

A UTILIZAÇÃO RACIONAL DA ENERGIA NA EDIFICAÇÃO

CORRÊA, Helena H. (1); SOUZA, Roberta G. de (2)

(1) Estudante de Arquitetura e do Urbanismo da UFMG, pesquisadora PIBIC/CNPq

E-mail helenah@horizontes.net

(2) Arquiteta, mestre em engenharia civil, professora da EAUFGM

E-mail roberta@gold.com.br

RESUMO DO TRABALHO

O presente trabalho enfoca o estudo do potencial de economia de energia elétrica para iluminação em escolas. Mediante desenvolvimento de uma metodologia para efficientização energética do sistema de iluminação artificial, foi possível verificar as áreas mais significativas em termos de custo e atuar no sentido de reduzir o desperdício de energia elétrica.

Um estudo de caso foi realizado na Faculdade de Filosofia e de Ciências Humanas da UFMG, onde os gastos com iluminação perfazem mais de 78% do consumo total de energia elétrica. A partir de análises quali-quantitativas do sistema de iluminação artificial encontrado, foi possível elaborar propostas para reformulação do sistema e verificar o potencial de economia de energia elétrica.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyse the significative reduction of electric energy consume in the illumination of educational buildings. The development of a methodology to improve the energy efficiency of artificial lightning systems, rendered possible the verification of the most significative areas in terms of cost making possible to act in ways to reduce electric energy loss.

A case study was accomplished at the department of philosophy and human sciences of the federal university of Minas Gerais, where the cost with illumination is beyond 78% of the total electric energy consume in building.. Taking into account qualitative and quantitative analyses of the artificial lightning system found, it was possible to propose a more efficient system.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas elétricos são abrangentes e sempre crescentes. Mesmo em períodos de recessão, há uma tendência do crescimento do consumo de energia elétrica em edificações. Este pode ser causado pelo aumento tanto do número de edifícios quanto da intensidade do uso da energia elétrica, devida à maior utilização de equipamentos.(GHISI, 1997)

Da energia elétrica consumida no Brasil, 42% se destina à edifícios residenciais, comerciais e públicos, sendo estes dois últimos responsáveis por 19% do total deste consumo. Em média observa-se o consumo de 44% de energia para iluminação nos setores comercial e públicos.(PROCEL, 1997)

A proposta da pesquisa é adequar edificações, onde o sistema de iluminação artificial oneroso e mal utilizado, possa vir a ser substituído por outro energeticamente eficiente,

garantindo desta maneira uma redução no consumo de energia elétrica com a manutenção da quantidade e qualidade da luz distribuída.

1.1 O Projeto

“Um programa de conservação e uso racional de energia elétrica em uma edificação consiste em uma série de ações e medidas de caráter técnico, gerencial e comportamental, que visem diminuir o consumo de energia elétrica, com a manutenção da qualidade dos serviços por ela proporcionados”(AAE, 1997).

O trabalho buscou atuar junto às questões ligadas às medidas de caráter técnico, por onde a reformulação do sistema de iluminação artificial em uma edificação foi proposta.

Definida a edificação para se desenvolver o estudo da viabilidade da implantação de uma metodologia para reformulação do sistema de iluminação artificial, procurou-se restringir o universo de estudo, apontando ambientes que demonstrassem um maior potencial para redução no consumo de energia elétrica, quando da substituição do sistema atual por outro energeticamente mais eficiente.

A investigação destes sistemas de iluminação eficientes, para combate ao desperdício e ao alto consumo, foi realizada através da busca por informações acerca dos conjuntos lâmpada-reator-luminária, como descrição, aplicação e outras características específicas destes, como rendimento, fluxo luminoso e potência nominal, características estas significativas, quando comparamos a eficiência de sistemas de iluminação artificial.

A busca por informações dos produtos ligados à sistemas de iluminação artificial, foi realizada junto à empresas especializadas em iluminação artificial, onde os catálogos mais atualizados serviram como a melhor fonte para a busca das informações descritas acima. Em geral, não há grande diferença para eficiência energética, entre a variada gama de produtos disponíveis no mercado, o que realmente se verifica é a grande diferença de preço, sendo este fator fundamental para viabilizar a reformulação do sistema de iluminação artificial em uma edificação.

À partir do estudo de várias propostas para um sistema de iluminação artificial, chegou-se à uma mais adequada para a edificação em questão, através da reformulação da distribuição das luminárias e do uso de lâmpadas, luminárias e reatores eficientes energéticos.

2. ESTUDO DE CASO

2.1 Justificativa

Um estudo de caso foi realizado junto à Faculdade de Filosofia e de Ciências Humanas, FAFICH, parte do complexo FAFICH-Biblioteconomia, onde a escolha desta edificação ocorreu segundo duas condições:

- Deveria apresentar como maior parte do seu uso final, a iluminação artificial, já que havia sido determinado que o alvo de estudo, para o consumo de energia, seria este.
- Deveria apresentar um certo padrão quanto a concepção de seus espaços para que seu estudo pudesse satisfazer, com facilidade, outros do mesmo gênero.

2.2 O Objeto de estudo - caracterização

A FAFICH, possui área em torno de 24000m², distribuídos em salas de aula, circulações, secretarias, laboratórios, salas especiais (auditórios, bibliotecas), instalações

sanitárias, gabinetes, além de ambientes para atendimento à Faculdade como serviços gerais, gráficas, etc.

A distribuição nos andares acontece da seguinte forma:

No primeiro andar encontra-se, basicamente a parte **administrativa** da faculdade:

- secretarias; o setor de serviços prestados à comunidade acadêmica - xerox, gráficas, livrarias, etc.; ambientes para estudo e realização de seminários - auditórios e bibliotecas.

No segundo e terceiro andar encontramos os ambientes referentes à **graduação** :

- salas de aula; laboratórios de microcomputador para uso dos alunos; departamentos, gabinetes e salas dos professores referentes à graduação

Já no quarto andar, o predomínio é dos ambientes destinados à **pós-graduação e atendimento externo** à comunidade carente.

- Os gabinetes para atendimento; salas de pós-graduação; departamentos, gabinetes e salas dos professores referentes à pós-graduação

As aulas são ministradas em salas de aula padronizadas sendo os cursos oferecidos durante o período matutino, vespertino e noturno, atribuindo um grande consumo de energia elétrica por iluminação, durante todo o dia.

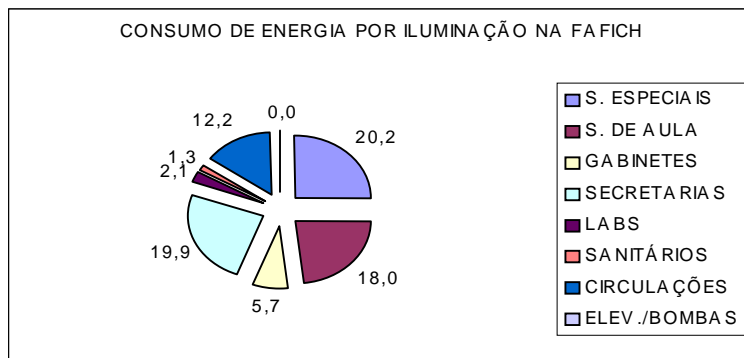
3. METODOLOGIA

3.1 Levantamento dos ambientes FAFICH:

Determinar a área total da FAFICH e seu consumo de energia elétrica, implicava em determinar, primeiramente, o que cada unidade representava em termos de área, do total do Complexo FAFICH-Biblioteconomia, e em termos do consumo de energia elétrica, para a partir deste, concluir o que cada ambiente tipo representava em termos do consumo de energia elétrica para iluminação e para equipamentos. (ver gráfico 1).

3.2 Levantamento dos usos finais:

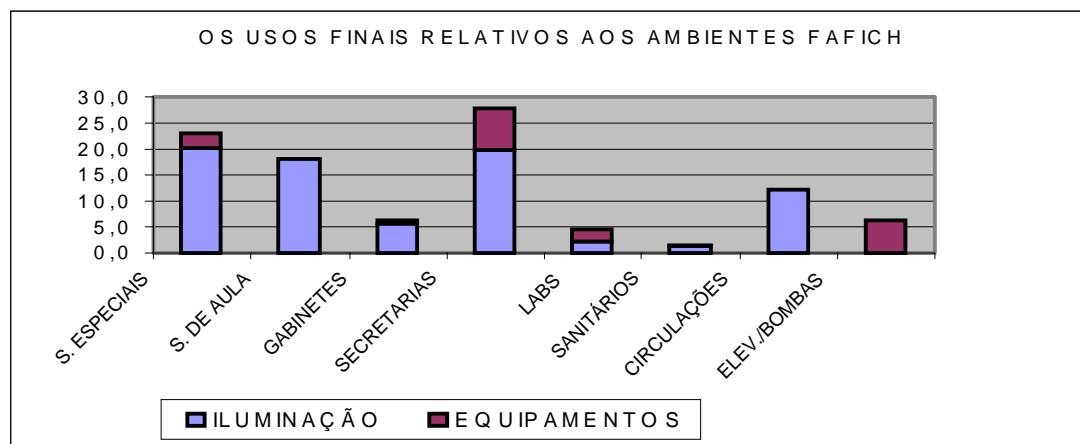
Retrofits,¹ visando eficiência energética em edificações, exigem a determinação, primeiramente, do uso final da energia elétrica, ou seja o percentual relativo ao consumo por iluminação, equipamentos e bombas. Para levantar o uso final na edificação em questão, foi preciso se levantar, além do consumo total da edificação, a potência instalada e período de consumo dos sistemas elétricos em cada um dos ambientes-tipo.



Gráf. 1 Consumo de energia elétrica por iluminação

¹ *Retrofit* em iluminação, trata-se de uma “reforma” no sistema elétrico de iluminação artificial, onde ocorre a substituição de um sistema elétrico de iluminação artificial instalado e operante, por outro eficiente energeticamente.

Conhecendo a média do consumo de energia elétrica do complexo FAFICH-Biblioteconomia, no período de 1998, o procedimento para verificar os valores aproximados da porcentagem de que cada unidade de ensino representava na conta global, foi realizar um levantamento de toda a potência instalada e o tempo de utilização da mesma. Assim, saberíamos dizer, ao certo, qual era o consumo de energia na unidade de interesse, FAFICH, e qual destino era dado a este consumo - os usos finais da energia elétrica. Estes valores estão expressos no gráfico abaixo.



Gráf.2 Usos finais relativos aos ambientes FAFICH

3.3 Determinação dos ambientes alvos :

Definir ambientes-tipo, para aplicar a metodologia de *retrofit* em sistemas de iluminação artificial, é uma forma de restringir o universo de estudo e garantir análises mais valiosas, de melhor custo benefício, em termos de projetos luminosos, fundamentados na reformulação dos sistemas tradicionais encontrados, por outros energeticamente mais eficientes.

Neste edifício, os ambientes que demonstraram um grande potencial para redução no consumo de energia elétrica em iluminação, foram as salas de aula e as circulações, visto que não apresentavam significativo consumo por equipamentos, e sim por iluminação, ao contrário das secretarias, por exemplo, que apresentaram um gasto expressivo, em função dos equipamentos lá existentes, como computadores, impressoras, máquinas de café, etc.

Outro fator que justifica a escolha destes ambientes para se aplicar o *retrofit*, é o fato de representarem uma parcela significativa no que diz respeito ao consumo total de energia elétrica por iluminação. Para salas de aula, 18% e para circulações, 12,2% do total do consumo de energia elétrica destinado à iluminação(ver gráfico 2). Além disso são tipologias padronizadas o que facilita a intervenção

3.4 Levantamento e análise dos sistemas de iluminação artificial:

3.4.1 Salas de aula:

Antes de abordar o sistema elétrico de iluminação encontrado nas salas de aula, é importante mencionar que as salas de aula na FAFICH seguem um padrão definido pelo número de alunos que elas comportam. No caso, a FAFICH possui salas para 20/30/40 e 60 alunos, definindo assim quatro subdivisões para salas de aula, em função de sua área e distribuição do sistema de iluminação artificial.

Os quatro tipos de sala seguem um padrão quanto aos materiais que a compõem, sendo o forro em módulos de material sintético branco, as paredes em tinta látex branca e o piso emborrachado cor palha. As cores claras usadas favorecem a reflexão da luz emitida pelas lâmpadas. As lâmpadas são do tipo fluorescentes comuns de 40W, tendo sido encontradas em várias marcas. Os reatores são do tipo eletromagnéticos, duplos, de partida rápida com perda média de 26W. Já as luminárias são do tipo "calha" para duas ou quatro lâmpadas.

À partir do levantamento do sistema de iluminação encontrado nas salas de aula e das diversas formas de distribuição das luminárias verificadas em cada tipologia de sala de aula, chegamos à um padrão para cada tipologia quanto à distribuição de luminárias e potência instalada, que se apresenta à seguir.

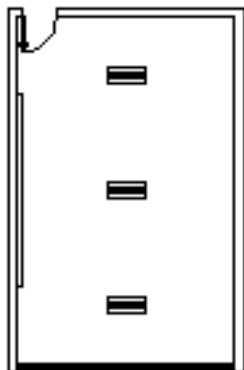


fig.4 Sala 20 alunos: luminárias tipo calha para 4 lâmpadas.

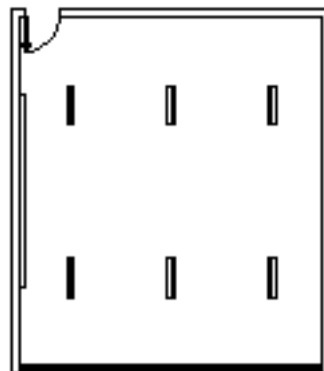


fig.5 Sala 30 alunos: luminárias tipo calha para 2 lâmpadas..

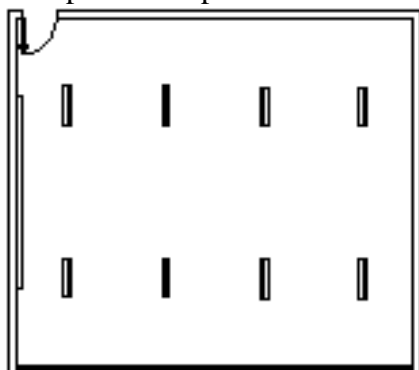


fig.6 Sala 40 alunos: luminárias tipo calha para 2 lâmpadas.

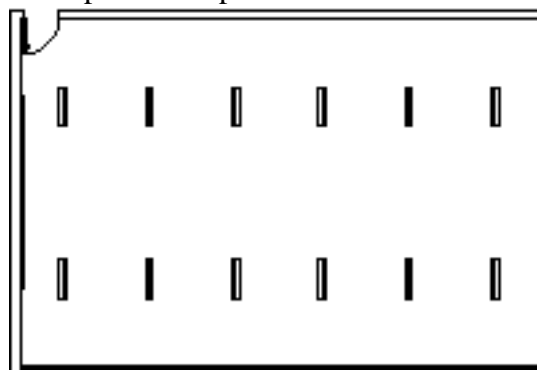


fig.7 Sala 60 alunos: luminárias tipo calha para 2 lâmpadas.

Realizado este levantamento da distribuição das luminárias nas salas de aula, passamos à uma avaliação dos níveis de iluminação encontrados. Selecionou-se uma sala de 30 alunos, na qual foi realizada uma medição *in locu*, com o auxílio de um luxímetro,

Através da medição dos níveis de iluminação em nove pontos dispostos uniformemente na sala de aula, foi possível se traçar as curvas isolux avaliando a distribuição da iluminação bem como o atendimento à norma NBR 5382 e, também, se o sistema elétrico de iluminação artificial encontrado estava fornecendo, com eficiência, o nível requerido para salas de aula segundo à norma NBR 5413.

Concluída a medição e extraída a média do nível de iluminação encontrado na sala de aula, 365 lux, foi possível concluir que o sistema de iluminação estava atendendo a norma NB 5413, já que esta estipula o mínimo de 300 lux para salas de aula, entretanto verificou-se que o sistema encontrado não demonstrava ser eficiente, do ponto de vista

de consumo de energia elétrica, pois comparado à outros sistemas de iluminação mais eficientes, era pouco conservativo.

Lançada a hipótese de garantir níveis de iluminação satisfatórios através de sistemas de iluminação mais conservativos, passamos à busca e ao levantamento do que vinha sendo oferecido, neste sentido, no mercado.

3.4.2 Corredores:

Da mesma forma, as circulações seguem o mesmo padrão do sistema elétrico de iluminação artificial encontrado nas salas de aula - FAFICH. A diferença se encontra na potência nominal das lâmpadas, sendo, a maioria, lâmpadas do tipo fluorescentes comuns de 20W, apesar de ter sido encontrado também um número significativo de lâmpadas de 40W. Os reatores são do tipo eletromagnéticos, duplo, em partida rápida e fornecem em média uma perda de 18W. As luminárias, da mesma forma que nas salas de aula, são do tipo "calha" e foram encontradas para duas e quatro lâmpadas.

Uma medição dos níveis de iluminação dispostos uniformemente nos corredores também foi realizada, chegando-se à um nível médio de iluminação de 110lux, atendendo portanto à norma NBR 5413 que exige o mínimo de 100lux para corredores e circulações.

A hipótese levantada para salas de aula é a mesma levantada aqui: garantir níveis de iluminação satisfatórios através de sistemas de iluminação mais conservativos.

3.5 Projeto de iluminação para salas de aula:

Após o estudo de três métodos para a definição do dimensionamento do sistema de iluminação artificial a saber, método dos Lúmens(MOREIRA, 1982), método das cavidades zonais(CREDER,1979) e uso do programa Lumen Micro - lighting technologies, optou-se pelo uso do método das cavidades zonais, uma vez que este apresentou as melhores correlações com níveis reais medidos.

Método das cavidades zonais

Hipótese: Utilização de lâmpada TLD RS 32-série 84 de 32w-PHILIPS e Luminária de sobrepor em corpo de chapa de aço galvanizada, refletor em alumínio anodizado de alta pureza e refletância, aletas planas em chapa de aço pintada. (PHILIPS,1998)

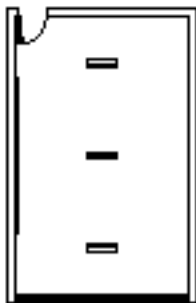


Fig.14 sala 20 alunos pós retrofit. Luminárias tipo "calha" para 2 lâmpadas.

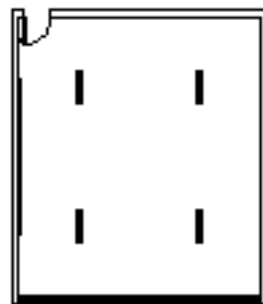


Fig.15 sala 30 alunos pós retrofit. Luminárias tipo "calha" para duas lâmpadas.

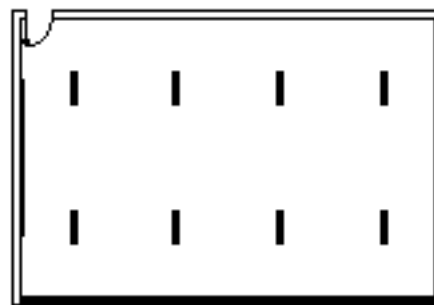
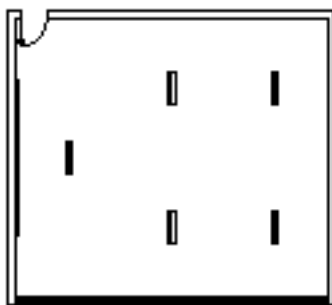


Fig.16 sala 40 alunos pós retrofit. Fig.17 sala 60 alunos pós retrofit. Luminárias tipo “calha” para 2 Luminárias tipo “calha” para 2 lâmpadas. lâmpadas.

3.6 Projeto de iluminação para corredores:

Hipótese: Utilização de lâmpada TLD RS 16-série 84 de 16W-PHILIPS e Luminária de sobrepor em corpo de chapa de aço galvanizada, refletor em alumínio anodizado de alta pureza e refletância, aletas planas em chapa de aço pintada. (PHILIPS, 1998)

A proposta de retrofit do sistema elétrico de iluminação artificial nos corredores baseia-se na substituição do sistema atual: luminárias tipo calha com duas lâmpadas de 20W por luminárias eficientes com uma lâmpada de 16W. não há a redistribuição das luminárias, visto que já estão distribuídas de forma adequada.

3.7 ANÁLISE ECONÔMICA:

Viabilizar economicamente a proposta de *retrofit* do sistema elétrico de iluminação artificial da unidade FAFICH, era fator fundamental para garantir a eficiência de se empregar este recurso visando a redução do consumo de energia elétrica.

À partir de pesquisas de mercado acerca do custos envolvidos, quando da implantação do *retrofit* no sistema elétrico de iluminação artificial, partimos para a análise do investimento que seria necessário e conseqüente tempo de retorno deste.

A economia de energia elétrica total gerada na FAFICH após verificação e análise da reformulação do sistema de iluminação artificial dos ambientes-tipo determinados, ficou definida em torno de 50% para estes, sendo a economia total dos custos próxima de 60%, garantindo desta forma um prazo médio de retorno do investimento, aproximadamente 4,5 anos.

3 CONCLUSÕES

Como demonstrado, no presente trabalho, a redução de custos despendidos com energia elétrica destinada à iluminação artificial, não significa corte de qualidade e muito menos compromete o bom desempenho da atividade visual a ser desenvolvida em determinado ambiente.

Através de um estudo para implantação de uma metodologia de *retrofit* em sistemas de iluminação, foi possível constatar que planejar a racionalização dos custos e a otimização da iluminação artificial de determinado ambiente, é bastante viável. Outra questão, é a importância de se estudar projetos para a reformulação de sistemas elétricos de iluminação artificial em edificações, onde as condições deste não atenda aos padrões atuais de consumo energético, seguindo a filosofia de conservação de energia.

O universo de nosso estudo: salas de aula e circulações, tiveram seus sistemas elétricos de iluminação artificial reformulados. Através da substituição do conjunto reator-lâmpada-luminária, associado à sua redistribuição, estes ambientes, que antes representavam respectivamente 18% e 12,2% do total do consumo de energia elétrica na FAFICH, passaram a significar, após o *retrofit*, cerca de 7,3% e 6,5%. Desta forma, gerou-se uma economia de 50% no consumo de energia elétrica para estes ambientes, determinando assim uma redução no consumo total de energia elétrica da FAFICH de mais de 16%.

Quanto ao investimento necessário para implantar o novo sistema, este confirma a hipótese previamente levantada, no que diz respeito à viabilidade econômica de se implantar um *retrofit* no sistema elétrico de iluminação artificial, um prazo de aproximadamente 4,5 anos, ou seja, suficiente e razoável para adequar um sistema obsoleto aos novos moldes de sistemas elétricos de iluminação artificial energeticamente eficientes e de alta qualidade, no que diz respeito a economia gerada e luz distribuída.

O trabalho deteve-se a analisar quali-quantitativamente apenas o sistema de iluminação artificial, onde a integração com a iluminação natural e os sistemas de automação, como os sensores, seriam uma próxima etapa a ser desenvolvida, já que a Faculdade de Filosofia e de Ciências Humanas demonstra um grande potencial para integrar a iluminação natural, uma vez que a própria concepção do edifício conforma tal verdade, espaços abertos e em contato direto com o exterior favorecem a utilização da luz natural, permitindo reduzir o número de lâmpadas que ficam acesas durante o dia, como ocorre na Faculdade.

Quanto aos sistemas de automação, seria justificável a implantação de um sistema de controle para as áreas destinadas à circulação, uma vez que estas representam em torno de 35% da área da FAFICH, e seu sistema de iluminação de forma equivocada, as lâmpadas ficando acesas durante o dia e desligadas à noite, comprometendo, desta forma, a segurança dos usuários e contribuindo para o desperdício de energia elétrica.

4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA. *Manual de economia de energia elétrica em escolas*. Agência para aplicação de energia. São Paulo: CESP, 1997.

CREDER, H.(1979): *Instalações elétricas*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.,Rio de Janeiro.

GELLER,H. *O uso eficiente da eletricidade - uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil*. INEE, ACEEE, Rio de Janeiro, 1994.

GHISI, Enedir. *Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina*. Florianópolis, 1997, 246 pg. Dissertação (Mestrado em engenharia civil - Curso de pós graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.)

LAMBERTS, Roberto, DUTRA, Luciano, PEREIRA, Fernando O. R. *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo. AU editores, 1997. 188p.

MOREIRA, Vinícius de Araújo. *Iluminação e fotometria. Teoria e aplicação*. 2 ed. Editora Edgard Blücher. São Paulo, 1982.

PHILIPS. *Catálogo geral de iluminação*. São Paulo, 1998.