



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VII ELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL E NATURAL EM SALAS DE AULA DE ESTABELECIMENTO DE ENSINO SUPERIOR: ESTUDO DE CASO – UFSM – SANTA MARIA – RS**

**Giane de C. Grigoletti (1); Maiara Huber (2); Taís Tier Finamor (2)**

(1) Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, grigoletti@smail.ufsm.br

(2) Acadêmicas do Curso de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Campus da UFSM, Camobi, Santa Maria–RS, 97105-900, Tel.: (55) 3220 8771

### **1. INTRODUÇÃO**

Desde 2001, com a crise energética, o governo vem implementando legislação e programas para melhoria da eficiência energética das edificações. Embora o setor público não seja o maior consumidor de energia elétrica, o mesmo tem apresentado um crescimento relativamente contínuo em seu consumo nas últimas duas décadas (LAMBERTS et al., 2007). Este consumo está relacionado, entre outros fatores, ao desperdício e à baixa eficiência energética das edificações, resultando em maior consumo para climatização artificial e para iluminação artificial. A Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (BRASIL, 2001) tem fomentado iniciativas nos mais diversos setores da economia brasileira para o uso eficiente da energia elétrica. Os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ) (BRASIL, 2010) implantaram a etiquetagem do nível de eficiência energética dos edifícios usando uma classificação similar à existente para aparelhos eletrodomésticos. Entre os requisitos propostas na regulamentação, a potência instalada para iluminação tem peso de 30 % na classificação final da mesma. Cerca de 8 horas por dia, em média, para céu claro, há presença de iluminação natural que dispensaria o uso de iluminação artificial no interior das edificações (MASCARÓ, 1980). No entanto, a iluminação artificial tornou-se a principal contribuição requerida para o desenvolvimento das atividades no interior das edificações não residenciais em praticamente todos os horários do dia em todo o país. O sistema de iluminação, que inclui aberturas para captação de iluminação natural e artificial, deveria priorizar o uso da natural, quando esta é suficiente para o desenvolvimento das atividades visuais previstas para o ambiente, e gerenciar o uso da artificial de modo a ter uma demanda apenas quando necessária. Para edifícios existentes, quando a configuração espacial (orientação solar, tipos de esquadrias e proteções solares externas, geometria, entre outros) já está definida, é necessária uma avaliação da eficiência do sistema para buscar adaptações que aumentem a eficiência energética dos mesmos. Klüsener (2009) aplicou o regulamento de eficiência energética a edifício situado no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, e concluiu que a edificação enquadrava-se em um nível E para os sistemas de iluminação, sendo que a envoltória e o sistema de ar-condicionado atingiram um nível C. Os resultados apontaram a possibilidade de melhorar o nível atingido pela edificação avaliada, para o item sistema de iluminação, a partir da adoção de estratégias viáveis de serem incorporadas às condições existentes. O campus da UFSM possui 273.151 m<sup>2</sup> de área construída. Partindo-se do pressuposto que os outros edifícios do campus possuam um desempenho similar ao estudado por Klüsener (2009), percebe-se a importância da adequação dos sistemas de iluminação para redução do consumo de energia elétrica. Pretende-se, com esta pesquisa, avaliar outras edificações existentes no campus. A partir daí, apontar diretrizes gerais para o projeto de novas edificações de mesmo caráter das estudadas.

### **2. OBJETIVO**

Este projeto tem como objetivo avaliar ambientes de sala de aula e administrativos de estabelecimento público de ensino superior no que diz respeito aos seus sistemas de iluminação (natural e artificial) para

apontar diretrizes de intervenção nos mesmos que melhorem sua eficiência energética, bem como diretrizes que possam ser aplicadas a novos projetos.

### 3. MÉTODO

A metodologia adotada baseou-se em pesquisas desenvolvidas por Correia (2008), Fonseca, Costa e Krüeger (2008) e Klüsener (2009), e se estrutura nas etapas descritas na tabela 1.

Tabela 1. Objetivos específicos, materiais e métodos propostos para a pesquisa

Etapas	Método	Materiais
Seleção das edificações	Análise da implantação do campus e das características físicas dos edifícios no que diz respeito fenestração, orientação solar, entorno e área.	Observação direta, projetos arquitetônicos e complementares
Medições in loco	Segundo método recomendado por normas nacionais; medições internas e externa	Conjunto de 12 fotocélulas com datalogger, conforme NBR 15215-4
Aplicação de questionários	Consulta aos usuários acadêmicos, professores e técnico-administrativos	Questionários com perguntas abertas e fechadas diferenciados para cada grupo de usuário
Análise da iluminação natural e artificial	Comparação dos resultados com os valores de níveis de iluminância recomendados pela NBR 5413 – Iluminância de interiores e com a percepção dos usuários	Sistematização dos resultados em tabelas, textos, gráficos e outros instrumentos de análise Programa Lumaticenter (cálculo de níveis de iluminância)
Características do sistema de iluminação	Observação in loco e consulta ao projeto elétrico e ao setor de manutenção (estado de conservação, funcionamento, distribuição, acionamento)	Registro em tabela padrão, levantamento fotográfico, registro em plantas e elevações dos ambientes selecionados
Configuração dos sistemas de iluminação	Observação in loco de cores e texturas de pisos, paredes, teto e mobiliário, aberturas (vidros, caixilhos), proteções solares internas e externas, estado de manutenção e conservação	Registro em tabela padrão, levantamento fotográfico, registro em plantas e elevações dos ambientes selecionados
Condições do entorno imediato	Observação in loco de obstruções do céu visível, medições de dimensões in loco de obstruções externas, construção de projeções estereográficas	Registro em planilhas padronizadas, registro em plantas e elevações dos ambientes selecionados
Levantamento de problemas e potencialidades	Verificação do nível de eficiência energética, comparação com medições in loco efetuadas e descrição de aspectos positivos e negativos dos sistemas de iluminação e variáveis que influenciaram sua eficiência	Sistematização dos resultados em tabelas, textos, gráficos e outros instrumentos de análise
Proposição de melhorias	Indicação de alternativas e adequações com reavaliação do nível de eficiência atingido segundo RTQ	Registro em planilhas indicadas no regulamento, cálculos manuais, digramas, tabelas, plantas e elevações ilustrativos
Proposição de diretrizes	Generalização de conclusões	

### 4. RESULTADOS PARCIAIS

Nesta etapa da pesquisa foram feitos os levantamentos físicos (caracterização de aberturas para iluminação natural, dimensões das salas, cores e texturas de superfícies e móveis), circuitos para iluminação, lâmpadas e luminárias através de observações in loco para nove salas e aplicados questionários junto a 86 usuários (alunos e professores) de salas de aula consideradas típicas para o campus. A tabela 2 traz resultados obtidos para algumas salas levantadas.

Tabela 2. Problemas e potencialidades para as salas de acordo com levantamentos

Centro	Sala / prédio	Problemas	Potencialidades
CT	218 / 7	orientação solar (leste); distribuição dos circuitos não paralelos à janela; número de circuitos para iluminação insuficientes; sem luminárias junto ao quadro; sem controle de luz natural (vidros opacos); luminárias sem elementos antiofuscamento; distância luminária e superfície da tarefa visual	cores de pisos, paredes e tetos cores de mobiliário cor do quadro-negro janelas sem obstrução externa próxima proteções solares externas
CCNE	1146 / 17	orientação solar (oeste); distribuição dos circuitos não paralelos à janela; número de circuitos para iluminação insuficientes; sem luminárias junto ao quadro; luminárias sem elementos antiofuscamento; distância luminária e superfície da tarefa visual; sem controle de luz natural; tamanho das janelas	cores de pisos, paredes e tetos cores de mobiliário cor do quadro-negro
CE	3178	distribuição dos circuitos não paralelos à janela; número de circuitos para iluminação insuficientes; sem luminárias junto ao quadro; luminárias sem elementos antiofuscamento; presença de obstrução externa reduz luz natural	orientação solar (norte) cortinas tipo persianas em bom estado para controle da luz natural
CCR	5234 / 44	orientação solar (oeste); distribuição dos circuitos não paralelos à janela; número de circuitos para iluminação insuficientes; sem luminárias junto ao quadro; sem controle de luz natural (vidros opacos); luminárias sem elementos antiofuscamento; distância luminária e superfície da tarefa visual	cores de pisos, paredes e tetos cores de mobiliário cor do quadro-negro janelas sem obstrução externa próxima

Em relação à aplicação dos questionários, encontrou-se que cerca de 79% dos entrevistados consideram as salas de aula analisadas claras contra 16% que as consideram escuras; 47% consideram a iluminação natural adequada, contra 32% que a consideram inadequada; já 86% consideram a iluminação artificial suficiente. Entre os fatores que mais incomodam os usuários das salas, encontram-se o ofuscamento provocado pela luz provinda de janelas (11%), ausência de elementos que controlem a insolação direta através de janelas (11%), limpeza das áreas envidraçadas das janelas que obstruem a entrada de luz natural (18%) e películas opacas sobre os vidros (27%). Estes resultados corroboram as análises feitas a partir da observação in loco apresentadas no item anterior.

A partir da análise dos resultados são feitas algumas sugestões para melhorar as condições de iluminação natural e artificial das salas consideradas nesta etapa da pesquisa mostradas na tabela 3.

Tabela 3. Sugestões de melhorias para as salas de aula analisadas

Iluminação	Melhorias
Natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- remoção das películas/pintura dos vidros;</li> <li>- inclusão de cortinas translúcidas e claras nos ambientes que recebem insolação direta;</li> <li>- limpeza periódica dos vidros para remoção de poeira;</li> <li>- pintura em cor clara de superfícies verticais de obstrução externa (coeficiente de reflexão maior ou igual a 70%);</li> <li>- pintura de tetos e paredes internas em cor clara (coeficiente de reflexão maior ou igual a 70%);</li> <li>- superfícies internas foscas (móveis, quadros, paredes).</li> </ul>
Artificial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução da distância entre a luminária e a superfície da tarefa visual através de pendentes (conforme especificações dos fabricantes);</li> <li>- manutenção periódica das lâmpadas e luminárias;</li> <li>- distribuição de luminárias uniforme e em circuitos independentes paralelos à parede que contém as janelas;</li> <li>- criar circuito de iluminação específico para área de quadro.</li> </ul>

Em continuação desta pesquisa, pretende-se medições in loco e sua adequação ao regulamento brasileiro para eficiência energética de edifícios.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR15215: Iluminação natural: parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Método de medição. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Lei N. 10.295. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. 2001.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria N. 372. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ). 2010.
- CORREIA, Andreia Gurgel Umbelino. Avaliação pós-ocupação da iluminação natural das salas de setores de aula teóricas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2008.
- FONSECA, Suzana Damico; COSTA, Andréa de Souza; KRÜGER, Eduardo L. Aplicação da regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética em sala de aula da UTFPR. In: 12. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Fortaleza. 2008. Anais... Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- KLÜSENER, Cibele. Aplicação do Regulamento para Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética de Edifícios: o caso do Centro de Tecnologia da UFSM. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2009.
- LAMBERTS, R.; GOULART, S., CARLO, J., WESTPHAL, F., PONTES, R. A. Regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos. In: 9. 5. Encontro Nacional e Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto. 2007. Anais... Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. P. 1019-1028.
- MASCARÓ, Lúcia. Iluminação natural nos edifícios. Porto Alegre. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apostila da Disciplina Habitabilidade nas Edificações. 1980.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Fundo de Incentivo à Pesquisa da UFSM pela concessão de bolsa para acadêmico e ao Conselho Nacional de Pesquisa pela concessão de recursos financeiros para aquisição de equipamentos.