

## ESTUDO DE MELHORIA NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DA UFSC

**Michele Matos (1); Fernando Simon Westphal (2); Roberto Lamberts (3)**

(1) Acadêmica Eng. Civil. e-mail: [michele@labeee.ufsc.br](mailto:michele@labeee.ufsc.br)

(2) Eng. Civil, M. Eng. e-mail: [fernando@labeee.ufsc.br](mailto:fernando@labeee.ufsc.br)

(3) Eng. Civil, PhD. e-mail: [lamberts@ecv.ufsc.br](mailto:lamberts@ecv.ufsc.br)

Universidade Federal de Santa Catarina

ECV/NPC/LabEEE – Campus Universitário – Trindade

Caixa Postal 476 – CEP 88040-900 – Fone (48) 331-5184 – Fax 331-5191

### RESUMO

Este artigo apresenta os resultados obtidos através de levantamento das características do sistema de iluminação artificial atualmente instalado na UFSC. Para tal foram realizadas visitas *in loco* nas quais parâmetros relacionados ao ambiente físico e à iluminação foram observados. Os dados levantados restringiram-se às salas de aula, administrativas e de professores por possuírem níveis de iluminação semelhantes e padrão de uso regular. Juntos esses locais representam 19% da área total construída no campus universitário. O levantamento compreende uma área de 33.649 m<sup>2</sup>, porém apenas 13% (4.369 m<sup>2</sup>) desse total possuem iluminação eficiente, comprovando o alto potencial de economia de energia elétrica com um *retrofit* em iluminação. Estima-se que a substituição do sistema atual por um sistema mais eficiente proporcionaria uma redução de 10,2% no consumo e 14,8% na conta de energia elétrica da cidade universitária.

### ABSTRACT

This paper presents the results achieved through a survey of the characteristics of the artificial lighting system currently installed at UFSC. Visits "in loco" were realized where parameters related to the physical environment and the lighting system were observed. The survey was focused on classrooms and office spaces, because these zones have the same lighting levels and regular schedules. Together these rooms constitute 19% of the total built area at the University. This area totalizes 33,649 m<sup>2</sup>, however only 13% (4,369 m<sup>2</sup>) have an efficient lighting system, confirming the high electrical energy saving potential that would be provided with a retrofit of the lighting system. The replacement of the current system by a more efficient one would provide a reduction of about 10.2% in the electric energy consumption and 14.8% in the electrical bill of the Federal University of Santa Catarina.

### 1. INTRODUÇÃO

Temendo o risco de falha no abastecimento de energia elétrica do país, o governo federal determinou a redução no consumo de energia no setor público. Em 6 de janeiro de 2000, o decreto nº 3.330 determinou que os prédios públicos deveriam reduzir em 20% o seu consumo de energia elétrica até 31 de dezembro de 2002 (BRASIL, 2000). Em 15 de maio de 2001, o decreto nº 3.818 determinou uma redução até março de 2002 de 35% a partir do mês de julho de 2001 (BRASIL, 2001). O decreto nº 4.131 determinou redução, a partir de fevereiro de 2002, de 17,5% na média do consumo mensal tendo por referência o mesmo mês do ano 2000 (BRASIL, 2002). Em 2001 foi instaurado no campus

universitário o PRUEN, Programa de Racionalização do Uso de Energia Elétrica na UFSC, que tem por objetivo a redução do consumo e gastos com energia elétrica na universidade, buscando alternativas e soluções viáveis.

O aumento do consumo de energia elétrica do campus universitário justificado pelo aumento da área construída e aquisição de novos equipamentos, como micro computadores e aparelhos condicionadores de ar, gera dificuldades em atingir as metas propostas pelo governo federal. Dados levantados por Ghisi (1997) indicam um uso final de maior representatividade para o sistema de iluminação artificial, com 63% de participação no consumo total anual do campus. Desse modo, a partir do levantamento do sistema de iluminação artificial da UFSC procurou-se localizar os setores passíveis de mudanças que gerassem uma redução significativa do consumo de energia.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é verificar as condições reais do sistema de iluminação atualmente instalado na UFSC a fim de que se possa propor um *retrofit* para o sistema; recomendações para a contratação de novos projetos de iluminação e especificações para a compra de novos produtos.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Levantamento do Sistema de Iluminação**

Os locais visitados foram divididos em setores, quais sejam, salas de aula, administrativas e de professores. Durante as visitas foram observadas características quanto ao ambiente físico e ao sistema de iluminação artificial. A análise da iluminação se restringiu a observar o tipo de lâmpada e sua potência bem como o tipo de luminária e refletor utilizados. Os locais foram fotografados para melhor ilustrar a situação em que o sistema de iluminação da universidade se encontra.

### **3.2 Proposta de *Retrofit***

Um novo sistema de iluminação em substituição ao antigo é proposto para os ambientes da universidade, segundo as especificações apresentadas por Ghisi (1997) para projetos eficientes no campus e de acordo com a metodologia apresentada por Westphal et al (2002). A metodologia consiste em estimar o número total de luminárias existentes nos ambientes e conhecendo-se os valores das respectivas áreas, determinar a razão luminárias/m<sup>2</sup>. Aplicando-se este coeficiente ao total de área construída por tipo de iluminação para cada tipo de ambiente (salas de aula, administrativas e professores) obtém-se a quantidade aproximada de luminárias necessárias para o *retrofit* geral. A partir das informações levantadas sobre o sistema de iluminação artificial e da potência de cada conjunto de lâmpadas e reatores, estima-se o consumo anual de energia elétrica do sistema atual, considerando-se um padrão de uso de 10 horas diárias (dias letivos). A mesma estimativa é feita para o sistema proposto. Aplicando-se as tarifas de energia elétrica sobre os dados de consumo e demanda, estimados para os dois sistemas, obtém-se a economia anual que poderia ser atingida nas contas de energia elétrica da UFSC devido ao *retrofit*. O projeto luminotécnico prevê que as paredes tenham refletância em torno de 70% (pintura com cor clara), o que não ocorre atualmente, principalmente nas salas de aula, por possuírem paredes de tijolo aparente cuja refletância média estimada por Ghisi (1997) é de 38% .

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Sistema de Iluminação do Campus**

A área total do Campus é de 220 mil m<sup>2</sup>, sendo que 41,3 mil m<sup>2</sup> são ocupados por salas de aula, administrativas e de professores, o que corresponde a 19% do total. A área analisada corresponde a 33.649 m<sup>2</sup>, ou seja, 15% do total. Os dados levantados *in loco* restringiram-se à esses locais por

possuírem níveis de iluminação semelhantes e padrão de uso regular, permitindo uma análise generalizada.

Durante as visitas técnicas constatou-se que o sistema de iluminação do campus é composto na sua maioria por lâmpadas fluorescentes de 40W e 65W e por luminárias com refletores brancos. As luminárias com refletores de alumínio sem aletas representam a melhor solução em termos de minimização de carga instalada em iluminação e custo de instalação, seguidas pelas luminárias com refletor de alumínio e aletas brancas, para qualquer refletância de parede. Desta forma, Ghisi (1997) sugeriu a utilização da primeira em ambientes sem necessidade de controle de ofuscamento e a segunda quando as instalações do ambiente exigem esse controle. A Tabela 1 apresenta os locais que continham os dados completos de áreas, visitados durante o estudo. O significado dos códigos utilizados para indicar o sistema de iluminação levantado é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 1- Locais visitados, áreas e respectivos sistemas de iluminação.**

CENTRO / DEPARTAMENTO	AULA		ADMINISTRAÇÃO		PROFESSORES	
	Luminária /Lâmpada	Área (m <sup>2</sup> )	Luminária/ Lâmpada	Área (m <sup>2</sup> )	Luminária /Lâmpada	Área (m <sup>2</sup> )
BU		0	RBSA58	457		0
CCE -Bloco A	SRSA40	758	SRSA40	874	SRSA40	1.320
CCJ	RAAA32	593	RAAA32	289	RAAA32	348
CCS	RBSA65	1.419	SRSA40	854	RBSA40	968
CDS	SRSA65	941	RBSA40	146	RBSA40	132
CED	SRSA40	758	RBSA32	844	RBSA32	580
CFH	SRSA65	1.174	SRSA40	630	RBSA40	953
CFM	SRSA40	901	SRSA40	904	SRSA40	1.770
CA – Bloco A	SRSA40	387	SRSA40	232	SRSA40	44
CA – Bloco B	RBSA40	458	RBSA40	66	RBSA40	43
CA – Bloco C	SRSA40	48		0	SRSA40	133
CA – Bloco D	RBSA65	674	RBSA65	50		0
Convivência	SRSA40	56	SRSA40	201		0
CSE	RBSA65	2.022	RBSA40	583	RBSA40	796
CTC – Bloco A	RBSA40	79	RBSA40	89		0
CTC – Bloco B	RBSA65	1.736		0		0
CTC – Bloco C	RBSA40	97	RBSA40	138	RBSA40	344
CTC – Bloco D	RBSA110	48	RBSA110	24	RBSA110	139
CTC – Bloco E	SRSA65	866	SRSA65	137	SRSA65	105
DAC	SRSA40	134	SRSA40	68		0
DAE		0	SRSA40	202		0
DAEx		0	RAAB32	69		0
DAG	RBSA110	146	RBSA110	209		0
ECV	RASA32	268	RASA32	240	RASA32	1.456
ETUSC		0	RASA32	115		0
IU		0	SRSA40	90		0
MUSEU		0	RBSA32	54		0
NDI	SRSA40	502	SRSA40	34		0
Projeto LARUS	SRSA40	24	SRSA40	26		0
PU		0	SRSA40	348		0
REITORIA 1		0	RAAB32	990		0
REITORIA 2		0	RBSA40	1.165		0
REITORIA 3		0	RBSA65	100		0
RU		0	SRSA40	201		0
<b>TOTAL</b>		<b>14.088</b>		<b>10.430</b>		<b>9.132</b>

**Tabela 2- Significado da nomenclatura adotada para classificar os tipos de sistema de iluminação.**

<b>Código</b>	<b>Tipo de Luminária</b>
SRSA	Sem refletor e sem aletas
RBSA	Refletor branco sem aletas
RASA	Refletor de alumínio sem aletas
RBAB	Refletor e aletas brancos
RAAA	Refletor e aletas de alumínio
RAAB	Refletor de alumínio e aletas brancas
RBCD	Refletor branco com difusor leitoso

Nos prédios que já possuem luminárias e lâmpadas mais eficientes deve-se avaliar o nível de iluminação proporcionado. Algumas edificações mais recentes possuem equipamentos de iluminação eficientes mas apresentam níveis de iluminamento perceptivelmente elevados, ocasionando consumo desnecessário de energia elétrica. Segundo Westphal et al (2002), atualmente as salas de aula e as salas administrativas desta universidade apresentam uma potência média instalada em iluminação de 27,6 W/m<sup>2</sup> e de 30,8 W/m<sup>2</sup>, respectivamente. Estes valores poderiam ser reduzidos através da utilização de tecnologias energeticamente eficientes e adequação dos níveis de iluminamento para valores entre 8 e 10 W/m<sup>2</sup>.

A manutenção adequada do sistema de iluminação é um fator importante e de baixo custo para garantir sua eficiência. Foi observado que muitas luminárias estão sujas ou manchadas, o que diminui a reflexão e rendimento do conjunto. Além disso, existe uma quantidade razoável de lâmpadas queimadas, sujas e com fluxo luminoso notadamente inferior (final de vida útil), resultando em baixa eficiência do sistema.

A Tabela 3 mostra o tipo de iluminação referente a cada setor analisado. Pode-se constatar que 42% das salas de aula possuem lâmpadas de 65W e luminárias com refletor branco sem aletas. Nas salas administrativas e de professores o tipo de luminária mais comum é aquela sem refletor e sem aletas, seguidas pelas luminárias com refletor branco. A lâmpada mais utilizada é a fluorescente tubular de 40W.

**Tabela 3- Tipo de iluminação existente nas salas de aula, administrativas e de professores.**

<b>SISTEMA</b>	<b>AULA</b>		<b>ADMINISTRATIVA</b>		<b>PROFESSORES</b>		<b>TOTAL</b>	
	<b>(m2)</b>	<b>(%)</b>	<b>(m2)</b>	<b>(%)</b>	<b>(m2)</b>	<b>(%)</b>	<b>(m2)</b>	<b>(%)</b>
SRSA40	3.568	25,3	4.664	44,7	3.267	35,8	11.499	34,2
SRSA65	2.980	21,2	137	1,3	105	1,2	3.222	9,6
RBSA32	0	0,0	899	8,6	580	6,4	1.479	4,4
RBSA40	634	4,5	2.187	21,0	3.236	35,4	6.058	18,0
RBSA58	0	0,0	457	4,4	0	0,0	457	1,4
RBSA65	5.851	41,5	149	1,4	0	0,0	6.000	17,8
RASA32	268	1,9	356	3,4	1.456	15,9	2.079	6,2
RAAA32	593	4,2	289	2,8	348	3,8	1.230	3,7
RAAB32	0	0,0	1.060	10,2	0	0,0	1.060	3,1
RBSA110	194	1,4	233	2,2	139	1,5	565	1,7
<b>Total</b>	<b>14.088</b>	<b>100,0</b>	<b>10.430</b>	<b>100,0</b>	<b>9.132</b>	<b>100,0</b>	<b>33.649</b>	<b>100,0</b>

A Figura 1 apresenta o sistema de iluminação utilizado em 42% da área total das salas de aula, ou seja, sistema composto por luminária com refletor branco sem aletas e lâmpadas de 65W (menos eficiente) contra os 6% referentes ao sistema mais eficiente (luminária com refletor de alumínio sem aletas e lâmpadas de 32W). A substituição de luminárias com refletor branco sem aletas por luminárias com refletor de alumínio sem aletas permite uma redução média na carga instalada em iluminação de 28% nesses ambientes.

Do total das salas administrativas visitadas 45% possuem um sistema composto por luminárias sem refletor e sem aletas e lâmpadas de 40W; 21% possuem luminárias com refletor branco sem aletas e lâmpadas de 40W. Considerando também as salas que possuem lâmpadas de 65W e 110W, 84% das áreas administrativas possuem iluminação ineficiente. Um exemplo de sistema ineficiente é encontrado na Prefeitura Universitária (Figura 2), que possui suportes com capacidade para até 4 lâmpadas.



Figura 1- Centro de Ciências da Saúde - CCS



Figura 2- Prefeitura Universitária.

As salas de professores possuem uma parcela mais significativa (16%) de luminárias com refletor de alumínio sem aletas e lâmpadas de 32W, porém 36% desses ambientes possuem luminárias sem refletor, com lâmpadas de 40W e 35% utilizam luminárias com refletor branco sem aletas com lâmpadas de 40W. Em alguns locais da universidade é possível encontrar sistemas de iluminação muito deficientes e outros com excesso de luminárias. Na Figura 3 nota-se que as luminárias estão instaladas entre vigas, um fato comum em algumas edificações do campus. Em outros prédios, a exemplo da Engenharia Mecânica, existem lâmpadas incandescentes nos corredores e em algumas salas, como o que ocorre no Centro de Desportos, onde as lâmpadas estão instaladas apenas com suporte a uma altura considerada exagerada.



Figura 3- Exemplo de iluminação presente em 35% das salas de professores da UFSC – Centro de Ciências da Saúde

## 4.2 Estudo de *Retrofit* para o Campus Universitário

### 4.2.1 Sistema de Iluminação Atual

A partir da estimativa do número de luminárias e levantamento de área construída encontrou-se o número de luminárias instaladas por m<sup>2</sup> por tipo de ambiente no campus universitário. Os resultados obtidos para as salas de aula são apresentados na Tabela 4. O consumo anual de energia elétrica nesse tipo de ambiente foi estimado em 903 MWh, a um custo de R\$ 183.600,00, considerando a tarifa vigente, R\$ 639,59/MWh no período de ponta, R\$ 67,22/MWh fora de ponta e R\$ 7,17/kW de demanda. A densidade de potência média dessas salas é de 25 W/m<sup>2</sup>.

Os resultados obtidos para as salas administrativas estão representados na Tabela 5. Pode-se observar que a densidade de potência nessas salas é relativamente alta (38 W/m<sup>2</sup>) se comparada com os outros ambientes. O consumo de energia elétrica para as salas administrativas foi estimado em 801 MWh/ano, gerando um custo anual de R\$ 167.000,00.

**Tabela 4- Estimativa de custo anual em iluminação nas salas de aula do campus.**

Tipo de Iluminação	RBSA65	SRSA40	SRSA65	RBSA40	RBSA110	Total
Área (m <sup>2</sup> )	5851	3568	2980	634	194	<b>13.227,25</b>
Luminárias/m <sup>2</sup>	0,1569	0,1886	0,1558	0,3644	0,1413	
Nº Luminárias	918	673	464	231	27	<b>2.314</b>
Potência por Luminária (W)	147	100	147	100	275	
Potência Total (kW)	135	67	68	23	8	<b>301</b>
Densidade de Potência (W/m <sup>2</sup> )	23,06	18,86	22,91	36,44	38,86	<b>25,08</b>
Consumo Anual (MWh)	405	202	205	69	23	<b>903</b>
Custo Anual de En. Elétrica (R\$)	82.257	41.015	41.621	14.089	4.595	<b>183.577</b>

**Tabela 5- Estimativa de custo anual em iluminação nas salas administrativas do campus.**

Tipo de Iluminação	SRSA40	RBSA40	RBSA32	RBSA58	RBSA110	RBSA65	SRSA65	Total
Área (m <sup>2</sup> )	4664	2187	899	457	233	149	137	<b>8.726</b>
Luminárias/m <sup>2</sup>	0,4444	0,3937	0,2936	0,1184	0,0977	0,1184	0,1184	
Nº Luminárias	2073	861	264	54	23	18	16	<b>3.308</b>
Pot. por Luminária (W)	100	100	80	145	275	147	147	
Pot. Total (kW)	207	86	21	8	6	3	2	<b>334</b>
Dens. Potência (W/m <sup>2</sup> )	44,44	39,37	23,49	17,16	26,87	17,40	17,40	<b>38,23</b>
Consumo Anual (MWh)	497	207	51	19	15	6	6	<b>801</b>
Custo An E.E. (R\$)	103.761	43.109	10.566	3.929	3.127	1.301	1.189	<b>166.983</b>

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para as salas de professores. A densidade de potência média para esse tipo de ambiente é de 32W/m<sup>2</sup>. O consumo de energia elétrica para as salas de professores foi estimado em 560 MWh/ano, gerando um custo anual de R\$ 116.700,00. Considerando-se os três tipos de ambiente analisados, estima-se um consumo anual de 2,3GWh, que corresponde a 21% do consumo do campus em 2001 (último ano com dados disponíveis), resultando num custo anual de R\$ 467,3 mil com energia elétrica para iluminação destas salas.

**Tabela 6- Estimativa de custo anual em iluminação nas salas de professores do campus.**

Tipo de Iluminação	SRSA40	RBSA40	RBSA32	RBSA110	SRSA65	Total
Área (m <sup>2</sup> )	3267	3236	580	139	137	<b>7.358</b>
Luminárias/m <sup>2</sup>	0,3546	0,2931	0,2880	0,1786	0,1179	
Nº Luminárias	1158	948	167	25	16	<b>2.315</b>
Potência por Luminária (W)	100	100	80	275	147	
Potência Total (kW)	116	95	13	7	2	<b>233</b>
Densidade de Potência (W/m <sup>2</sup> )	35,46	29,31	23,04	49,11	17,33	<b>31,70</b>
Consumo Anual (MWh)	278	228	32	16	6	<b>560</b>
Custo Anual de Energia Elétrica (R\$)	57.990	47.481	6.690	3.413	1.185	<b>116.758</b>

#### 4.2.2 Sistema Proposto para o Retrofit

Adequando os níveis de iluminação para 300lux nas salas de aula e 400lux nas salas administrativas e de professores (ao final do período de 24 meses), e substituindo o sistema atual por um conjunto composto por reator com alto fator de potência, luminária com refletores de alumínio de alta pureza e 2 lâmpadas de 32 W, a redução na potência instalada pode chegar a 54%.

O projeto luminotécnico sugerido por Westphal et al (2002) resulta em índices de 0,1169 luminárias/m<sup>2</sup> nas salas de aula, 0,3333 luminárias/m<sup>2</sup> nas salas administrativas e de 0,2837 luminárias/m<sup>2</sup> nas salas de professores. Em termos de eficiência, observa-se que a potência instalada nas salas de aula diminui de 25,08W/m<sup>2</sup> para 8,42W/m<sup>2</sup>. Considerando-se que o sistema atual foi

projetado para 500lux e o *retrofit* propõe iluminância média de 300lux no final do período de manutenção, observa-se que o novo sistema apresenta cerca de 1,68W/m<sup>2</sup>.100lux contra 5,02 W/m<sup>2</sup>.100lux do sistema atualmente instalado. Nas salas administrativas a potência é reduzida de 7,65W/m<sup>2</sup>.100lux para 4,80W/m<sup>2</sup>.100lux e nas salas de professores a potência é reduzida de 6,34W/m<sup>2</sup>.100lux para 4,09W/m<sup>2</sup>.100lux, considerando-se os níveis de iluminância utilizados nos projetos (500lux para o atual e 400lux para o *retrofit*). O consumo anual destas salas após o *retrofit* é estimado em 1,2GWh, que equivale a um custo de R\$ 247,9 mil com energia elétrica considerando-se também a redução de 397kW na demanda máxima registrada. Seriam necessárias 6.542 luminárias para executar o *retrofit* proposto para as salas de aula, administrativas e de professores do campus. A Tabela 7 apresenta a estimativa de consumo para os ambientes analisados.

**Tabela 7- Estimativa de custo anual com energia elétrica em iluminação nas salas de aula, administrativas e de professores do campus, de acordo com a proposta de *retrofit*.**

<b>Ambiente</b>	<b>Aula</b>	<b>Administrativas</b>	<b>Professores</b>	<b>Total</b>
Área (m <sup>2</sup> )	13.227	8.726	7.358	29.311
Luminárias/m <sup>2</sup>	0,1169	0,3333	0,2837	
Nº Luminárias	1.546	2.909	2.087	6.542
Potência por Luminária (W)	72	72	72	
Potência Total (kW)	111	209	150	471
Densidade de Potência (W/m <sup>2</sup> )	8,42	24,00	20,43	16,07
Consumo Anual (MWh)	334	503	361	1.198
Custo Anual de E.E. (R\$)	67.859	104.831	75.239	247.929

Em um levantamento preliminar de preços, em 20 de março de 2003, constatou-se que cada luminária eficiente custa aproximadamente R\$ 95,00, incluindo lâmpadas, reatores e mão-de-obra para instalação. O investimento total na aquisição e instalação de 6.542 luminárias corresponde a R\$ 621,5 mil. Considerando a economia anual de R\$ 237,5 mil na conta de energia elétrica da UFSC o *payback* simples para o *retrofit* é de 2,8 anos. O sistema proposto reduz em 53% o consumo anual de energia elétrica e 54% na potência instalada na área em estudo, como pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 8- Valores comparativos entre o sistema atual e o *retrofit*.**

	<b>Sistema atual</b>	<b><i>Retrofit</i></b>	<b>Redução</b>	<b>Redução (%)</b>
Potência total (kW)	868	471	397	54
Consumo anual (MWh)	2264	1197	1067	53
Custo anual E.E. (R\$)	467.300,00	247.900,00	219.400,00	53

Westphal et al (2002) chegaram a resultados muito próximos aos encontrados através deste levantamento. A diferença entre aqueles resultados e o atual é justificada pelo fato de que o primeiro estudo envolvia todas as salas de aula, professores e administrativas, sem levar em conta as que já possuem um sistema eficiente. Restringindo o estudo apenas às salas com sistemas ineficientes, o *retrofit* atinge 18,7% do consumo anual de energia elétrica do campus e proporciona uma economia de 10,2% no consumo de energia elétrica registrado na universidade em 2001 (10,8GWh). Essa redução poderia chegar a 29,9% se o *retrofit* fosse estendido a todo o sistema de iluminação, responsável por 63% do consumo anual da Cidade Universitária. Em relação ao trabalho desenvolvido por Westphal et al (2002), o número de luminárias necessárias para o *retrofit* foi reduzido em 18,2%, porém a economia anual aumentou de R\$ 181 mil para R\$ 219,4 mil, justificado pelo reajuste nas tarifas de energia elétrica ocorrido no período. O preço de cada conjunto de luminária, lâmpadas e reator também foi reajustado, de R\$ 66,00 para R\$ 95,00 e o *payback* simples para o investimento foi reduzido de 3 anos para 2,8 anos.

Cabe ressaltar que a estimativa de *retrofit* aqui apresentada considerou uma quantidade média de luminárias por m<sup>2</sup> de cada tipo de ambiente. Caso venha a ser implementado, o novo sistema de iluminação deverá ser dimensionado para cada sala, considerando suas características individuais.

## 5. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou os resultados de um levantamento inédito realizado no campus universitário da UFSC, através do qual foram identificados os tipos de equipamentos de iluminação atualmente instalados nas salas de aula, administrativas e de professores. Com o levantamento concluído é possível dizer que o atual sistema de iluminação da UFSC é precário com relação à qualidade e custo da iluminação, salvo algumas exceções, como é o caso do novo prédio da Engenharia Civil (LEE et al, 2001). Do total da área levantada (33.649 m<sup>2</sup>), apenas 13% (4.369 m<sup>2</sup>) das edificações possuem iluminação eficiente (luminárias de alumínio e lâmpadas de 32W). Totalizando uma área de 26.780 m<sup>2</sup>, o sistema ineficiente é representado por lâmpadas de 40W (52%) e lâmpadas de 65W (27%). Tais constatações comprovam que a UFSC possui um grande potencial de redução no consumo de energia elétrica através de um *retrofit* em iluminação.

A substituição do sistema ineficiente atualmente instalado nas salas de aula, administrativas e de professores da UFSC, pelo sistema proposto proporcionaria uma redução de 10,2% no consumo e 14,8% na conta de energia elétrica do campus universitário. Se todo o sistema de iluminação da UFSC fosse assim atualizado tecnologicamente, a redução de 10,2% sobre os 63% consumidos com iluminação proporcionaria uma economia anual de 29,9% no consumo de energia elétrica da Cidade Universitária.

As especificações técnicas do sistema de iluminação proposto para o *retrofit* foram encaminhadas ao Conselho Universitário e serão incorporadas à resolução que determina as diretrizes para a licitação e compra de novos equipamentos eficientes de iluminação para a UFSC. Os equipamentos substituídos pelo conjunto proposto serão utilizados na manutenção do sistema ineficiente até que todo o sistema de iluminação artificial do campus seja tecnologicamente atualizado. Atendendo ao artigo 3º do decreto nº 4.131, que determina que na aquisição de materiais e equipamentos ou contratação de obras e serviços deverão ser adotadas especificações que atendam aos requisitos inerentes à eficiência energética, a contratação de novos projetos prevê: a utilização de luminária com refletores de alumínio de alta pureza, 2 lâmpadas de 32 W e reator com alto fator de potência; setorização dos circuitos elétricos permitindo o aproveitamento da iluminação natural; e a adequação dos níveis de iluminação para 300lux nas salas de aula e 400lux nas salas administrativas e de professores, ao final do período de manutenção de 24 meses.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 3.330, de 6 de janeiro de 2000. Dispõe sobre a redução do consumo de energia elétrica em prédios públicos da Administração Pública Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 26, v. 138, n. 5, 07/01/2000.

BRASIL. Decreto nº 3.818, de 15 de maio de 2001. Dispões sobre as medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 06, v. 139, n.94 – E, 16/05/2001.

BRASIL. Decreto nº 4.131, de 14 de fevereiro de 2002. Dispões sobre as medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília

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, agosto/97, 246 p.

LEE, A. S.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. (2001) Verificação da eficiência energética de um edifício de escritórios através de simulação computacional: estudo de caso no Departamento de Engenharia Civil da UFSC., 8 p. In: V ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Pedro - SP. *Anais*.

WESTPHAL, F. S.; MARINOSKI, D. L.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. (2002) Proposta de *retrofit* para o sistema de iluminação artificial da UFSC., 10 p. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Foz do Iguaçu. *Anais*.