

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO SEDE DA TELESC : RETROFIT DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E SIMULAÇÃO

GRASSO R., Pilar A.(1); GHISI, E. (2); LAMBERTS, Roberto (2)

(1) Eng^a Civil, Mestranda em Engenharia, Pesquisadora do LabEEE; E-mail:
pilar@npc.ufsc.br

(2) Eng^o Civil, MSc. em Engenharia, Pesquisador do LabEEE; E-mail:
ecv3egh@ecv.ufsc.br

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
UFSC - CTC - ECV - NPC - CEP 88040-900 - Cx. Postal 476

Fone: (048) 331-9598 Ramal 26

(3) Eng^o Civil, PhD, Professor do Depto. de Eng. Civil
UFSC - CTC - ECV - NPC - CEP 88040-900 - Cx. Postal 476

Fone: (048) 331-7090; E-mail: lamberts@ecv.ufsc.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados obtidos no estudo de *retrofit* do sistema de iluminação do edifício sede da Telesc – Telecomunicações de Santa Catarina – localizado em Florianópolis. Realiza-se o projeto luminotécnico dos diferentes ambientes do prédio em função dos níveis de iluminação exigidos para cada tarefa e avalia-se o potencial de conservação de energia elétrica. Como forma de avaliar a redução do consumo de ar condicionado em função da redução da carga de iluminação, são realizadas simulações no programa computacional VisualDOE.

1. INTRODUÇÃO

A participação do setor de edificações no consumo geral de energia no Brasil representa uma significativa parcela a ser considerada em qualquer programa de conservação de energia elétrica, 42% (**PROCEL, 1993**). Neste sentido, ações dirigidas à geração e distribuição não podem estar dissociadas daquelas destinadas à utilização final de energia. Isto significa dizer que, no que concerne à edificação, a variável “consumo de energia” passa a ser um importante critério de projeto e parâmetro de avaliação do desempenho da edificação.

As ações orientadas para a racionalização do consumo de energia têm-se pautado pela tônica do avanço tecnológico dos equipamentos e sistemas de controle prediais. Muito pouco se tem feito no campo do projeto da edificação. A questão tal como colocada parece de fácil resolução, bastando para tanto, maior conscientização do meio técnico e do usuário no sentido de incorporar o consumo de energia como parâmetro de projeto. O cálculo das grandezas que definem o desempenho térmico da edificação é bastante complexo e laborioso. No entanto, vários instrumentos, utilizando recursos

computacionais, foram desenvolvidos nos últimos 20 anos vindo a facilitar tal tarefa. Faz-se necessária, porém, maior difusão de tais instrumentos no nosso meio técnico.

Com o objetivo de implementar medidas de conservação de energia elétrica, o PROCEL (Programa de Conservação de Energia Elétrica) coordena um projeto no qual a Metodologia de Avaliação Energética Predial será aplicada em seis cidades brasileiras. Este projeto, denominado “Seis Cidades”, possui como objetivo final a aplicação de *retrofit* em dois prédios para cada cidade inserida no projeto. O *retrofit* consiste no estudo de otimização energética do prédio e na implementação das medidas de conservação por ele determinadas. O prédio da Telesc – Telecomunicações de Santa Catarina - é um dos prédios selecionados na cidade de Florianópolis (GRASSO, 1997).

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de redução do consumo de energia elétrica do edifício sede da Telesc da cidade de Florianópolis, propondo-se o *retrofit* do sistema de iluminação e analisando-o também através do programa computacional VisualDOE. Este programa realiza simulações horárias de desempenho térmico e prediz o uso e custos horários da energia consumida em uma edificação.

2. METODOLOGIA

Inicialmente fez-se um levantamento detalhado das características construtivas, das cargas instaladas, do sistema de faxina e manutenção, assim como seus períodos de funcionamento e ocupação.

Diante da existência de vários tipos de paredes foram necessárias medições de refletância em todas elas. Estas medições foram realizadas com o auxílio de um luxímetro portátil (MINIPA, modelo MLM-1332), através do método do Papel Branco.

A verificação dos níveis de iluminação dos ambientes, através da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral, foi obtida através da média de uma malha retangular de pontos de aproximadamente 3x3m. Foram realizadas medições dos diversos ambientes.

A escolha do método para cálculo do novo sistema de iluminação, Método dos Lúmens, foi buscando um método simples e conhecido dos profissionais da área. Além de ser o mais indicado para situações em que se deseja garantir uma iluminação de projeto sobre toda a área de trabalho. GHISI (1997) propôs uma simplificação do Método dos Lúmens através do coeficiente de utilização e comparação entre tipos de luminárias, que foi o método utilizado neste trabalho. Os novos níveis de iluminação média dos ambientes considerados no projeto luminotécnico foram obtidos de acordo com a NBR 5413–Iluminância de Interiores – Procedimento(ABNT 1991).

Avaliando-se o potencial de conservação de energia elétrica do prédio apenas em função da redução do consumo de iluminação e de seu uso final não se verifica a redução do consumo de ar condicionado em função da redução das cargas em iluminação. Diante disso, buscou-se um programa computacional que fornece tais parâmetros. O programa utilizado foi o VisualDOE, desenvolvido pelo Lawrence Berkeley Laboratory (USA), que realiza simulações energéticas em função do clima, do regime de utilização do prédio, dos dados construtivos, dos equipamentos, do sistema de iluminação, do sistema de ar condicionado e das tarifas.

Para realizar a simulação de uma edificação no programa VisualDOE precisa-se caracterizar detalhadamente a edificação. São inseridos ao programa detalhes dos elementos construtivos e dados de rotinas de ocupação, horário de acionamento e desligamento da iluminação, dos equipamentos e características do sistema de ar condicionado, além do histórico do consumo de energia mensal do ano simulado. São necessários, também, os dados de memória de massa que são importantes para a obtenção de padrões de uso de equipamentos, de iluminação e de ar condicionado. E alguns dados complementares, como informações de plantas arquitetônicas (planta baixa e cortes), projeto de ar condicionado, diagrama unifilar, catálogos de equipamentos .

O arquivo climático necessário como dado de entrada corresponde a um ano de dados climáticos horários. Foram utilizados dois arquivos climáticos: na fase de calibração do modelo utilizou-se os dados do clima do ano de 1995, na simulação da proposta de *retrofit* de iluminação utilizou-se o TRY (Test Reference Year) de Florianópolis (GOULART, 1993) que corresponde a um ano representativo de dez anos de dados climáticos horários.

Depois do modelo já calibrado admitem-se os novos valores obtidos de densidade de iluminação para os diferentes ambientes para simular a alternativa de *retrofit* de iluminação. A comparação é feita entre o caso base, que seria o modelo calibrado, e a alternativa, ambos simulados com arquivo climático TRY.

4. RESULTADOS

4.1. Levantamento de Dados

O edifício sede da Telesc situado no bairro de Itacorubi, em Florianópolis, foi inaugurado em 1976. O prédio tem formato em Y e possui uma área construída de 10.250 m². Além do térreo, é composto de mais 3 pavimentos superiores, onde são realizadas, exclusivamente atividades de escritório. Apresenta uma densidade de iluminação de 22W/m² correspondendo a 28% do consumo total em energia elétrica.



Figura 1. Prédio Sede da Telesc

O sistema de iluminação existente é composto por lâmpadas fluorescentes de 110W nos escritórios do primeiro e segundo andares, e lâmpadas fluorescentes de 40W e 32W nas salas do piso térreo. Nos corredores existem lâmpadas fluorescentes de 20W. Todas as lâmpadas possuem reatores de partida rápida.

Nos locais com forro, existem luminárias com aletas antiofuscantes embutidas (Figura 2), dificultando a manutenção. E nos locais em que não há forro, existem luminárias com refletor branco e abas laterais.

O sistema de acionamento é setorizado fazendo que em alguns momentos grandes áreas fiquem ligadas com um baixo número de ocupação, fato que ocorre geralmente quando é feita a faxina.



Figura 2. Detalhe das luminárias

A iluminação é ligada em torno das 7:00hs e desligada aproximadamente às 21:30hs, horário em que o pessoal da limpeza deixa o prédio.

O quadro de potência instalada em iluminação consta na tabela 1.

Tabela 1. Potência Instalada em Iluminação

Tipo de Lâmpada	Lâmpadas Fluorescentes					Lâmpadas Incandescentes			Lâmp. Vapor Mercúrio	Lâmp. Holofotes
	15W	20W	32W	40W	110W	25W	60W	100W	150 W	500 W
Pavto Térreo	60		12	444	65			1		
1º Pavto		144		20	612					
2º Pavto		188	60	20	598					
3º Pavto							6		6	
Circ. Central				48		21	25			
Escadas				80						
Ilum. marquise				115						
Ilum. Externa										
Somatório	60	332	72	727	1275	21	31	1	6	62
Total (W)/tipo	3600	6640	2304	29080	140250	525	961	100	900	31000
Total (W) c/ ilum. ext.										269.200,0*
W/m ²										26,1
Total (W) s/ ilum. ext.										229.372,5*
W/m ²										22,3

* Considerando-se perda de reator de 25%.

As densidades de iluminação levantadas para cada tipo de ambiente são representadas na Tabela 2.

Tabela 2. Densidades de Iluminação Encontradas.

Ambientes	W/m²
Escritórios	28,00
Banheiros Azuis	11,13
Banheiros Cinzas	14,60
Salas da Faxina	25,00
Escadas Externas	7,60
Hall Central	9,70
Salas da Pres./Dir.	30,00
Corredores	10,15

4.2. Medições de Refletância e Iluminância

As refletâncias encontradas são as apresentadas na tabela 3.

Tabela 3. Refletância dos Diferentes Tipos de Paredes do Prédio.

Ambientes	Tipo de Paredes	Refletância Média (%)
Salas Dir./ Pres.	Divisórias Bege	65
Banheiro	Azulejos Azuis	71
Banheiro	Azulejos Cinzas	62
Hall Central	Mármore Marrom	60
Hall Superior	Divisória de Madeira	25
Escritórios	Divisórias de Vidro	-
Corredores	Paredes brancas	-

No projeto de iluminação foram consideradas refletância de paredes de 50%, 30% e 10%, que são as que mais se aproximam das refletâncias medidas e por serem as que se encontram nos catálogos técnicos de iluminação.

A tabela 4 apresenta as iluminâncias médias obtidas nos principais ambientes da edificação.

Tabela 4. Iluminância dos Ambientes

Ambientes	Iluminância Média Atual (lux)
Escritórios	170
Banheiros Cinzas	175
Banheiros Azuis	144
Corredores	129
Hall Central	56
Sala Pres./Dir.	230

Pela tabela 4 verifica-se que as iluminâncias medidas nos escritórios (170 lux) e nas salas da presidência/Diretoria (230 lux) são realmente baixas se comparadas com as exigidas pela norma. A NBR 5413 sugere para estes ambientes uma iluminância de 500 lux. O mesmo ocorre com os banheiros onde a norma sugere 200 lux e estes apresentam níveis de iluminação mais baixos, em torno de 150 lux. Para corredores e circulações a norma sugere 100 lux, sendo este um nível superior ao encontrado no hall central (56 lux) e satisfatório nos corredores (129 lux).

4.3. Projeto Luminotécnico

O sistema de iluminação foi determinado propondo-se substituição de luminárias e lâmpadas ineficientes por lâmpadas de 32W (95 lm/W) para as salas de escritórios e de 16W (75lm/W) para corredores e banheiros, todos os conjuntos com reatores eletrônicos; e luminárias com refletores de alumínio sem aletas com duas lâmpadas, visto que o custo de uma luminária para duas lâmpadas é praticamente igual a uma luminária para uma lâmpada.

O projeto luminotécnico foi calculado propondo-se níveis de iluminação para banheiros, escadas e circulações sugeridos pela NBR 5413 (100 lux para escadas e circulações, 200 lux para banheiros). Para as salas de escritórios a norma sugere 500 lux, e foram encontrados nas medições iluminâncias médias entre 170 lux e 230 lux. Portanto calculou-se o projeto luminotécnico para as salas de escritórios estimando-se uma iluminância de 300 lux. Porém, sugere-se a utilização de iluminação localizada caso exista insatisfação de algum usuário.

Não foi proposto mudança do sistema de iluminação na área central do CGI – Centro de Gerenciamento Integrado, no auditório nem na administração central, pois estes locais já possuíam um sistema eficiente (luminárias com refletor branco e lâmpadas de 32W no CGI e na Administração Central e lâmpadas fluorescentes compactas no auditório).

Tendo-se as medições realizadas e os ambientes definidos, seguindo-se a metodologia de **GHISI (1997)**, obteve-se as seguintes reduções no consumo de iluminação e iluminâncias para o novo sistema proposto (tabela 5).

Tabela 5. Resultados Obtidos Através do Projeto Luminotécnico

Ambientes	Área (%)	W/m ²	Redução (%)	Iluminância Pós Retrofit (lux)
Escritórios	50,0	6,20	77,9	315
Banheiros Azuis	1,0	9,95	10,6	270
Banheiros Cinzas	5,0	6,80	53,4	256
Salas da Faxina	0,6	11,8	52,8	244
Escadas Externas	2,0	4,10	46,1	155
Hall Central	6,5	2,30	76,3	139
Salas da Pres./Dir.	12,0	7,10	76,3	319
Corredores	12,0	3,40	66,5	129
Redução Média (Pond.) em %			65,0	

* as iluminâncias indicadas para o sistema pós-retrofit são os valores estimados após dois anos, que é o período de manutenção adotado no projeto.

Como visto na tabela 5 obteve-se uma redução média no consumo de iluminação de 65%. Sendo que a maior redução ocorre nos escritórios, 78%, pois além de apresentarem o pior sistema de iluminação instalado, lâmpadas de 110W com aletas anti-ofuscantes, representam 50% da área útil do prédio.

4.4. Simulação no Programa VisualDOE.

Após a calibração do modelo no programa obteve-se uma diferença entre o consumo total do prédio e o consumo total do caso base calibrado de 1,7%, e a comparação entre os usos finais de ambos consta na figura 3.

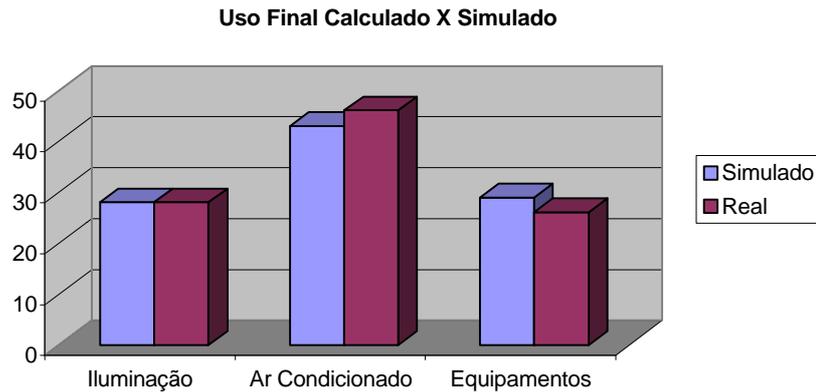


Figura 3. Usos Finais

Simulando-se o modelo calibrado com o novo sistema de iluminação, considerando-se as densidades de iluminação encontradas no projeto luminotécnico, obteve-se os valores apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Resultado da Simulação

Mês	Consumo do Caso Base (W)	Consumo Pós-Retrofit (W)	Varição (W)	Varição (%)
Janeiro	333.179	277.783	55.396	16,6
Fevereiro	297.879	247.170	50.709	17,0
Março	334.351	276.263	58.088	17,4
Abril	256.234	206.944	49.290	19,2
Maiο	228.499	175.352	53.147	23,3
Junho	216.421	165.646	50.775	23,5
Julho	218.187	168.961	49.226	22,6
Agosto	225.035	172.213	52.822	23,5
Setembro	217.518	168.575	48.943	22,5
Outubro	276.521	219.409	57.112	20,7
Novembro	302.284	243.134	59.150	19,6
Dezembro	308.213	254.097	54.116	17,6
Total	3.214.321	2.575.547	638.774	19,9

Verifica-se que pelo programa, a alteração do sistema de iluminação do prédio acarretará em uma redução de 19,9% do consumo total de energia elétrica.

4.6. Avaliação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica

Considerando-se a redução de 65% do consumo total de iluminação obtido através do projeto luminotécnico (tabela 5), e o uso final de 28% pode-se verificar uma redução de 18,2% no consumo total de energia elétrica. De forma comparativa, o resultado da simulação forneceu uma redução um pouco maior, de 19,9% do consumo total de energia elétrica.

A diferença entre a redução obtida no projeto luminotécnico e a a redução obtida na simulação é de 1,7%. Uma diferença não muito grande se verificado que o programa considera a diminuição do consumo de ar condicionado em função das cargas térmicas geradas pelo sistema de iluminação. Esta pequena diferença pode ser justificada pelo total das cargas térmicas em iluminação no caso base simulado representam apenas 20%

do total de cargas térmicas a serem eliminadas pelo sistema de ar condicionado.

5. CONCLUSÕES

A diferença na redução do consumo total de energia elétrica encontrada foi de 1,7%, calculando-se o projeto luminotécnico pelo método proposto por **GHISI (1997)** e fazendo-se a simulação no programa VisualDOE2.5. Uma diferença considerada pequena. Assim, pode-se dizer que em edificações que possuem pequena influência da iluminação nas cargas térmicas, avaliar o potencial de conservação de energia elétrica através da redução no consumo de iluminação e seu uso final já mostraria a redução no consumo total do prédio bastante próxima da realidade.

Verifica-se, então, que o edifício sede da Telesc, realmente, apresenta um sistema de iluminação ineficiente e poderia economizar cerca de 20% do consumo total de energia elétrica apenas substituindo o sistema de iluminação. Ressaltando que este sistema é o que pode ser mais facilmente alterado para obter redução no consumo, pois além da facilidade de realizar um projeto luminotécnico, fazer as substituições das luminárias é uma atividade bastante rápida além do payback em iluminação geralmente ser pequeno. Outra vantagem que o projeto luminotécnico forneceu foi o aumento nos níveis de iluminação dos ambientes que acarretarão uma provável satisfação aos usuários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (1991). *NBR 5413 - Iluminância de interiores - Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 13 p.
- GHISI, E. (1997). *Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina*. Dissertação de mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 246 p.
- GRASSO R., P. A. (1997). *Avaliação Energética de um edifício comercial da cidade de Florianópolis*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- GOULART, S. (1993). *Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações em Florianópolis*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- PROCEL (1993). *Manual de conservação de energia elétrica em prédios públicos e comerciais*. PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 3ª edição .