

## **MODERNIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NA UNASP/EC**

ROBERTO MEZA CUBILLA\*, NOEMI PAIM VELOSO DE CASTRO, ÉRICA SILVA LIMA, LUCAS ZARAMELLA

MSc. Engenheiro Eletricista, Prof. Titular UNASP-EC, Engenheiro Coelho, SP, [roberto.meza@unaspedu.br](mailto:roberto.meza@unaspedu.br)  
Estudantes de Graduação do Curso de Engenharia Civil, UNASP/EC, Engenheiro Coelho, SP

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Existem diversos motivos para a modernização de um sistema de iluminação e climatização. Neste caso, se busca a conservação de energia. A conservação de energia elétrica desencadeia uma série de consequências positivas além do econômico, tais como, a preservação do meio ambiente, a diminuição do desperdício causado por equipamentos de elevado consumo energético, o elevado custo do descarte de equipamentos substituídos e a garantia de que terá um fim ecologicamente correto. Semelhantemente, a educação das pessoas para o uso consciente da energia disponível. Este trabalho apresenta um estudo de caso dos sistemas de iluminação e climatização da Universidade Adventista de São Paulo, Campus Engenheiro Coelho. A demanda de energia elétrica cada vez mais crescente no Campus devido ao crescimento, bem como, o reajuste permanente do custo da energia somado às “bandeiras” em função dos níveis dos reservatórios das usinas hidrelétricas e “substituição” pelas térmicas, exigem uma modernização destes sistemas. Nesse sentido, os estudos realizados neste trabalho, lançam luz sobre os seguintes aspectos que foram considerados neste trabalho: otimização dos sistemas, modificações do *lay-out* das instalações Elétricas e substituição de todas as conexões, emendas e derivações por conectores, melhor aproveitamento da luz natural, substituição de sistemas de iluminação e ar condicionados compostos por tecnologias ultrapassadas e energeticamente ineficientes por outros de alta eficiência e de tecnologias mais recentes, readequação dos equipamentos de ar condicionado mediante e recálculo das cargas térmicas para cada ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modernização; Otimização; *Retrofit*; Energia; Iluminação; Refrigeração.

## **MODERNIZING OF THE LIGHTING AND CLIMATIZATION STRUCTURES: A CASE STUDY IN UNASP/EC**

**ABSTRACT:** There are several reasons for the modernization of the lighting and climatization structures. In this case study, the objective is energy conservation. The conservation of electrical energy unchains a series of positive consequences beyond the economic aspect. Among such, there are the preservation of the environment, reducing the waste of high energy consumption equipments, the high cost with the disposal of equipment replaced, and the guarantee that the end product is an environmentally friendly one. Concomitantly, the education of conscious electricity use can also be offered to people. This work focus on a case study of the lighting and HVAC systems of the Adventist University of São Paulo, Engenheiro Coelho Campus. The increasingly growing demand for electricity consumption on Campus, due to its continue increase in enrollment, plus the permanent adjustment of its cost with the “flags” added on the basis of the hydroelectric reservoir levels, which actuate its replacement by the thermals, altogether require a modernization of these systems. In this sense, the studies done in this work, shed light on the following aspects: optimization of systems, modifications of the electrical installations lay-out, replacement of all connections, splices and derivations for connectors, better use of natural light, and replacement of lighting HVAC systems consisted of outdated and cost effective technology by other high efficiency and cutting edge technologies, applying the readjustment of the air conditioning equipment through recalculation of thermal loads for each environment.

**KEYWORDS:** Modernization; Otimization; Retrofit; Energy; Iighting; Air-Conditionner.

## INTRODUÇÃO

No cenário mundial, desenvolvimento sustentável tem sido um conceito amplamente divulgado, especialmente associado a grandes cidades, pois essas estão associadas a poluição, desperdício e outros. Mas qual seu verdadeiro significado e sua relação com nosso dia a dia? Segundo Carlos Leite e Juliana di Cesare Marques Awad (2012) uma cidade sustentável deve balancear de forma eficiente os recursos necessários para seu funcionamento como terra urbana, recursos naturais, água, energia, alimento, etc. Lomardo ainda complementa: “O desafio do desenvolvimento sustentável consiste em reduzir a demanda energética para atender a um mesmo nível de necessidade da população e, simultaneamente, satisfazer os critérios de viabilidade econômica, utilidade social e harmonia com o meio ambiente” (LOMARDO, 2011, p. 18).

É sobre o uso eficiente dessa energia que o trabalho trata, provando que o uso desse bem pode ser feito de forma a diminuir consideravelmente suas consequências para o meio ambiente sem comprometer ou prejudicar os objetivos da sociedade. Presente na maioria das atividades, a eletricidade tem papel muitas vezes fundamental. Desde de atividades simples e rotineiras como a leitura, banho, o cozer dos alimentos, interação e lazer de pessoas, etc. á atividades complexas como uma cirurgia, produção de materiais, entre outras. Por ser tão solicitada no dia a dia e com crescimento da população a energia elétrica sofreu um grande aumento da demanda. Segundo Clayton Morales (2007) a energia elétrica é uma das fontes mais utilizadas em todo mundo tornando-a extremamente importante para economia e manutenção de diversos setores. De acordo com Santos *et al.* (2007, p. 77) “A iluminação é responsável por, aproximadamente, 23% do consumo de energia elétrica no setor residência, 44% no setor comercial e serviços públicos e 1% no setor industrial”.

Juntamente com o uso da iluminação artificial há o uso dos sistemas de refrigeração. Esses necessitam de energia elétrica para que funcionem através do acionamento dos seus equipamentos. Consequentemente elevando a demanda de energia. A energia elétrica no Brasil é gerada pelas usinas hidrelétricas, seguindo das usinas termelétricas e por último as usinas nucleares, sendo que a maior demanda de é feita pelas usinas hidroelétricas. Segundo Lomardo (2011, p. 26), afirma que a energia disponível está relacionada com a reserva de água contida nos reservatórios.

O cenário de déficit de abastecimento hídrico que o país vem sofrendo tem gerado graves consequências para o meio ambiente, para a sociedade e para economia. Juntando esses dois fatores: Falta de abastecimento hídrico e falta de planejamento energético, uma catástrofe é gerada. Para tentar mitigar esse problema é necessário promover a eficiência energética e educar a sociedade para um consumo consciente. Segundo Santos *et al* (2007, p. 21), “promover a eficiência energética é essencialmente usar o conhecimento de forma aplicada, empregando os conceitos da engenharia, da economia e da administração aos sistemas energéticos”. De acordo Bommel citado por Gregiannin *et al.* (2013, p. 2), na iluminação profissional a sustentabilidade se aproxima da eficiência energética e vida útil, onde o projeto de instalação total (lâmpadas, luminárias, e layout das luminárias) tem o objetivo de aliar grande vida útil e instalações inteligentes que otimizam o uso da luz e com isso reduzem o consumo de energia.

O emprego de iluminação eficiente pode, segundo Souza et al. (2011), alcançar economias de 30 a 70% em edificações não residenciais, ressaltando, assim, a elevada importância de projetos luminotécnicos eficientes em instalações comerciais e industriais.

Na prática, um ar condicionado Split com Inverter pode economizar entre 30 a 40% de energia que um modelo com a mesma capacidade sem *inverter* (PORTAL DA REFRIGERAÇÃO, 2013).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi escolhido para o estudo, os sistemas de iluminação e de climatização do Centro Universitário Adventista de São Paulo, UNASP, campus Engenheiro Coelho. Limitou-se à utilização de lâmpadas com tecnologia LED (*Light Emitting Diodes* ou diodo emissor de luz) para a substituição das demais lâmpadas e o ar condicionado por tecnologias VRF (*Variable Refrigerant Flow*) *inverter*. A má distribuição dos circuitos de iluminação, o uso ineficiente da iluminação natural aliado à refrigeração do ambiente, a aparente baixa iluminância e o consumo de energia de forma contínua das luminárias, além das deficiências nas conexões, derivações e dimensionamento de todo o circuito elétrico. Igualmente, os equipamentos de ar condicionados, projetados para as cargas térmicas nos mais diversos

ambientes aqui considerados, não tão precisas e com a vida útil já comprometidas e/ou ainda de tecnologias mais antigas.

Objetiva-se neste trabalho a modernização de sistemas de iluminação e climatização: um estudo de caso na UNASP/EC, fazendo um levantamento de todo o sistema de iluminação e refrigeração da UNASP/EC; Analisando os projetos elétricos, circuitos, iluminância e de cargas térmicas das diversas dependências presentes no Campus; Redimensionando o sistema de iluminação e refrigeração; Pesquisando novas tecnologias para os sistemas considerados aqui e comparar eficiência técnica e econômica e propondo a readequação dos projetos elétricos e de refrigeração e a substituição dos equipamentos, caso se justifique o investimento.

Inicialmente se realizou estudos das novas tecnologias em iluminação e equipamentos de ar condicionado, assim como, a verificação da viabilidade técnica e econômica para a sua implementação na UNASP/EC. Também, realizado o levantamento das cargas, especificamente das lâmpadas e ar condicionados, dos prédios do Centro Universitário UNASP/EC, estudo dos layouts, verificação das instalações elétricas (conexões, fiações, interruptores, reatores), juntamente com o estudo do melhor aproveitamento da luz e ventilação natural. Após as medições de iluminância e adequação com a norma vigente no país, as correções propostas serão submetidas à direção da Instituição para a sua apreciação e aprovação ou não. Logo serão substituídas as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LEDs e o ar condicionado por VRF *Inverter*. Serão verificadas, *in loco*, as adequações propostas.

Foram analisadas as seguintes situações, que são consideradas mais comuns, principalmente nas salas de aulas, tais como: (a) quando o sol incide diretamente sobre a sala de aulas, mantendo as cortinas fechadas; (b) quando o sol não incide diretamente sobre as salas de aulas, porém com as cortinas abertas; (c) o caso em que o ar condicionado estará ligado juntamente com os ventiladores também ligados. As medições nas salas de aulas, bibliotecas e escritórios, será realizada próxima às janelas entre as carteiras e acima das carteiras, sobre as mesas, com as cortinas abertas e fechadas respectivamente;

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 abaixo da ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, selo PROCEL de Economia de Energia, para condicionadores de ar Split Hi-Wall, de rotação fixa e variável, de diferentes marcas e modelos, estão expressas a capacidade de refrigeração em kW (\*) e o consumo de energia (\*\*) com base nos resultados do ciclo normalizado pelo INMETRO, de 1 hora por dia, por mês.

Tabela 1.- Eficiência energética para condicionadores de ar.

Eficiência Energética – Condicionadores de Ar Split Hi-Wall Rotação Fixa							
Tipo	Capacidade de Refrigeração Nominal			Potência Elétrica Consumida (W)	Eficiência Energética (W/W)	Faixa de Classificação	Consumo de Energia (**) kWh/mês
	Btu/h	W	kW (*)	220V	220V	220V	220V
Frio	9000	2637	2,64	814	3,21	A	17,1
Frio	12000	3516	3,52	1083	3,23	A	22,7
Reverso	9000	2637	2,64	814	3,21	A	17,1
Reverso	12000	3516	3,52	1083	3,23	A	22,7
Eficiência Energética – Condicionadores de Ar Split Hi-Wall Rotação Variável							
Frio	9000	2637	2,64	799	3,32	A	16,8
Frio	12000	3516	3,52	1048	3,36	A	22,0
Reverso	9000	2637	2,64	785	3,37	A	16,5
Reverso	1200	3516	3,52	1052	3,37	A	22,1

Embaixo, na tabela 2, são apresentados a capacidade em Btu/h das cargas térmicas mais comuns verificados no Campus. Deve ser mencionado também, a numerosa quantidade de Ar Condicionado presentes em todo o Campus, por isso, no caso considerado aqui, foram escolhidos somente aqueles que causariam maior impacto no consumo em função da metodologia adotada. Semelhantemente, se procedeu para o caso da iluminação, em função da gama de potência e tipos de lâmpadas existentes em todo o sistema de iluminação do Campus.

Tabela 2.- Tabela prática para cálculo de carga térmica – Capacidade em Btu/h

Área em m <sup>2</sup>	Face Sul sombra o dia todo			Face Leste sol de manhã			Face Oeste ou Norte sol a tarde ou o dia todo		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	6.000	7.000	8.000	8.000	10.000	11.000	10.000	12.000	14.000
20	6.000	8.000	11.000	8.000	12.000	14.000	11.000	14.000	14.000
30	6.000	10.000	14.000	8.000	14.000	18.000	12.000	16.000	17.000
40	7.000	12.000	16.000	10.000	14.000	18.000	13.000	17.000	22.000
60	10.000	16.000	22.000	14.000	20.000	30.000	17.000	23.000	30.000
70	10.000	18.000	23.000	14.000	22.000	30.000	18.000	30.000	30.000
90	12.000	22.000	30.000	16.000	30.000	35.000	20.000	30.000	40.000

A – Ambiente sob outro pavimento      B – Ambiente sob telhado com forro      C – Ambiente sob laje descoberta.

Fonte: Manual de Economia de Energia no Escritório, Secretaria de Energia, Governo de São Paulo.

Tabela 3.- Consumo de Ar Condicionado em kWh/ano

Potência (W)	Potência em Btu	Qtd	Potência Consumida VRF <i>Inverter</i> (kWh/ano)	Potência Consumida Convencional (kWh/ano)
1006	9000	4	5215,10	6174,72
1200	9000	3	4665,60	5122,40
1330	12000	4	3677,18	8716,84
1235	12000	1	853,63	807,33
1500	18000	1	1036,80	2325,11
3200	30000	2	4423,68	11826,80
4850	48000	2	6704,64	16300,80
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>26576,63</b>	<b>51272,78</b>

(\*) Fonte: Tabela PROCEL – ELETROBRÁS.

Considerando que o ar condicionado será ligado 12 horas por dia durante 20 dias por mês, teremos 240 horas por mês, isto é, 2880 horas por ano. Admite-se o custo médio da energia de 0,5671 R\$/kWh. Sendo assim, essa economia de energia de 49% gerará um gasto menor de R\$14005,18 por ano. Embora as tabelas, não representem o consumo total dos sistemas considerados neste trabalho, a de iluminação e climatização, elas demonstram a economia de energia em cada sistema e a consequente diminuição dos gastos na compra de energia.

Tabela 4.- Consumo de Lâmpadas em kWh/mês

Quantidade Lâmpadas	Potência (W)	Consumo Atual em (kWh/ano)	Consumo Novo em (kWh/ano)
663	15	45519,10	20,33
162	18	12772,08	6,39
3	23	302,22	0,145
32	30	4204,80	2,243
278	40	248705,60	24,35
		<b>311503,80</b>	<b>53,46</b>

O consumo do sistema de iluminação corresponde a 56,8 % de ambos os sistemas, enquanto que o sistema de refrigeração é responsável por 43,2%. A quantidade de horas por mês considerado no estudo é de 12hs/dia \* 365 dias = 4380hs/ano. Considerando o preço médio da energia 0,5671 R\$/kWh. Isso gerará uma economia de R\$176623 em um ano, somente considerando a substituição dessas lâmpadas mostradas na tabela 5.

## CONCLUSÕES

Verificou-se um ganho significativo ao substituir os equipamentos atuais por outras com tecnologias mais novas e mais eficientes. Igualmente, um bom dimensionamento torna o sistema muito

mais eficiente. A distribuição das luminárias, bem como as correções no circuito, melhora significativamente a eficiência do sistema.

Este trabalho demonstra também que a educação para o uso consciente da energia disponível, leva a um ganho superior a todas as outras ações no sentido de tornar o sistema o mais eficiente possível, além do desempenho energético.

Acompanhando assim, a tendência da migração de eficiência energética para o desempenho, ou seja, a gestão do uso da energia elétrica. Concluimos que com estes procedimentos e medições, que o dimensionamento das lâmpadas se adequam em relação a norma.

Em trabalhos futuros, pretende-se monitorar hábitos das pessoas das diferentes dependências do campus, e em função disso estabelecer medidas socioeducativas.

## **REFERÊNCIAS**

- Souza, C. L. de; e Awad, J. C. M. Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.
- Lomardo, L. L. B., Rosa, C. C., Brasil. P. Conforto Ambiental, Sustentabilidade e Eficiência Energética no Espaço Construído. Niterói: ALS Souto, 2011.
- Morales, C., Indicadores de Consumo de Energia Elétrica como Ferramenta de Apoio à Gestão: Classificação por Prioridades de Atuação na Universidade de São Paulo. Tese de Mestrado, USP, 2007.
- Santos, A. H. M. et al. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006. 596 p.
- Bommel, V. Iluminação para o Trabalho e Diminuição de Erros. Philips, 2004.
- <http://www.arcondicionado.com.br/ar-condicionado-inverter-tecnologia-inverter>.
- <http://www.portaldarrefrigeração.net>.