PROGRAMA PROCEL EDIFICA: APLICAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES EM EDIFICAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Natalia Teixeira [1], Ana Eliza Pereira Fernandes[2]

1. Acadêmica de graduação, 8º semestre, Arquitetura e Urbanismo. natteix@gmail.com; 2. Arq. Me. Professora Coordenadora do Laboratório de Conforto Ambiental. fernandes.arq@feevale.br

1. INTRODUÇÃO

O sistema de iluminação artificial é responsável por, aproximadamente, 40% do gasto total em energia elétrica – em edifícios condicionados – e de 90% em edifícios – não condicionados – (LAMBERTS, et al, 1997). Desta maneira, este trabalho caracteriza-se pela readequação do sistema de iluminação artificial do Prédio Azul (foto 01), localizado no Campus II da Universidade Feevale, no município de Novo Hamburgo/RS. Visa atender uma demanda real da instituição, buscando propor um sistema energeticamente mais eficiente aplicando as recomendações do Programa PROCEL Edifica para alcance da etiqueta A.

O objeto de estudo é composto, predominantemente, por salas de aula, com áreas que variam entre 20m² e 80m² e pé-direito de 4m, conforme as figuras 01 e 02.

Foto 01: objeto de estudo do trabalho – o prédio Azul da Universidade Feevale
Fonte: AUTORA, 2011

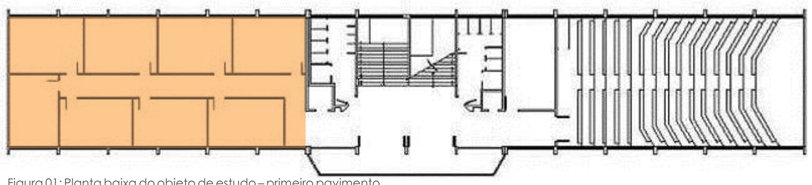

Figura 01: Planta baixa do objeto de estudo – primeiro pavimento
Fonte: GEOPROCESSAMENTO, 2011.

Figura 02: Planta baixa do objeto de estudo – segundo pavimento
Fonte: GEOPROCESSAMENTO, 2011.

2. OBJETIVO

O trabalho teve como objetivos a análise do sistema de iluminação artificial existente e a proposta de um novo sistema de iluminação artificial, cujas premissas foram o conforto visual, o alcance da etiqueta A do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – o Procel Edifica – e o aproveitamento da luz natural.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi dividida em duas etapas. A primeira consistiu na análise do sistema de iluminação artificial existente, através de:

- Levantamento físico-visual dos ambientes.
- Verificação dos materiais que caracterizam as superfícies internas.
- Análise da distribuição das luminárias.
- Relação entre iluminação natural e artificial.
- Medição da iluminância média das salas de aula seguindo as recomendações estipuladas pela NBR 5382 – Verificação de iluminância de interiores – (foto 02).
- Comparação da iluminância média existente com o valor solicitado pela NBR 5413 – Iluminância de interiores.
- Estimativa do consumo de energia elétrica.
- Cálculo da DPI, com consequente verificação da etiqueta alcançada.
- Verificação da opinião dos usuários em relação à qualidade visual dos ambientes.

A segunda etapa deste trabalho, caracterizada pelo dimensionamento do novo sistema de iluminação artificial, consistiu em:

- Simulações com as lâmpadas fluorescentes tubulares T5 e T8 recomendadas pelo RTQ-C – Regulamento Técnico da Qualidade do PROCEL – (gráfico 01), através do Método dos Lúmens.
- Definição das luminárias, lâmpadas e reatores que tiveram melhor desempenho na etapa anterior.
- Adequação da DPI segundo as exigências do Programa PROCEL Edifica para edificações comerciais, públicas e de serviço, visando o alcance da etiqueta A.
- Estimativa do consumo mensal de energia elétrica e comparação com o sistema atual.
- Aplicação dos três pré-requisitos do RTQ-C para o alcance da etiqueta "A":
  1. Possibilidade de contribuição da iluminação natural (técnica PSALI – Permanent Suplementar Artificial Lighting Interior).
  2. Uso de sensores de presença.
  3. Parcelamento do acionamento das lâmpadas, atendendo assim os pré-requisitos para a etiqueta A (BRASIL, 2011).

Foto 02: levantamento de campo
Fonte: AUTORA, 2011

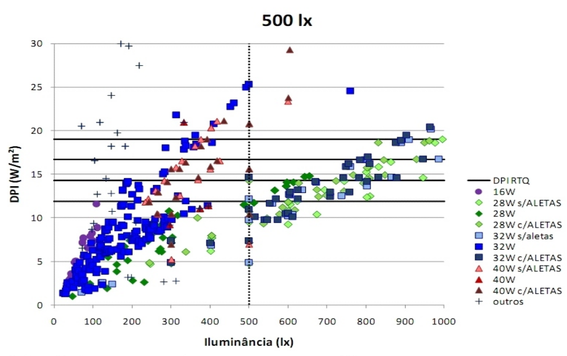

Gráfico 01: lâmpadas e luminárias recomendadas para 500 lux
Fonte: RQT-C, 2010

4. RESULTADOS

Durante o levantamento físico-visual do objeto de estudo, foi verificado que o ambiente que predomina no edifício, a sala de aula, é caracterizado por superfícies internas de cores claras e fenestrações laterais. O sistema de iluminação atual é composto por lâmpadas fluorescentes tubulares T10 e T12 HO de 110W, luminárias com corpo refletor e sem aletas, instaladas abaixo das vigas (foto 03) e reatores de 2x110W.

A iluminância média indicada para salas de aula segundo a NBR 5413 é de 500 lux, considerando usuários com idade igual ou menor do que 40 anos, cores claras nas superfícies internas e precisão da tarefa como "importante" (tabela 01).

A iluminância média existente variou de 209,27 a 529,58 lux (gráfico 02). Desta forma, em 92,31% dos ambientes a E_m encontra-se abaixo e em 7,69% acima do valor adotado.

Foi aplicada uma pergunta em 39% dos ambientes, respondida por 169 pessoas (gráfico 03). Destas, 79,29% consideram os níveis de iluminação bons, 15,38% consideram que as salas têm pouca luz, 0,60% consideram que as salas têm muita luz e 4,73% fizeram observações sobre a não existência de acionamentos individualizados das luminárias. Considerando a opinião dos usuários, entendeu-se que o novo sistema deveria ter a Em igual ou maior do que a existente.

Foto 03: sala de aula com 60m²
Fonte: AUTORA, 2011

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Tabela 01: fatores determinantes da iluminância média adequada
Fonte: COMITÊ BRASILEIRO DE ELETRICIDADE, 1992

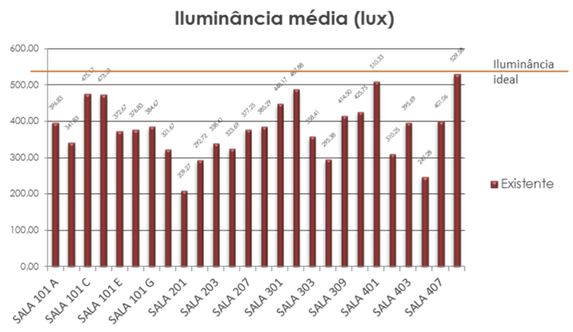

Gráfico 02: Iluminância média existente
Fonte: AUTORA, 2011

Gráfico 03: Opinião dos usuários quanto a iluminação artificial
Fonte: AUTORA, 2011

Durante as simulações realizadas para o novo sistema de iluminação artificial, os componentes que obtiveram melhor desempenho foram a lâmpada fluorescente tubular T5 (imagem 01), de 28W, marca Sylvania, cuja eficiência energética é de 103,57lm/W, a luminária com corpo refletor e aletas, da marca Lumicenter, modelo FAC 06-S 228 (imagem 02) com eficiência de 79% e reator eletromagnético, 2x28W, com fator de perda de 5% e fator de fluxo luminoso de 1,00 (Ballast Factor).

No dimensionamento foi considerado o Fator de Depreciação de 1,25 (manutenção fácil) e o Fator de Utilização da tabela específica da luminária (tabela 02).

Imagem 01: Fluorescente tubular T5
Fonte: Sylvania, 2011

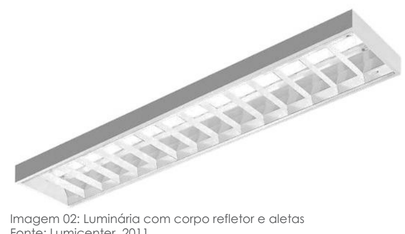

Imagem 02: Luminária com corpo refletor e aletas
Fonte: Lumicenter, 2011

ÍNDICE DE REFLEXÃO								
TETO(%)		70			50		30	
PAREDE(%)	50	30	10	50	30	10	30	10
PISO(%)		10			10		10	
K	**FATOR DE UTILIZAÇÃO**							
0,6	0,44	0,41	0,38	0,44	0,40	0,38	0,40	0,37
0,8	0,52	0,48	0,45	0,51	0,47	0,45	0,47	0,45
1	0,58	0,55	0,52	0,58	0,55	0,52	0,54	0,52
1,25	0,59	0,56	0,53	0,58	0,55	0,52	0,55	0,52
1,5	0,66	0,63	0,60	0,64	0,62	0,60	0,61	0,60
2	0,66	0,63	0,61	0,65	0,63	0,60	0,61	0,60
2,5	0,71	0,70	0,68	0,71	0,69	0,68	0,68	0,67
3	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,68	0,68	0,67
4	0,72	0,71	0,69	0,71	0,69	0,68	0,68	0,67
5	0,73	0,71	0,69	0,71	0,70	0,68	0,68	0,68

Tabela 02: Fator de utilização da luminária
Fonte: INTRAL, 2011

Para atingir o nível ideal de iluminância média para salas de aula, 500 lux, será necessária a instalação de um número maior de lâmpadas, conforme pode ser verificado no gráfico 04. Entretanto, a DPI será reduzida possibilitando o alcance da etiqueta A (gráfico 05 e tabela 03). O novo sistema contempla o acionamento parcelado das luminárias e a contribuição da iluminação natural, além de prever a instalação de sensores de presença, atendendo, desta maneira, aos pré-requisitos estipulados pelo Procel Edifica, figura 03.

A nova proposta possibilita uma redução de consumo de energia elétrica de 31,93% em relação ao sistema existente (gráfico 06), considerando 04 horas e 15 minutos de uso diário, durante 20 dias por mês – valores de cálculo: R$ 0,45 o kW/h em horário de ponta (geração interna) e R$ 0,16 o kW/h em horário normal (AES Sul, 2011).

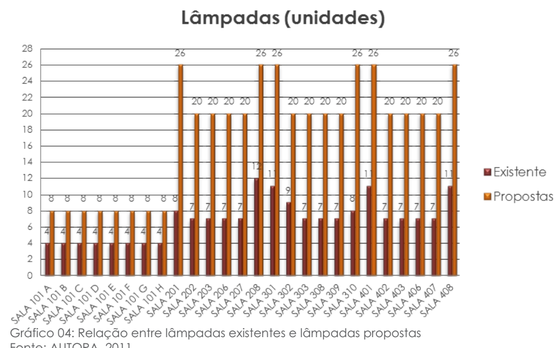

Gráfico 04: Relação entre lâmpadas existentes e lâmpadas propostas
Fonte: AUTORA, 2011

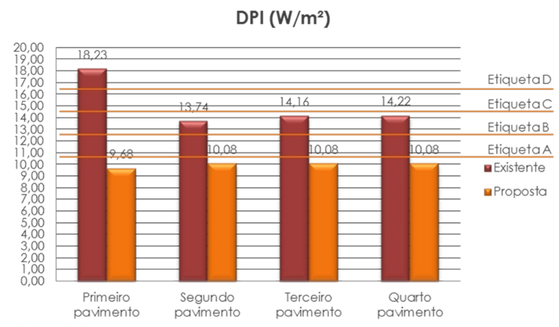

Gráfico 05: Densidade de potência instalada
Fonte: AUTORA, 2011

Tabela 4.1: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da área do edifício

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível D)
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazéns	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11,0
Centro de Convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comércio	15,1	17,4	19,8	21,9
Correios	9,4	10,8	12,2	13,6
Venda e Locação de Veículos	8,8	10,1	11,4	12,8
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1
Estádio de esportes	8,4	9,7	10,9	12,2
Garagem – Ed. Garagem	2,7	3,1	3,5	3,9
Ginásio	10,8	12,4	14,0	15,7
Hospedagem, Dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6

Tabela 03: DPIL para o nível de eficiência pretendido
Fonte: RQT-C, 2010

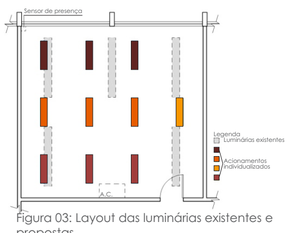

Figura 03: Layout das luminárias existentes e propostas
Fonte: AUTORA, 2011

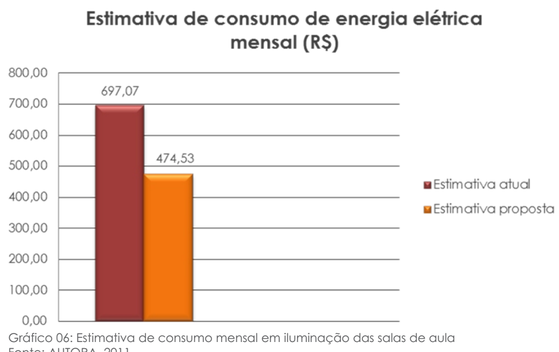

Gráfico 06: Estimativa de consumo mensal em iluminação das salas de aula
Fonte: AUTORA, 2011

5. CONCLUSÕES

As salas do prédio azul possuem fenestrações que permitem a contribuição de iluminação natural e superfícies internas claras, fatores que influenciam positivamente na iluminação artificial. Entretanto, luminárias e lâmpadas desatualizadas e acionamento do sistema pouco individualizado trazem como consequência um consumo excessivo de energia elétrica.

As lâmpadas e luminárias instaladas atualmente proporcionam uma iluminância média menor do que as propostas e consomem mais energia evidenciando o quanto um dimensionamento adequado e criterioso da iluminação artificial é fundamental para a economia do consumo de energia e para o bom desempenho do sistema.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como indicação de continuidade deste trabalho pode-se citar o monitoramento do consumo de energia atual, que já está acontecendo, o monitoramento do consumo de energia do sistema proposto e estimar o consumo diário considerando a contribuição da luz natural, já que o sistema proposto contempla a técnica PSALI.

Além da melhoria nas condições de iluminação artificial, esta pesquisa atenta para a importância e responsabilidade do profissional em relação ao uso racional de energia elétrica. Buscando a eficiência energética em edificações, é possível contribuir com o meio ambiente e tornar a arquitetura uma arte cada vez mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

É importante agradecer a todos os profissionais da Instituição que colaboraram de alguma maneira para a realização deste trabalho. Em especial aos agentes patrimoniais que possibilitaram o acesso aos ambientes analisados, aos funcionários Daniel Ruiz Feldmann e o arquiteto Vagner Voges e os professores Alan Eisenfeltd e Reginaldo Macedônio, pelas informações repassadas, de extrema importância para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AES - Sul, Distribuidora Gaúcha de Energia S/A, 2011.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/. Acesso: 14 set. 2011.

COMITÊ BRASILEIRO DE ELETRICIDADE. Verificação de iluminância de interiores: procedimento: norma NBR 5382/1985. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985.

COMITÊ BRASILEIRO DE ELETRICIDADE. Iluminância de interiores: procedimento: NBR 5413: 1992. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.

LAMBERTS, Roberto et al. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: P.W., 1997. 192 p. il.

LAMBERTS, Roberto; RAMOS, Greice. Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C. UFSC: LabEEE, s/d. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/comercial/downloads. Acesso: 22 set. 2011.