantitativa. Possui ainda uma vasta biblioteca de texturas de materiais, de lâmpadas e de luminárias (LOUÇANO, 2009).

Como limitações, pode destacar-se que para ter a iluminação simulada, o ambiente deve estar totalmente caracterizado, ou seja, com formas, materiais, cores, lâmpadas e luminárias especificadas da mesma forma como será quando executado. Sendo o sistema de iluminação artificial, o sistema que mais energia consome, a simulação pode vir a ser um fator de análise dos projetos dando um enfoque maior para o conforto ambiental numa época onde há uma crescente preocupação com a poupança de energia (LOUÇANO, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A situação atual do sistema de iluminação do edifício é constituído por salas de aula, corredores, saguão e auditórios, onde estes planos necessitam de índice de iluminância distintos. Este capítulo tem como objetivo destacar as principais características do sistema de iluminação.

A análise foi realizada na maior parte das áreas, constando o déficit deste sistema quanto à iluminação necessária das áreas, e o alto consumo de energia do sistema de iluminação utilizado.

Para o levantamento do sistema de iluminação atual, foi necessária a coleta de dados do índice de iluminação dos locais, utilizando o luxímetro, através da norma NBR ISO/CIE 8995 – 1 de 2013. Os valores médios da iluminância dos pavimentos obtidos nesta análise, se encontra no Quadro 2.

Quadro 2 - Índice de iluminância dos pavimentos.

Localidade	Iluminância (lux)
Pavimento 01 (sala grande)	256
Pavimento 01 (corredor)	90
Pavimento 01 (saguão)	36
Pavimento 02 (sala grande)	234
Pavimento 02 (corredor)	105
Pavimento 02 (saguão)	52
Pavimento 03 (sala grande)	210
Pavimento 03 (sala pequena)	108
Pavimento 03 (corredor)	112
Pavimento 03 (saguão)	50

Fonte: dos autores.

Juntamente, foi levantado o modelo da luminária, das lâmpadas e também foi estimado o tempo de uso destes equipamentos. E todo o ambiente de trabalho é composto por lâmpadas fluorescentes tubulares.

A proposta para o sistema de iluminação do Bloco levou em conta o dimensionamento correto dos ambientes, adequando-os às normas, o que não acontece na situação atual, onde o índice de iluminamento se encontra bem abaixo do estabelecido.

Para o dimensionamento foi utilizado o software Dialux 4.11 Light, para simulação das imagens gráficas foi utilizado o software Dialux 4.11, onde para isso foi necessário os seguintes dados: largura, comprimento e altura úteis.

Deve ser considerado também, o valor do fluxo das lâmpadas, a potência das lâmpadas, o fator de utilização das luminárias, montagem das luminárias, o grau de reflexão e a iluminância necessária a partir da norma.

A partir daí, foi feito o dimensionamento das lâmpadas dos cenários analisados, utilizando lâmpadas de LED, buscando assim a diminuição dos gastos energéticos do local, e melhor iluminação.

A ideia de se utilizar as lâmpadas LED é importante, uma vez que estas, apesar do seu investimento inicial elevado, são muito mais econômicas, produzem uma quantidade de fluxo luminoso elevado apesar da baixa potência, além de possuírem uma vida útil maior (normalmente o dobro ou mais das lâmpadas fluorescentes) e também, dispensam o uso de reatores e starters.

Analisando a estrutura da edificação, chegou-se a conclusão da necessidade de se dimensionar o novo sistema, apenas para algumas áreas, devido a constatação das semelhanças entre elas, e a partir daí fazer uma generalização para todo o bloco.

Foi analisado que a edificação possui salas de aula de dimensões 5,85 x 5,8m e 8,85 x 5,8m, corredores de dimensões 30,27 x 2,95m, saguão de dimensões 14,85 x 12,25m, todos com a altura de 2,95m. Foi feita a simulação destas áreas, considerando que valerá para todas as outras áreas semelhantes. Após a simulação foi obtido um relatório do novo sistema dado pelo software, onde os dados deste, considerados de importância na nossa análise são: o mapa da curva de distribuição da iluminância no plano de trabalho (figuras 1 e 2) e a representação gráfica do ambiente em 3D da distribuição da luz (figuras 3 e 4). Foi montado um quadro (quadros 3 e 4) com os dados do relatório, onde mostra os valores da iluminância média do plano de trabalho de cada uma destas áreas analisadas.

Para as salas de aula de dimensões 5,85 x 5,8 metros foi utilizada como exemplo, a de número 05, localizada na Ala 05 no terceiro pavimento.

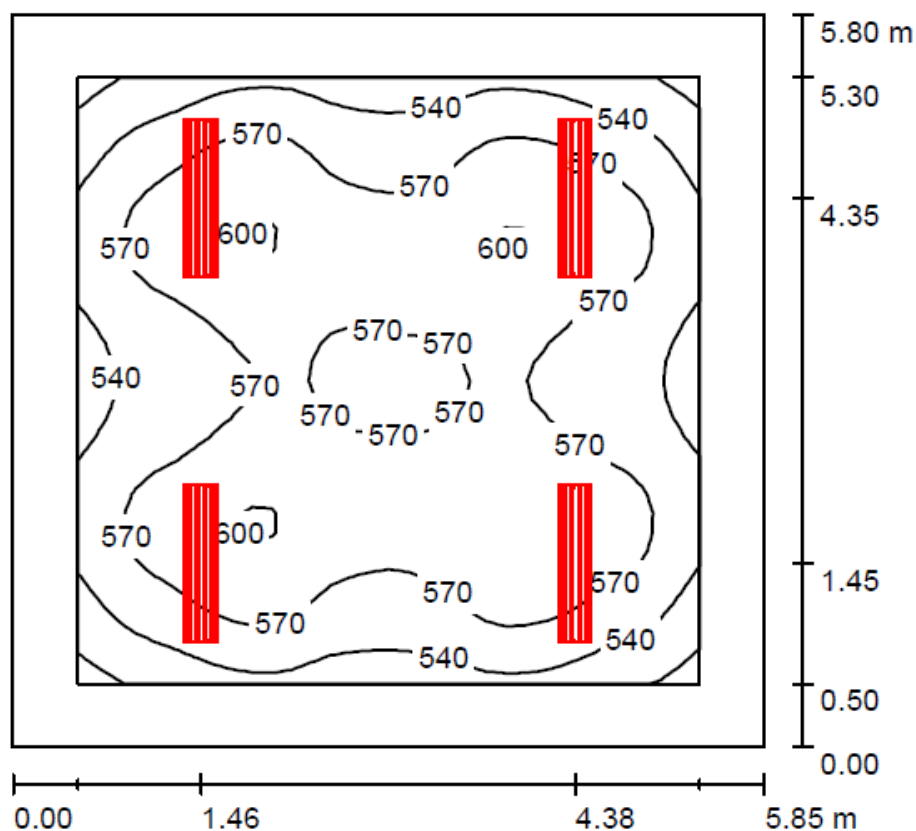


Figura 1 – Mapa de Curva Sala 05
Fonte: dos autores

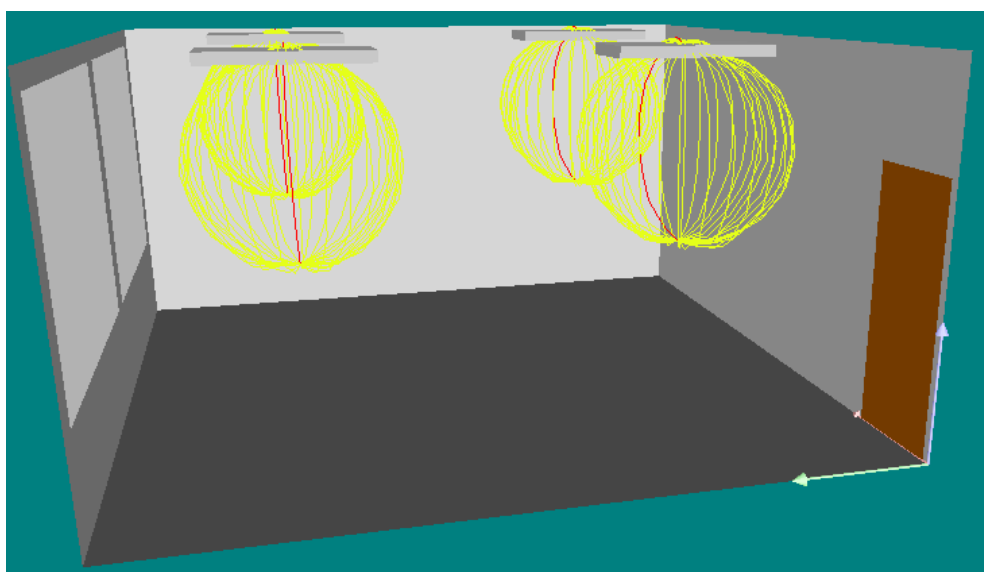


Figura 2 – Representação da Sala 05
Fonte: dos autores

Quadro 3 – Iluminância média da Sala 05

	Atual	Proposto
Superfície	$E_m(\text{lux})$	
Plano de trabalho	108	566
Solo	-	473
Teto	-	282
Parede	-	394

Fonte: dos autores

Para as salas de aula de dimensões 8,85 x 5,8 metros, foi utilizada como exemplo foi a sala de número 02, localizada na ALA 01 no primeiro pavimento.

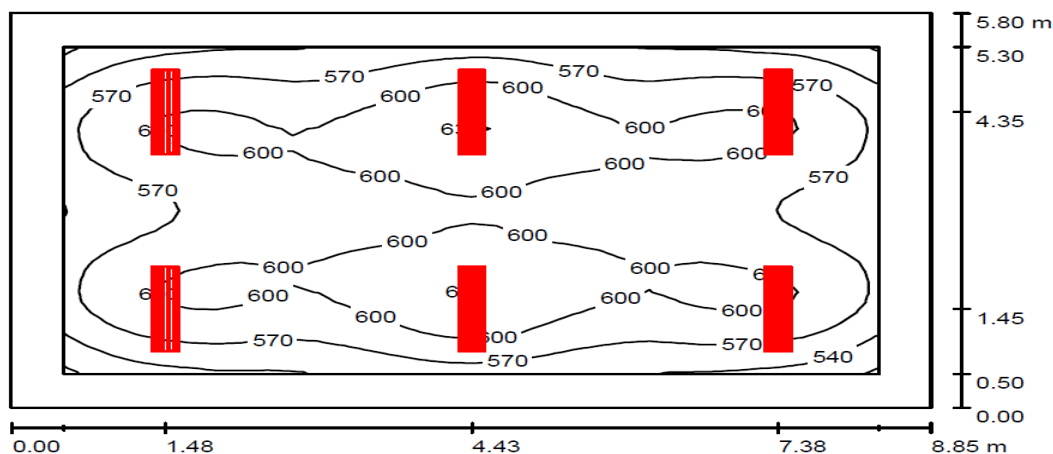


Figura 3 – Mapa de Curva Sala 02

Fonte: dos autores

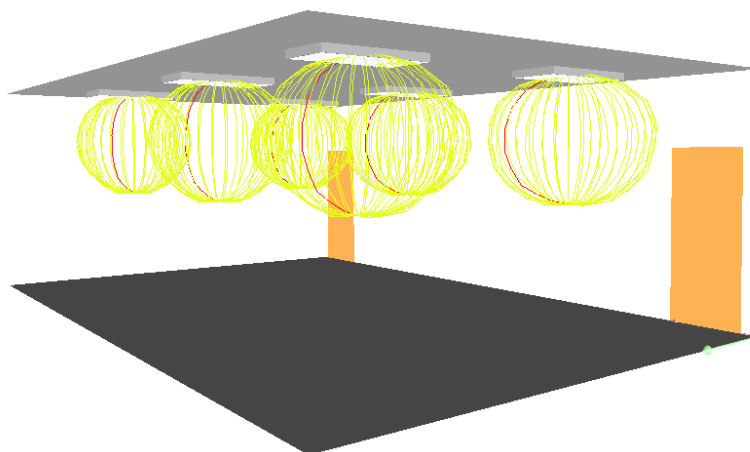


Figura 4 – Representação da Sala 02

Fonte: elaboração do autor

Quadro 4 - Iluminância média da Sala 02

	Atual	Proposto
Superfície	$E_m(\text{lux})$	
Plano de trabalho	256	585
Solo	-	502
Teto	-	277
Parede	-	404

Fonte: dos autores

O Quadros 5 apresenta uma análise do sistema atual e o novo, mostrando a quantidade de lâmpadas fluorescentes por sala do projeto atual e a quantidade de lâmpadas LED, bem como a potência total gasta para o segundo pavimento, sendo neste artigo suprimido os dados dos outros pavimentos.

Quadro 5 - Sistema de Iluminação - Pavimento 2 – Ala 03

Ala 03						
Local	Atual				Proposto	
	Lâmpadas / Potência	Potência Total(W)	Reator / Potência	Potência a Reator(W)	Lâmpadas / Potência	Potência (W)
Coordenação Administração	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Sala 02	24 / 40 w	960	12 / 73 w	876	24 / 18 w	432
Coordenação Pedagogia	08 / 40 w	320	08 / 73 w	584	08 / 18 w	144
Sala Informática	24 / 40 w	960	12 / 73 w	876	24 / 18 w	432
Sala 08	32 / 40 w	1280	16 / 73 w	1168	32 / 18 w	576
Sala 07 – Studio	16 / 40 w	640	08 / 73 w	584	16 / 18 w	288
Sala 09	16 / 40 w	640	08 / 73 w	584	16 / 18 w	288
Banheiro Masculino	01 / 20 w 01 / 40 w	20 40	01 / 36 w 01 / 73 w	36 73	01 / 09 w 01 / 18 w	09 18
Banheiro Feminino	01 / 20 w 01 / 40 w	20 40	01 / 36 w 01 / 73 w	36 73	01 / 09 w 01 / 18 w	09 18
Depósito 01	01 / 20 w	20	01 / 36 w	36	01 / 09 w	09
Depósito 02	01 / 20 w	20	01 / 36 w	36	01 / 09 w	09
Corredor	10 / 40 w	400	10 / 73 w	730	10 / 18 w	180

Fonte: dos autores

Quadro 5 - Sistema de Iluminação - Pavimento 2 – Ala 04

Ala 04						
Local	Atual				Proposto	
	Lâmpadas / Potência	Potência Total(W)	Reator / Potência	Potência Reator(W)	Lâmpadas / Potência	Potência (W)
Sala 01 – Secretaria C	16 / 40 w	640	08 / 73 w	584	16 / 18 w	288
Auditório C	48 / 40 w	1920	24 / 73 w	1752	48 / 18 w	864
Sala dos Professores	24 / 40 w	960	12 / 73 w	876	24 / 18 w	432
Sala 05	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Coord. Ciências Biológicas	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Coordenação Educação Física	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Coordenação Eng. Elétrica	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Sala 12	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Sala Informática	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Coordenação Química	08 / 40 w	320	04 / 73 w	292	08 / 18 w	144
Copa	02 / 20 w	40	02 / 36 w	72	02 / 09 w	18
Banheiro Masculino	02 / 20 w	40	02 / 36 w	72	02 / 09 w	18
Banheiro Feminino	04 / 20 w	80	04 / 36 w	144	04 / 09 w	36
Banheiro*	02 / 20 w	40	02 / 36 w	72	02 / 09 w	18
Saguão	18 / 40 w	720	09 / 73 w	657	18 / 18 w	324
Escada	01 / 40 w	40	01 / 73 w	73	01 / 18 w	18
Corredor	10 / 40 w	400	10 / 73 w	730	10 / 18 w	180
*Banheiro com acessibilidade para portador de deficiência física.						

Fonte: dos autores

A partir dos dados apresentados, para este pavimento pode-se observar que atualmente a Potência Total é de 25860 W e a proposta apresenta uma Potência Total de 5760 W.

A utilização de lâmpadas LED reduziu consideravelmente o consumo energético do sistema de iluminação, porém é necessário um investimento inicial elevado, como pode ser observado no quadro 6.

Quadro 6 - Investimento Inicial dos pavimentos

Pavimento 01, 02, 03			
Modelo	Quantidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
Lâmpada LED Tubular T8– 18 w	929	150,91	140.195,39
Lâmpada LED Tubular T8– 09 w	35	96,89	3.391,15
Luminária Sobrepor 4x40	20	150,52	3.010,40
Fonte: dos autores (2013)			R\$ 146.596,94

Além do alto investimento das lâmpadas LED, existe também a troca da luminária de 2x40 pela de 4x40 das salas 05, 06, 07, 09,10 do pavimento 03 da ala 05 para melhor enquadramento da iluminância.

Considerando um consumo de energia elétrica no sistema de iluminação de 6h por dia, 22 dias por mês, teremos um valor de horas mensal de 132 h, que foi referência para os cálculos. O quadro 13 mostra a comparação entre a quantidade de energia consumida atual e da situação proposta pelo projeto com base nos dados obtidos na conta de energia do edifício onde está localizado a instituição.

Quadro 7 - Análise da Demanda Energética e do Consumo

	Atual		Proposto	
	Potência (kW)	Consumo (kWh/mês)	Potência (kW)	Consumo (kWh/mês)
Pavimento 01	26,735	3.529,020	6,039	797,148
Pavimento 02	25,860	3.413,520	5,760	760,32
Pavimento 03	22,406	2.957,592	5,778	762,696
Total	75,001	9.900,132	17,577	2320,164

Fonte: dos autores (2013)

Com o sistema proposto neste trabalho obteremos um valor na redução do consumo de energia elétrica sofrendo uma redução de 9.900,132kWh/mês para 2.320,164kWh/mês. Utilizando como base, o valor de 1kWh de R\$ 0,24403207 (Agosto 2013) foi obtido o valor de consumo atual de R\$ 2.415,95 e do sistema proposto de R\$ 566,20, obtendo uma redução de 76,56% de gastos de energia elétrica.

Para a avaliação do retorno do projeto de Eficiência Energética, deve-se buscar uma eficiência operacional e financeira. Todo projeto de uma instalação elétrica deve buscar a eficiência operacional. No entanto, essa eficiência deve ser medida de forma a se encontrar justificativas econômicas para tornar mais eficiente um projeto elétrico a qualquer custo. (MAMEDE, 2011).

Como foi mencionado anteriormente, neste sistema obtém-se uma redução mensal de 76,56%. Este valor foi obtido em referência ao consumo atual de R\$ 2.415,95 e o proposto de R\$ 566,20. A economia mensal obtida será com base na fórmula apresentada no Quadro 8.

Quadro 7 – Fórmula para calcular a economia mensal

$$\begin{aligned} \text{Economia mensal (R\$)} \\ = \text{Consumo atual mensal (R\$)} - \text{consumo previsto mensal(R\$)} \end{aligned}$$

Fonte: Mamede (2011)

Obtendo uma economia de R\$ 1.849,75. O retorno mensal deste investimento será com base na análise da fórmula (Quadro 8), onde o investimento será de R\$ 146.596,94:

Quadro 8 – Fórmula para calculo do tempo de retorno

$$\text{Tempo de retorno em meses} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Economia mensal}}$$

Fonte: Mamede (2011)

O tempo de retorno mensal obtido será de 79,25 meses, dividindo este valor por 12, que é a quantidade de meses em um ano, obtendo retorno em

aproximadamente 7 anos. Neste caso, não foi calculada considerando os juros sobre o capital investido para a modernização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência energética é o tema principal dos dias atuais, quando se trata da área de engenharia elétrica. Buscar soluções que minimizem os gastos de consumo deve ser primordial ao profissional desta área.

Analisando a edificação a fim de obter os resultados para a simulação, foi possível trazer os conhecimentos vistos no ambiente acadêmico e utilizá-los de forma prática.

Devido as atualização das normas e do tempo decorrido desde a construção do imóvel, o dimensionamento do sistema atual de iluminação é irregular, gerando um alto consumo de energia elétrica. Foi feito uma análise de um novo sistema que agregasse conforto luminoso e economia de gastos com energia.

Dentro da área da iluminação vem crescendo a preocupação com a diminuição do consumo energético, tendo que aumentar a quantidade de lâmpadas economizadoras que surgiram, como substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes. Por sua vez, as lâmpadas fluorescentes têm um grande consumo de energia elétrica, pouco tempo da vida útil, um baixo fluxo luminoso, alto fator de potência, grande perda ôhmica, tem emissão de raios ultravioleta e infravermelha, não pode ter o descarte em qualquer local por conter mercúrio, além de poderem ser quebradas facilmente e contaminar a região.

A ideia é utilizar lâmpadas tubulares a LED, pois tendo estas, além de inúmeras vantagens, consomem pouca potência elétrica e dispensa o uso dos reatores.

A utilização de um software de simulação para o dimensionamento do sistema proposto traz segurança de que a quantidade de luminárias é compatível às necessidades.

O sistema proposto, além de melhorar o conforto luminoso do local, aderindo à norma vigente sobre o assunto, trará uma redução de 76,56% de economia de energia elétrica e mesmo com o alto investimento em curto prazo, terá um retorno em média de 7 anos.

Como proposta para trabalhos futuros propõe – se: a) Instalação de painéis solares fotovoltaicos, b) Sistema com sensores para a iluminação, c) Dimensionamento de sistema de condicionamento de ar, d) Sistema inteligente de monitoramento do consumo de energia do bloco C.

REFERÊNCIAS

ABB S.A. **Eficiência Energética em Edifícios com KNX** – benefícios da automação. Disponível: <http://www.abb.com.br/cawp/seitp202/701bddcaead1ac9883257c2e0042a5c3.aspx>. Acesso em: 1º dez. 2013.

DIALUX. **Tutorial**, 2010. Disponível: http://www.dial.de/DIAL/fileadmin/download/dialux/manuel/Manual49_en.zip Acesso em: 2 dez. 2013.

LOUÇANO, Nelson Ramos - **Eficiência energética em edifícios: Gestão do sistema iluminação**. Disponível em: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2017/1/Relatorio_Nelson_Loucano.pdf Acesso em: 5 nov. 2013.

MAMEDE, João – **Instalações Elétricas Industriais**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARTINS, M.P. de S. **Inovação tecnológica e eficiência energética**. 1999. Monografia (Especialização) – Pós-Graduação MBA em Energia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Rio de Janeiro.

NOGUEIRA, Eduardo Santos. **Iluminação com LEDs**: Alternativa de substituição da instalação existente da subestação Jataí, 2011.

NUNES, Alexandre L.R. – **Eficiência Energética em Prédios Públicos**. Porto Alegre – RS, 2010.

WBCSD, World Business Council for Sustainable Development. **Eficiência energética em edifícios**- realidades empresariais e oportunidades, 2009.

AUTORES

Denise Martins Gonçalves, Graduada em Engenharia Elétrica na Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Ituiutaba-MG.
denise_engenharia@hotmail.com

José Aristeu De Araújo Júnior, Graduado em Engenharia Elétrica na Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Ituiutaba-MG.
aristeu10@gmail.com

Walteno Martins Parreira Júnior, mestre em Educação, especialista em Design Instrucional para EaD e Informática Aplicada à Educação. É professor dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Sistemas de Informação da Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Ituiutaba-MG.
waltenomartins@yahoo.com