

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO
SHS - 382 – SUSTENTABILIDADE E GESTÃO AMBIENTAL

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do
Curso de Engenharia Ambiental – EEESC/USP

Projeto Final

Equipe:

André V. Nagem
Diego R. Soares
Hugo A. S. Araújo
Mateus N. Crespi

Prof. Dr. Tadeu Malheiros

São Carlos, 02/07/2015



CIRANDA
Engenharia e
Consultoria
Ambiental

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do Curso de Engenharia
Ambiental – EESC/USP

Projeto Final

Equipe:

André V. Nagem
Diego R. Soares
Hugo A. S. Araújo
Mateus N. Crespi

07/2015



CIRANDA
Engenharia e
Consultoria
Ambiental

Etapa 1/5

Cronograma de Trabalho

CIRANDA Engenharia e Consultoria Ambiental

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do Curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP Etapa 1/5 – Cronograma de Trabalho

O presente texto compreende o Cronograma e Plano de Trabalho do Projeto de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP, mais precisamente dos Blocos 1 e 2, compreendendo salas de aula, de projeto e de informática, Secretaria Acadêmica do Curso, secretaria administrativa, anfiteatro, copa, cozinha, banheiros e corredores), focado na eficiência e economia energética, sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

1. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE TRABALHO

1.1. LEVANTAMENTO DE DADOS E DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

Objetivos:

- 1) Levantamento de dados referentes ao consumo de energia nos Blocos 1 e 2 do prédio da Eng. Ambiental, com destaque para área interna (salas de aula, anfiteatro, banheiros, copa, cozinha, secretaria, corredores e sala de informática).
- 2) Avaliação atual situação do consumo a partir dos dados obtidos, com destaque para aspectos como: desperdício de energia, aparelhos com baixa eficiência energética, etc.

Metodologia:

Levantamento dos tipos equipamentos e aparelhos eletrônicos presentes no Prédio, por meio de verificação *in situ*, e características técnicas associadas ao seu consumo energético e tempo de uso. Além disso, será avaliado o correto uso dos mesmos e aspectos relacionados à manutenção, frequência de troca, conscientização de alunos, docentes e funcionários que utilizam tais equipamentos.

Por fim, será realizada uma revisão da literatura e de estudos envolvendo consumo energético em outras instituições ou Campi da USP, possibilitando uma comparação com os consumos obtidos no local de estudo.

Produto:

Relatório parcial compreendido por uma matriz, representando os diversos elementos avaliados, associando aparelhos e equipamentos eletrônicos com seu consumo energético, e um estudo envolvendo o comportamento da comunidade que frequenta o local de estudo.

Data final de entrega: 22/04/2015

1.2. LEVANTAMENTO DE ALTERNATIVAS

Objetivos:

1) Levantamento na literatura alternativas técnicas para substituição e/ou metodologias que envolvam conscientização de alunos, docentes e funcionários.

Produto:

Estudo com alternativas aplicáveis ao projeto, com detalhamento das mesmas visando a posterior análise.

Data final de entrega: 13/05/2015

1.3. ANÁLISE DE VIABILIDADE (ECONÔMICA E TECNOLÓGICA)

Objetivos:

1) Avaliar as alternativas previamente selecionadas, e propor um cenário viável composto de uma ou mais alternativas.

Metodologia:

Para análise de viabilidade será utilizado a metodologia SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*), ferramenta utilizada para realizar análise ambiental, sendo a base da gestão e do planejamento estratégico numa empresa ou instituição.

Produto:

Estudo contendo Matriz SWOT para cada alternativa previamente selecionada e avaliação da Equipe de trabalho sobre os aspectos da metodologia (Forças, Fraqueza, Oportunidades e Ameaças) para cada alternativa.

Data final de entrega: 02/07

1.4. PLANO DE GESTÃO

Objetivos:

1) Desenvolver um Plano de Gestão, compreendendo desde o processo de implementação, monitoramento, manutenção e conscientização dos envolvidos (alunos, docentes e funcionários).

Metodologia:

Revisão da literatura associada a estratégias de gestão ambiental, envolvendo, por exemplo, o Ciclo PDCA (Planejamento, Execução, Verificação e Correção) e aspectos da P+L (Produção mais Limpa).

Em função das alternativas selecionadas na análise de viabilidade e das metodologias de gestão, será desenvolvido um Plano de Gestão Integrado envolvendo não um ciclo de monitoramento e manutenção técnica mas também conscientização do pessoal envolvido

sobre boas praticas ambientais que amplifiquem os resultados positivos e reduzam ou anulem os negativos.

Produto:

Plano de Gestão Integrada das alternativas tecnológicas selecionadas e conscientização da comunidade que frequenta o prédio.

Data final de entrega: 02/07.

2. FLUXOGRAMA DAS ETAPAS E CRONOGRAMA DE TRABALHO

A Figura 1 a seguir apresenta um fluxograma básico da sequencia de trabalho a ser desenvolvida, com o tempo estimado para cada sub-etapa e entrega de relatórios informados no cronograma de trabalho do Quadro 1.

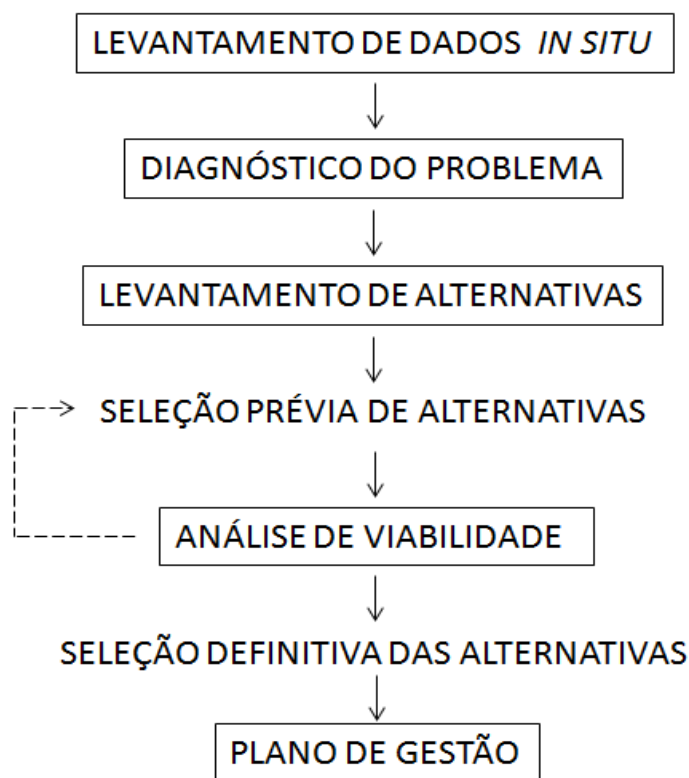


Figura 1 – Fluxograma básico das principais etapas de trabalho.



CIRANDA
Engenharia e
Consultoria
Ambiental

Etapa 2/5

Levantamento de dados e Diagnóstico do problema

CIRANDA Engenharia e Consultoria Ambiental

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do Curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP

Etapa 2/5 – Levantamento de dados e Diagnóstico do problema

O presente texto compreende o Levantamento de dados e Diagnóstico do problema relacionado ao Projeto de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP, mais precisamente dos Blocos 1 e 2, compreendendo salas de aula, de projeto e de informática, Secretaria Acadêmica do Curso, secretaria administrativa, anfiteatro, copa, cozinha, banheiros e corredores, focado na eficiência e economia energética, sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Hansen (2000), a pressão sobre os recursos energéticos tem aumentado demasiadamente de acordo com a intensificação populacional e o avanço tecnológico, indicando aumentos energéticos desafiadores. Os fatores relacionados a esse crescimento de demanda de energia elétrica são complexos e diversificados, pois estão atrelados desde o tipo de usuário, sua classe social, clima local, até as horas de uso e hábitos de consumo, e esses mesmos são difíceis de serem definidos. Porém, o conhecimento desses condicionantes é fundamental para a compreensão e verificação dessas relações com o consumo de energia, para então, desenvolver programa de ações, visando otimização do uso de energia elétrica.

Portanto, faz-se necessário e urgente, a realização de pesquisas regionais, a fim de atualizar os dados sobre todos os aspectos relacionados ao uso final de energia elétrica. Desse modo, será possível a quantificação e a verificação das relações existentes, compreensão dos fenômenos e características pertinentes, para definição mais adequada de um posterior planejamento de ações necessárias (LAMBERTS, 1996).

Hansen (2000) apresenta as etapas de sua pesquisa, necessárias para compreender essas relações ligadas ao consumo de energia elétrica e as diferentes tipologias físico-sociais. Dentre elas podemos citar: escolha da área de estudo, identificação das diferentes tipologias de uso residencial, identificação das tipologias de edificações relacionadas a classes sócio-econômicas, levantamento dos dados de consumo de energia elétrica, criação de banco de dados contendo a interpretação dos mesmos, diagnóstico dos usos finais de energia elétrica de cada segmento com relação direta com a edificação e por fim a verificação das correlações existentes entre as diversas variáveis que envolvem o consumo de energia e as diversas tipologias.

Dentre o levantamento de dados, desenvolvidos pela mesma autora, pode-se citar: identificação da área a ser pesquisada, análise e estudo das morfologias existentes na área, levantamento de dados e classificação das diferentes tipologias de edificações, levantamento de dados sobre o consumo de energia elétrica e levantamentos de dados sobre o uso final de energia (diagnósticos) dos diversos consumidores representativos de cada tipologia.

2. OBJETIVOS

Os objetivos desta etapa do Projeto são:

- Levantamento de dados referentes ao consumo de energia nos Blocos 1 e 2 do prédio da Engenharia Ambiental, com destaque para área interna (salas de aula, anfiteatro, banheiros, copa, cozinha, secretaria, corredores e sala de informática).
- Avaliação da atual situação do consumo a partir dos dados obtidos, com destaque para aspectos como: desperdício de energia, aparelhos com baixa eficiência energética, etc.

3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, onde estão sendo realizados os levantamentos de energia e a avaliação energética, compreende os Blocos 1 e 2 do prédio da Engenharia Ambiental, localizados na área 2 da USP-São Carlos.

Os Blocos 1 e 2 são constituídos, principalmente, de salas de aulas, anfiteatro, banheiros, copa, cozinha, secretaria, corredores e sala de informática. A partir da imagem de satélite dos Blocos 1 e 2 (Figura 1), retirada do Google Earth, estimou-se a área total da área em análise.



Figura 1 – Estimativa da área de estudo por meio de imagem de satélite. Extraído de Google Earth (2014).

A estimativa da área total dos blocos considerou os 2 pavimentos do prédio e o corredor de ligação. A área total obtida por meio dos cálculos foi de 1464 m².

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento desta etapa do Projeto envolveu a realização de trabalhos de campo e de escritório, além de uma revisão da literatura com intuito de comparação entre os resultados do presente Projeto e de outros trabalhos com o mesmo objetivo.

4.1. Trabalhos de campo

Realizou-se uma verificação nas dependências dos Blocos 1 e 2 do prédio da Engenharia Ambiental - EESC/USP, sendo listadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dependências avaliadas no levantados de dados.

	Blocos do Prédio	
	Bloco 1	Bloco 2
	Dependências avaliadas	
Piso inferior	Salas do 1º ao 4º ano do Curso; Corredor.	Sala de Atendimento; Sala da Administração; Sala de Reunião; Sanitários masculino e feminino; Área técnica; Secretaria Acadêmica - SAPA; Corredores.
Piso superior	Sala do 5º ano; Salas 1 (Projetos) e 2; Sala de informática; Corredor.	Anfiteatro; Sanitários masculino e feminino; Copa; Cozinha; Corredores.

Para cada dependência, verificou-se a quantidade, marca/modelo e Número Patrimonial dos equipamentos e aparelhos presentes, de modo que, ao final desta etapa, a equipe dispusesse de um inventário com identificação dos aparelhos e equipamentos e possibilitasse o cálculo do consumo energético do local alvo do Projeto.

Para tanto, utilizou-se uma ficha de campo básica, exemplificada na Figura 4, com espaço para listagem da quantidade e Número Patrimonial do aparelho ou equipamento. Nos casos onde se observou o mesmo modelo, tomou-se como base apenas um único Número Patrimonial, ou, como no caso das lâmpadas, apenas a marca.



Figura 2 - Sala de Informática

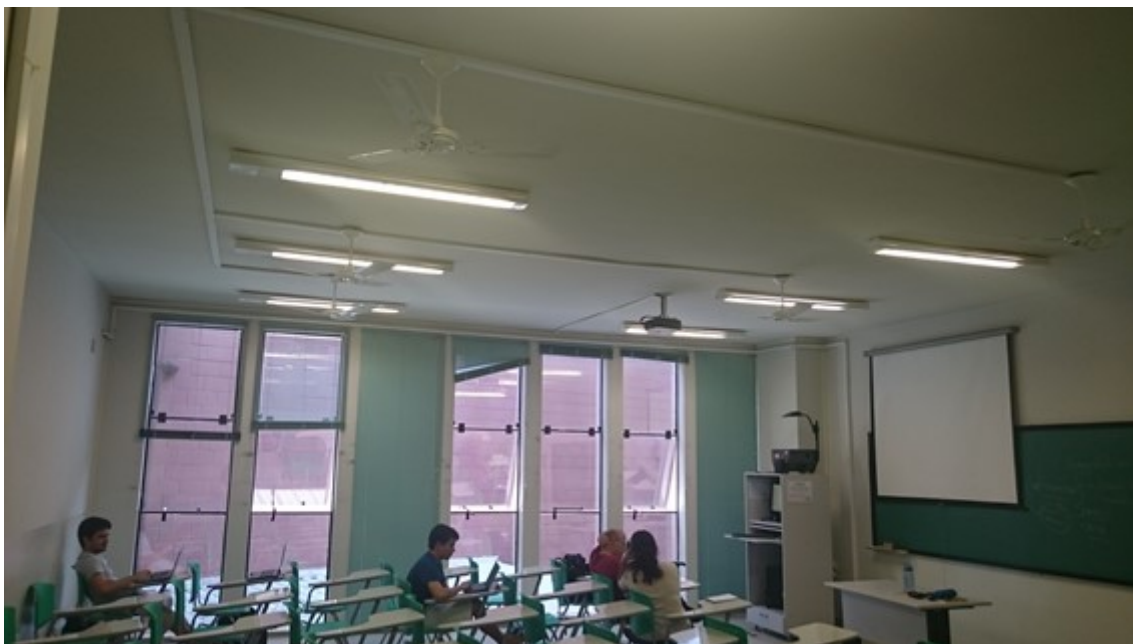


Figura 3 - Sala de aula didática

BLOCO	PISO	SALA	APARELHO/EQUIPAMENTO								
			Lâmpada fluorescente (comprida)	Lâmpada fluorescente	Tela (computador)	CPU (computador)	Ventilador	Projeto	Ar-cond.	Impressora	Geladeira
			QUANTIDADE/Nº de INSCRIÇÃO								
1	Inferior	1º Ano									
		2º Ano									
		3º Ano									
		4º Ano									
		Corredor									
	Superior	Projeto									
		Desenho									
		Informática / Fernando									
		Informática									
		5º ano									
		Corredor									

Figura 4 - Imagem da ficha de campo utilizada no Bloco 1.

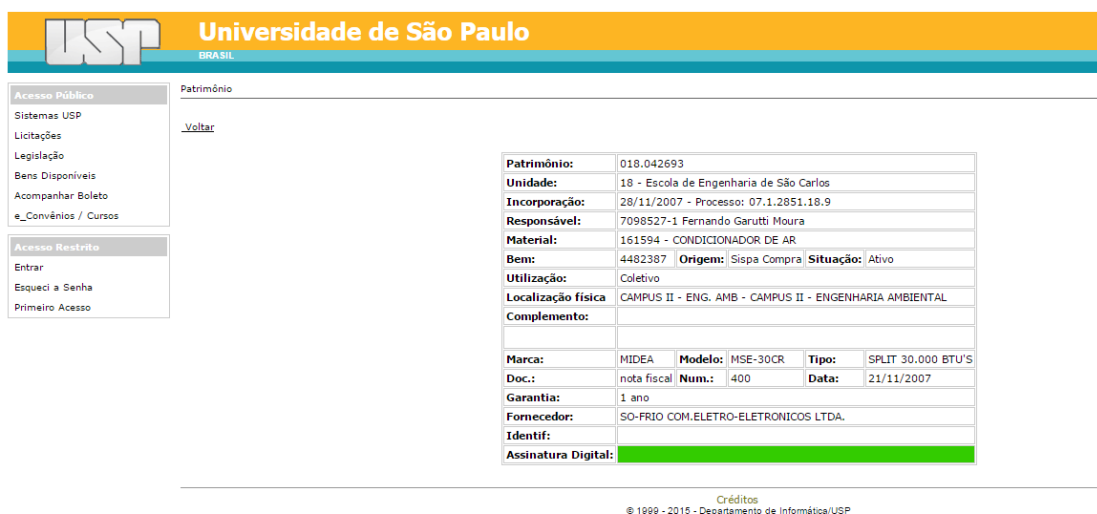
O desenvolvimento desta etapa contou com o auxílio do Técnico em Informática e Técnica Administrativa do Prédio, os quais orientaram e acompanharam parte do processo de levantamento.

4.2. Trabalhos de escritório

Esta etapa consistiu na determinação da quantidade média de horas mensais que cada item (conforme etapa anterior) é utilizado, além do levantamento das especificações técnicas dos equipamentos, possibilitando determinar seu consumo mensal (kWh/mês).

Para tanto, os integrantes do grupo de trabalho observaram, durante o dia-a-dia, a utilização dos aparelhos e equipamentos para se poder estimar o número de horas de utilização; a experiência dos integrantes (referente ao uso por eles mesmos e por terceiros - funcionários e professores) também foi levada em consideração, visto que frequentam o ambiente de estudo desde 2011.

Para verificação da potência de cada equipamento, consultou-se a marca e modelo dos mesmos no Sistema USP Patrimônio (<https://uspdigital.usp.br/mercurioweb/aiPatrimonio.jsp>), conforme ilustrado pela Figura 5. Em seguida, a partir da marca e modelo, buscou-se por manuais e especificações de fabricantes.

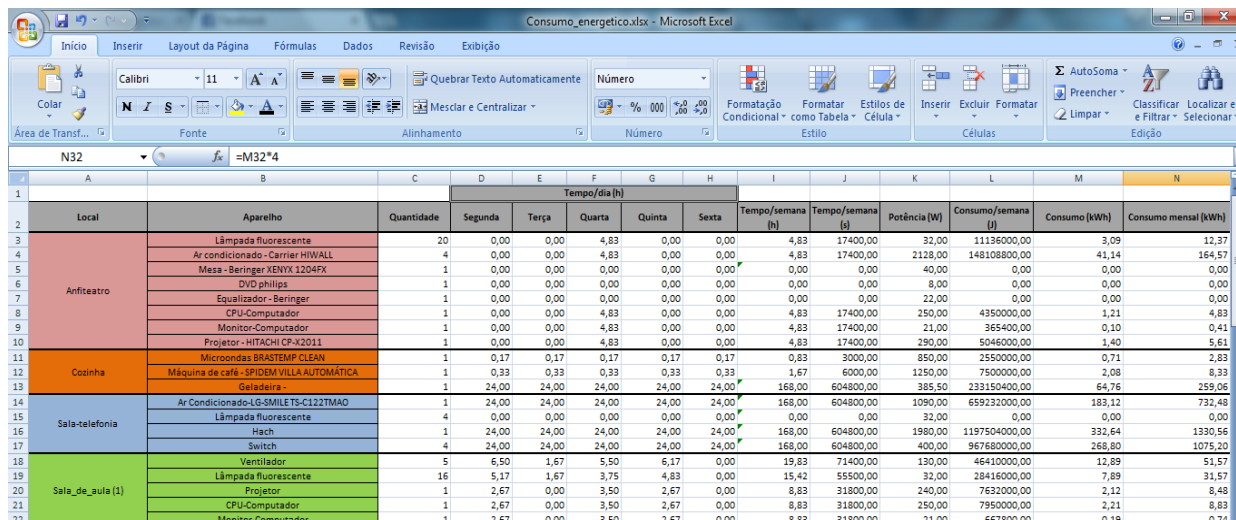


USP Universidade de São Paulo			
BRASIL			
Acesso Público		Patrimônio	
Sistemas USP		Voltar	
Licitações			
Legislação			
Bens Disponíveis			
Acompanhar Boletim			
e_Convênios / Cursos			
Acesso Restrito			
Entrar			
Esqueci a Senha			
Primeiro Acesso			
Patrimônio:	018.042693		
Unidade:	18 - Escola de Engenharia de São Carlos		
Incorporação:	28/11/2007 - Processo: 07.1.2851.18.9		
Responsável:	7098527-1 Fernando Garutti Moura		
Material:	161594 - CONDICIONADOR DE AR		
Bem:	4482387	Origem:	Sispa Compra
Situação:	Ativo		
Utilização:	Coletivo		
Localização física	CAMPUS II - ENG. AMB - CAMPUS II - ENGENHARIA AMBIENTAL		
Complemento:			
Marca:	MIDEA	Modelo:	MSE-30CR
Tipo:	SPLIT 30.000 BTU'S		
Doc.:	nota fiscal	Num.:	400
Data:	21/11/2007		
Garantia:	1 ano		
Fornecedor:	SO-FRIO COM.ELETRONICOS LTDA.		
Identif:			
Assinatura Digital:			

Figura 5 - Exemplo de ficha de equipamento obtida a partir do Número de Patrimônio USP.

5. RESULTADOS INICIAIS

O desenvolvimento de uma planilha no Microsoft Excel 2007 (Figura 6) possibilitou determinar o consumo mensal (kWh/mês) de cada equipamento analisado, baseando no tempo de uso pré-definido e atentando-se para especificidades, como, por exemplo, o uso direto (24 h/dia e 7 dias/semana) de equipamentos de rede e uso intermitente de computadores e projetos em salas de aula.



Local	Aparelho	Quantidade	Tempo/dia (h)					Tempo/semana (h)	Tempo/semana (s)	Potência (W)	Consumo/semana (kWh)	Consumo (kWh)	Consumo mensal (kWh)
			Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta						
Anfiteatro	Lâmpada Fluorescente	20	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	4,83	17400,00	32,00	11136000,00	3,09	12,37
	Ar condicionado - Carrier HWI11ALL	4	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	4,83	17400,00	2128,00	148108800,00	41,14	164,57
	Mesa - Beringer YENYK 1204FX	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00
	DVD philips	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00
	Equalizador - Beringer	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	0,00
	CPU-Computador	1	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	4,83	17400,00	250,00	4350000,00	1,21	4,83
	Monitor-Computador	1	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	4,83	17400,00	21,00	3654000,00	0,10	0,41
	Projektor - HITACHI CP-X2011	1	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	4,83	17400,00	290,00	5046000,00	1,40	5,61
	Microondas BRASTEMP CLEAN	1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,83	3000,00	850,00	2550000,00	0,71	2,83
Cozinha	Máquina de café - SPIDEM VILLA AUTOMÁTICA	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,67	6000,00	1250,00	7500000,00	2,08	8,33
	Geladeiras -	1	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	168,00	604800,00	385,50	233150400,00	64,76	259,06
Sala-telefonia	Ar Condicionado-LG-SMILETS-C122TMA0	1	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	168,00	604800,00	1090,00	659232000,00	183,12	732,48
	Lâmpada Fluorescente	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00
	Hach	1	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	168,00	604800,00	1980,00	1197504000,00	332,64	1330,56
	Switch	4	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	168,00	604800,00	400,00	967680000,00	268,80	1075,20
Sala_de_aula (1)	Ventilador	5	6,50	1,67	5,50	6,17	0,00	19,83	71400,00	130,00	46410000,00	12,89	51,57
	Lâmpada fluorescente	16	5,17	1,67	3,75	4,83	0,00	15,42	55500,00	32,00	28416000,00	7,89	31,57
	Projektor	1	2,67	0,00	3,50	2,67	0,00	8,83	31800,00	240,00	7632000,00	2,12	8,48
	CPU-Computador	1	2,67	0,00	3,50	2,67	0,00	8,83	31800,00	250,00	7950000,00	2,21	8,83
	Monitor-Computador	1	2,67	0,00	3,50	2,67	0,00	8,83	31800,00	21,00	667800,00	0,19	0,74

Figura 6 - Planilha em Excel (2007) para cálculo do consumo mensal de energia.

Por fim, classificou-se os diferentes equipamentos e somou-se seus respectivos consumos mensais, apresentados da Tabela 2 e no gráfico da Figura 7.

Tabela 2 - Consumos mensais de energia classificados por equipamento para o 1º semestre letivo de 2015.

EQUIPAMENTOS	CONSUMO MENSAL (kWh)	%
Ar-condicionado	2291,77	35,5
Ventiladores	308,97	4,8
Computador	486,5	7,5
Tela	60,21	0,9
Projektor	102,81	1,6
Equipamentos de rede	2425,92	37,6
Roteadores	26,88	0,4
Impressora	1,18	0
Lâmpadas fluorescentes - compridas	306,85	4,8
Outras lâmpadas	30	0,5
Bebedouros	138,43	2,1
Outros	270,22	4,2
SOMA	6449,73	100

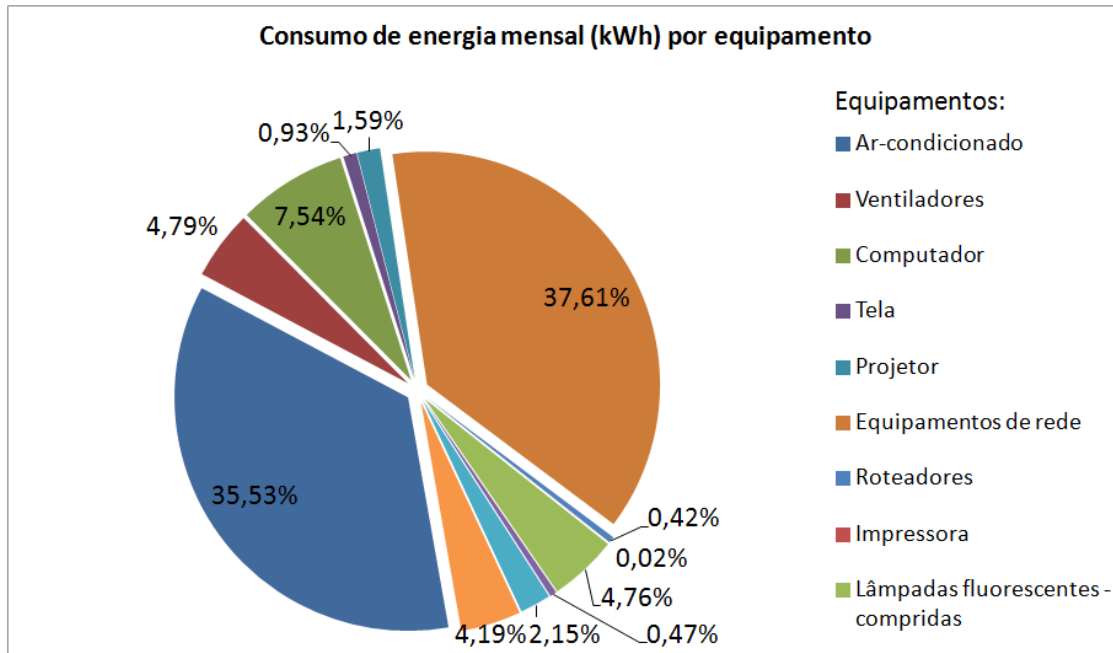


Figura 7 - Gráfico dos consumos mensais de energia classificados por equipamento para o 1º semestre letivo de 2015.

Em seguida, promoveu-se uma categorização dos equipamentos em diferentes classes, de modo a verificar-se em quais destas há o maior consumo de energia. O consumo mensal por classe é apresentado na Tabela 3 e no gráfico da Figura 8.

Tabela 3 - Consumos mensais de energia por classe de equipamentos para o 1º semestre letivo de 2015.

CLASSE	CONSUMO MENSAL (kWh)	%
Conforto térmico	2739,16	42,47
Informática	3000,69	46,52
Mídia	102,81	1,59
Iluminação	336,85	5,22
Outros	270,22	4,19
SOMA	6449,73	100

Com base nos consumos mensais de energia determinados, tanto por equipamento quanto por classe, verifica-se um maior consumo nos setores de conforto térmico (ar-condicionado, ventiladores e bebedouros) e informática (computadores, monitores, equipamentos de rede, roteadores e impressora). Destaca-se neste ponto, o uso direto dos equipamentos de rede, utilizados pelos Blocos 1 e 2 analisados, mas também pelo Bloco 3 e laboratórios do LPB - Laboratório de Processos Biológicos.

Nesse sentido, uma vez que os equipamentos classificados na categoria Conforto Térmico são utilizados intermitentemente, pode-se afirmar que promovem, proporcionalmente, um alto consumo de energia, pois apresentam um consumo cerca de 4% menor que o de Informática.

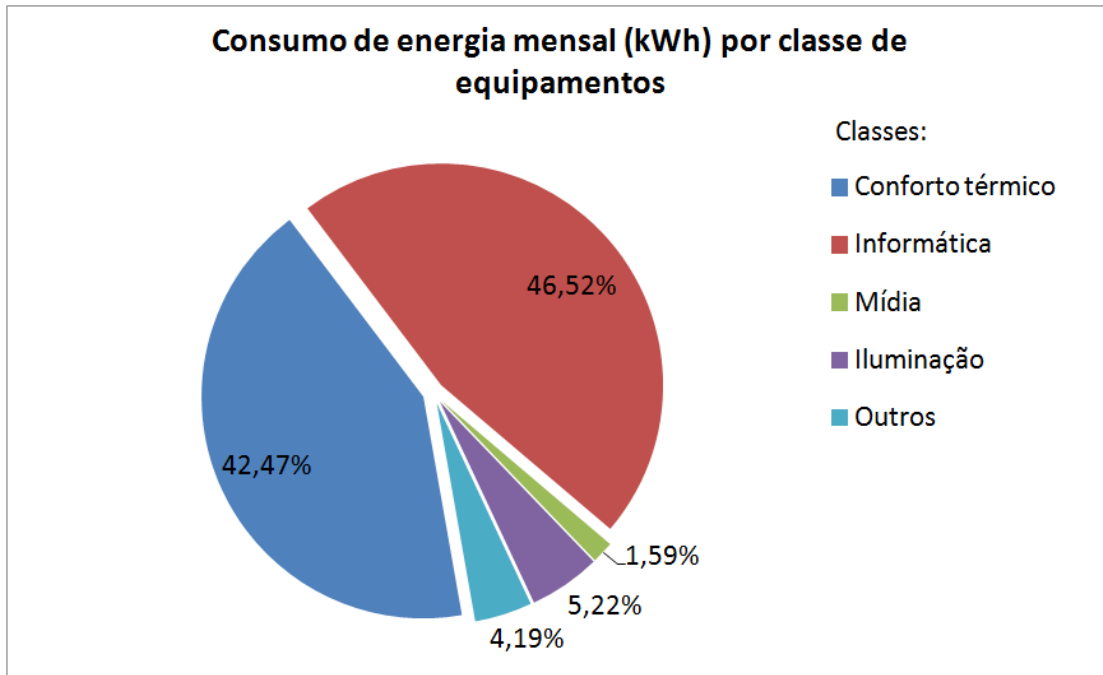


Figura 8 - Gráfico dos consumos mensais de energia por classes de equipamento para o 1º semestre letivo de 2015.

Para efeito de comparação, buscou no Sistema Contaluz um histórico do consumo de energia elétrica na Área 2 do Campus USP de São Carlos. O Contaluz é um sistema, que permite um acompanhamento do consumo de energia, visando uma melhor gestão desse recurso, desde a aquisição da energia (no caso de media tensão, qual é o melhor tipo de contrato), passando pelo uso (adoção de equipamentos eficientes), até o pagamento dessas contas, fornecendo dados de consumo de diversos setores do Campus. Buscou-se os dados referentes ao primeiro semestre de 2014, sendo encontrados dados de consumo dos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Maio e Junho, informados na Figura 9.

Histórico de Unidades Consumidoras (TC e THS)

UC: USP - PUSP-SC - Campus II

Endereço: Av. João Dagnone, 1100 CEP 13563-120

Concessionária: CPFL-Paulista

Localidade: São Carlos

Tarifa: THS Verde

Unidade: 52-PCASC

Nº de UC: 38213605

Mês	Tarifa	Consumo de Ponta Reg.	Consumo F. Ponta Reg.	Consumo Total Fat.	Total R\$	R\$/MWh	Multas R\$							
							Reativos	Demanda	Atrasos	TotalMultas	Dem. Ponta Reg.	Dem. Ponta Contr.	Dem. F.Ponta Reg.	Dem. F.Ponta Contr.
Jan/14	THS Verde	10.160	114.320	124.480	34.030,67	273,38	204,16	1.711,20	-	1.915,36	-	-	378,00	240,00
fev/14	THS Verde	17.500	185.860	203.360	55.263,29	271,75	66,94	3.472,00	-	3.538,94	-	-	520,00	240,00
mar/14	THS Verde	17.260	181.180	198.440	56.066,40	282,54	46,85	4.513,60	-	4.560,45	-	-	604,00	240,00
mai/14	THS Verde	16.920	187.380	204.300	65.372,26	319,98	-	5.455,19	-	5.455,19	-	-	622,00	240,00
Jun/14	THS Verde	16.860	197.020	213.880	97.537,14	330,90	83,63	4.042,12	-	4.125,75	-	-	518,00	240,00
Total		78.700	825.760	904.460	268.269,76	296,61	401,58	19.194,11	0,00	19.595,69				

Figura 9 - Consumo de energia Área 2 do Campus USP de São Carlos referente aos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Maio e Junho de 2014. Fonte: Sistema Contaluz USP.

No campi USP de São Carlos, a energia elétrica total consumida no mês de Abril (mês do estudo) do ano de 2013 foi de 1.207.737 kWh, segundo o sistema CONTALUZ da Universidade de São Paulo. Desse modo, os Blocos 1 e 2 do prédio da Engenharia Ambiental representa aproximadamente 0.53% do consumo total da Universidade de São Paulo em São Carlos.

Em relação ao primeiro semestre letivo, supondo que o consumo de energia no Prédio deste estudo seja idêntico nos mesmo meses do histórico obtido pelo Contaluz, isto é, um

consumo fixo de 6449,73 kWh/mês, resultando em um total de 32248,65 kWh, verifica-se que os Blocos 1 e 2 são responsáveis por cerca de 3,9% do consumo total.

Comparação de consumo energético com outras Universidades

Oliveira (2006) realizou um estudo a fim de avaliar formas de gestão do consumo de energia elétrica na Universidade de Brasília. Uma das propostas foi implantar uma gestão utilizando sistema de conservação de energia com monitorização em tempo real do consumo de energia. No seu estudo, ele caracterizou os prédios de acordo com a área de cada um e as condições necessárias para essa avaliação.

Dentre os prédios da UnB avaliados por Oliveria (2006), alguns são semelhantes em área ao avaliado no presente trabalho (Bloco 1 e 2). São eles: CEFTRU com 1833,91 m², Observatório Sismológico com área de 1242,60 m² e CEPLAN com 1146,0 m². Esses mesmos foram avaliados e determinou-se a relação geral das cargas existentes nas edificações. O CEFTRU possui a maior potência total dos três (237881 W), fato que pode estar associado ao maior tamanho do prédio. O Observatório Sismológico é o que tem a segunda maior potência (72084 W) e por fim o menor edifício, que possui a menor potência total, o CEPLAN possui 20470 W.

Percebe-se que a tipologia dos prédios são diferentes, porém é possível perceber que a área influencia bastante na potência total. Os Blocos 1 e 2 do prédio da Engenharia Ambiental são mais semelhantes a tipologia de edifício do CEPLAN, por possuir salas de aula, secretaria, dentre outros. Provavelmente a potencia total dos Blocos 1 e 2 são semelhantes a esse edifício.

Conforme Oliveira (2006), o custo para implantação de um sistema de monitoração de energia elétrica no edifício do CEPLAN, contando custo material e mão-de-obra, estaria em torno de 4330 reais. Esse custo seria aproximadamente, por semelhança, o valor para implantação de um sistema de monitoração de energia nos Blocos 1 e 2.

De acordo com SAIDEL (2005), o consumo geral na Universidade de São Paulo, em 2004, foi de 110 GWh, com demanda máxima de potência com cerca de 31,7 MW, tendo custos mensais de R\$ 2.000.000,00. O campus de São Carlos, no mesmo ano, contribuiu com 8,1% do total para o consumo de energia, conforme Figura 10.

O consumo de energia elétrica total, referente aos Blocos 1 e 2, foi de 6449,73 kWh por mês. Sabendo que a área total é de 1464 m², o consumo por m² é de 4,4 kWh, mensalmente. No estudo de Morales (2007), foi identificado valores de kWh/m² entre 1,6 e 36,94, para os edifícios da USP Campus São Paulo. Essa ampla faixa reflete a diversidade de tipologia de prédios, de acordo com sua utilização.

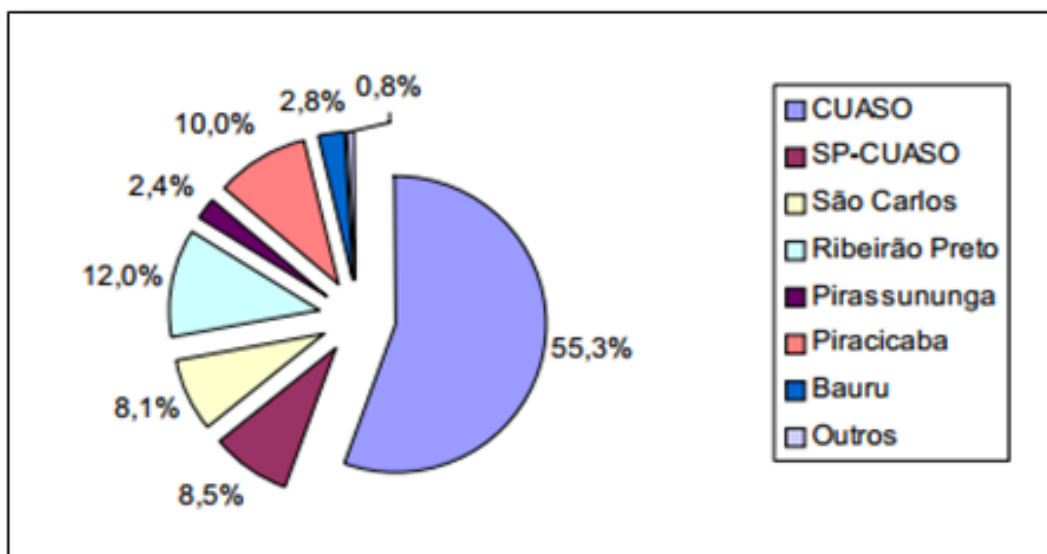


Figura 10 - Participação dos Campis no consumo de energia da USP. (SAIDEL, 2005).



CIRANDA
Engenharia e
Consultoria
Ambiental

Etapa 3/5

Levantamento de Alternativas

CIRANDA Engenharia e Consultoria Ambiental

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do Curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP

Etapa 3/5 Levantamento de Alternativas

O presente texto compreende a terceira etapa de trabalho do Projeto de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP, mais precisamente dos Blocos 1 e 2, focado na eficiência e economia energética, sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é o levantamento na literatura alternativas técnicas para substituição e/ou metodologias que envolvam conscientização de alunos, docentes e funcionários

METODOLOGIA

O desenvolvimento desta etapa do Plano de Gestão baseou-se na premissa da aquisição de informações na literatura, sobretudo em estudos de caso, por meio das quais buscou-se alternativas viáveis de serem aplicadas ao contexto deste trabalho.

Para tanto, a equipe averiguou, sobretudo, artigos técnicos e trabalhos acadêmicos similares aos necessários para cada alternativa previamente levantada em reunião de trabalho. A partir deste embasamento, desenvolveu-se uma verificação mais holística e, em seguida, mais focada em determinadas alternativas e os trabalhos que forneceriam informações para o desenvolvimento da análise de viabilidade econômica e tecnológica deste Plano de Gestão.

Por fim, realizou-se uma breve descrição das alternativas levantadas, bem como um enfoque maior na alternativa a ser mais detalhada e passível da análise de viabilidade na Etapa 4.

LEVANTAMENTO DE ALTERNATIVAS

1) Substituição de lâmpadas fluorescente tubulares por LEDs

Caracterização da iluminação semicondutora – LES (Light Emitting Diode)

A busca crescente por sistemas de iluminação mais eficientes levou a um desenvolvimento de novas fontes de luz. Os semicondutores, durante muito tempo utilizado apenas em sistemas eletrônicos, tornaram-se fontes luminosas capazes de substituir as lâmpadas convencionais em diversas aplicações. Por serem dispositivos eficientes e pequenos, quando comparados a outras alternativas, a iluminação semicondutora tem sido objeto de pesquisas e desenvolvimento de novos produtos empregando esta tecnologia.

Os Diodos Emissores de Luz (LEDs) são dispositivos semicondutores desenvolvidos na década de 1960. Seu funcionamento, assim como os diodos tradicionais, se deve pela passagem de corrente elétrica em apenas um sentido, com esta polarização direta resultando na emissão de luz (PINTO, 2008).

Inicialmente o LED era utilizado apenas para sinalização em aparelhos eletrônicos, devido ao seu baixo fluxo luminoso (emissão de luz), restrita gama de cores e baixa potência. Na década de 1990, desenvolveu-se o LED azul com alto fluxo luminoso que, juntamente com uma camada de fósforo, gera luz branca, possibilitando a utilização do LED na iluminação de ambientes internos. Desde então novas pesquisas se seguiram visando melhorar alguns aspectos desta tecnologia, como por exemplo: temperatura de cor, dissipação de calor, eficácia luminosa, tempo de vida, índice de reprodução de cor e fluxo luminoso. (BLEY, 2012).

Características de um sistema de iluminação

Um correto sistema de iluminação deve compreender um conjunto de fatores que levem consideração o ambiente a ser iluminado e as atividades a serem desenvolvidas nele. Assim, aspectos como a temperatura de cor e índice de reprodução de cores são características importantes no projeto do sistema, além da eficácia luminosa e tempo de vida.

A temperatura de cor de uma lâmpada expressa a aparência da cor da luz emitida (RODRIGUES, 2002). Segundo Silva (2002, apud PINTO, 2008), a cromaticidade da luz afeta o corpo humano de diversas formas, ressaltando sensações, como fome, sono, produtividade. Por isso, a escolha da lâmpada adequada depende do ambiente a ser iluminado. As lâmpadas LED possuem vantagem em relação as demais fontes de luz, com modelos em uma larga faixa de temperatura de cor, variando entre 2670 K até 10.000 K (para efeito de comparação, a luz branca natural produzida pelo Sol a céu aberto ao meio dia, possui temperatura de cor próxima a 5.800 K, com temperatura acima desta apresentando luz com tonalidade azulada e, abaixo, tonalidade amarelada).

O índice de reprodução de cores (IRC) estabelece uma relação entre a cor real do objeto, tomada como referencia a luz produzida pelo Sol em dia de céu aberto ao meio dia, e a cor aparente quando submetido a uma fonte de luz artificial (RODRIGUES 2002, apud PINTO, 2008; SILVA, 2002, apud PINTO, 2008). Logo, quanto mais próximo de 100%, mais fielmente a lâmpada irá reproduzir as cores do objeto iluminado. A Tabela 1 apresenta uma comparação entre algumas fontes de luz relativo à seus IRC e a Tabela 2, o IRC adequado a cada ambiente.

Tabela 1 – Comparação entre algumas fontes de luz e respectivos IRC.

Fonte de luz	IRC (%)
Incandescente	100
Halógenas	100
Fluorescente compacta	80
LED branco	70 - 90

Fonte: Modificado de Pinto (2008).

Tabela 2 – IRC adequado para diferentes ambientes.

Qualificação	IRC (%)	Ambiente / Aplicação
Excelente	90 – 100	Testes de cor, escritórios, residências, lojas
Muito Bom	80 – 89	
Bom	70 – 79	Áreas de circulação, escadas, oficinas, ginásios esportivos
Razoável	60 – 69	
Regular	40 – 49	Depósitos, postos de gasolina, pátios industriais
Insuficiente	20 - 39	Vias de tráfego, estacionamentos

Fonte: Modificado de Pinto (2008).

Em termos de consumo de energia, destaca-se a eficácia luminosa ou eficiência energética de uma lâmpada, ou seja, sua capacidade de emissão de luz em relação a potencia necessária para realizar tal processo. A emissão de luz ou fluxo luminoso é representada pela unidade lúmen (lm), sendo a eficácia luminosa medida em lumens por watt (lm/W) (BLEY, 2012). A Tabela 3 apresenta a eficácia luminosa de algumas fontes de luz.

Tabela 3 – Comparação entre eficiência energética de algumas lâmpadas.

Fonte de luz	Eficiência energética (lm/W)
Incandescente	10 – 15
Halógenas	15 – 25
Fluorescente compacta	50 – 80
Fluorescente tubular	55 – 75
LED	40 – 130

Fonte: Modificado de Pinto (2008).

Uma outra característica associada à emissão de luz é o nível de iluminação do ambiente, conhecido também como iluminância, representada pelo fluxo luminoso incidente sobre uma superfície situada a uma certa distância, sendo sua unidade o lux, medido por meio de um luxímetro. A Tabela 4 apresenta valores de iluminância para alguns ambientes e tarefas visuais.

Tabela 4 – Iluminância para diferentes ambientes e tarefas visuais.

Classificação	Ambientes / Atividades	Iluminância (lux)
Classe A (áreas de execução de tarefas ou uso contínuo)	Estacionamentos e Vias públicas	20 – 30 – 40
	Sala de estar, escadas e dormitórios	100 – 150 – 200
Classe B (áreas de trabalhos)	Sala de leituras, cozinha e garagem.	200 – 300 – 500
	Escritórios e fábricas	500 – 750 – 1000
Classe C (áreas com desempenho de tarefas visuais minuciosas)	Trabalho contínuo e exato (eletrônica)	2000 – 3000 – 5000
	Trabalhos minuciosos (cirurgia)	10000 – 15000 - 20000

Fonte: Modificado de Pinto (2008).

A NBR 5413, norma brasileira para iluminação de interiores apresenta, ambientes residenciais, valores de 200 a 500 lux para ambientes de trabalho ou leitura e entre 100 e 200 lux para os demais cômodos (ABNT, 1992 apud PINTO, 2008).

Outra comparação importante em relação as fontes luminosas diz respeito ao seu tempo de uso, podendo ser apresentado como vida útil, que considera o tempo de operação

da fonte até que sua luminosidade seja reduzida a 70%, a vida mediana, associada ao tempo de funcionamento de um grupo de lâmpadas até que metade permaneça acesa, e vida média, a simples média aritmética da duração de cada lâmpada analisada. A Tabela 5 apresenta a vida média de algumas fontes luminosas.

Tabela 5 – Vida média de algumas fontes de luz.

Fonte luminosa	Vida média (horas)
Incandescente	1000
Halógenas	2000
Fluorescente compacta	8000
LED	50000

Fonte: Modificado de Pinto (2008).

Estudos comparativos e de substituição de lâmpadas fluorescentes por LEDs

Avaliaram-se alguns estudos, descritos a seguir, nos quais, a partir das características apresentadas anteriormente, desenvolveu-se um comparação entre a tecnologia LED e lâmpadas convencionais, com destaque para a fluorescente tubular.

Bley (2012), em um estudo comparativo entre diferentes tipos de lâmpadas (incandescente, halógena e fluorescentes compacta e tubular) e a LED em uso residencial e comercial, considerou diversos itens, como tempo de uso, eficiência energética, custo de energia, preço e durabilidade das lâmpadas e respectivos equipamentos auxiliares, possibilitando verificar a economia de energia por ano, economia na manutenção e troca das lâmpadas, período de retorno do investimento. Em especial para a comparação lâmpada fluorescente tubular e LED, sendo as características de ambas apresentadas na Tabela 6, Bley verificou que, tanto no uso residencial quanto no comercial, não há um retorno de investimento no caso em estudo, inviabilizando a substituição.

Tabela 6 – Características técnicas das lâmpadas analisadas.

Característica	Lâmpada fluorescente tubular	LED
Tipo	T8	tubular
Potência (W)	36	22
Quantidade (unidade)	2	2

Fonte: Modificado de Bley (2012).

Modena et al (2011) avaliaram a viabilidade da implementação de lâmpadas LED em um setor industrial da empresa FESTO, atuante no ramo de automação e treinamento industrial, de maior consumo energético devido à iluminação. Para tanto, também considerou-se características como potência das lâmpadas, custos do produto e inicial do sistema, vida média, consumo mensal e custo de energia por kWh, por hora e mensal e ao final de 30.000 horas de uso, referente à vida média da lâmpada LED. Modena conclui que, apesar de apresentar um investimento inicial superior ao das lâmpadas fluorescentes tubulares, a implementação de lâmpadas LED mostrou-se mais eficiente em relação ao consumo energético e, conseqüentemente, no custo de energia, além de não ser necessária a troca das lâmpadas no período analisado.

Ferreira (2014) analisou a viabilidade da substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares por tubulares de LED em três etapas: observação de especificações técnicas dos fabricantes, em relação à potência, fluxo luminoso, vida útil esperada, entre outros; realização de simulação no software DIALux, quanto a eficiência luminosa; e um ensaio fotométrico, utilizando um luxímetro em uma cozinha da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) - campus Ecoville, verificando a correlação entre os dados dos fabricantes e os obtidos pelo software.

Confrontando as características da lâmpada fluorescente tubular com a LED tubular, Ferreira avaliou o payback para o tempo diário de 12 horas de uso, sendo os dados apresentados na Tabela 7 e os investimentos na Tabela 8.

Tabela 7 – Características das lâmpadas fornecidos pelos fabricantes, para 12 horas acesas em 365 dias por ano.

	TUBULAR FLUORESCENTE - T8	TUBULAR LED - TIPO T8
FABRICANTE	EMPALUX	JUJIALED
ORIGEM	PARANÁ – BRASIL	CHINA
MODELO	FT32214	JU-L18RGAB (LED TIPO SMD)
POTÊNCIA	32 W	15 W
TENSÃO	127V	127V
FLUXO LUMINOSO (lm)	2340 lm	1500 lm
VIDA ÚTIL (horas)	8.000	50.000
PREÇO	R\$ 10,00	R\$ 100,00
NÚMERO DE HORAS ACESAS/DIA	12	12
EXPECTATIVA VIDA ÚTIL (anos) vida útil/(número horas acesas/ano)	1,826484018	11,41552511
TARIFA ENERGÉTICA (COM IMPOSTOS ICMS e PIS/COFINS EM CURITIBA EM R\$/KWh)	0,39631	0,39631
GASTO ELETRICIDADE R\$/Dia	0,15218304	0,0713358
GASTO ELETRICIDADE R\$/Mês	4,5654912	2,140074
GASTO ELETRICIDADE R\$/Ano	54,7858944	25,680888
NUMERO LÂMPADAS/luminária	2	2
PREÇO REATOR	18	NÃO SE APLICA

Fonte: Modificado de Ferreira (2014).

Tabela 8 - Payback referente às lâmpadas de LED.

TEMPO (ANOS)	Investimento + gasto mensal energia elétrica da fluorescente (R\$)	Investimento + gasto mensal energia elétrica do LED (R\$)
1	153,0467888	260,121776
2	268,0935776	320,243552
3	383,1403664	380,365328
4	498,1871552	440,487104

5	613,233944	500,60888
---	------------	-----------

Fonte: Ferreira (2014).

Em relação a simulação no software DIALux, observou-se uma proximidade de valores de luminância das lâmpadas LED nas superfícies analisadas em relação às lâmpadas fluorescente. Por outro lado, por meio do ensaio fotométrico na cozinha da UTFPR, constatou-se uma variação em relação à simulação no DIALux, sobretudo na luminância imediatamente abaixo e no centro das lâmpadas e afastadas do centro das mesmas, porém ambas, fluorescente e LED, apresentaram valores próximos entre si.

Assim, analisando em conjunto as 3 etapas, observa-se que, em função do tempo de uso das lâmpadas, custo de implementação, consumo e *payback*, a LED apresenta-se como alternativa viável principalmente em espaços onde devem ficar mais tempo acesas e onde houver maior número de luminárias, quando há um retorno do investimento em menor prazo de tempo.

Por fim, considerando os três estudos de caso apresentados, conclui-se que a viabilidade da substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares por LED tubulares no local de estudo deste Plano, pode apresentar-se como uma possível alternativa visando redução no consumo energético no quesito iluminação, conseqüentemente nos gastos da Universidade de São Paulo referentes a tal consumo. Contudo, ressalta-se que esta alternativa pode apresentar um retorno de investimento em médio a longo prazo.

Aplicação da alternativa LED no Prédio do Curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP

Para avaliação da viabilidade da substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares por tubulares de LED, serão consideradas algumas características, tais como:

- Potência equivalente (fluorescente → LED);
- Fluxo luminoso;
- Dimensões equivalentes (tubular fluorescente → tubular de LED);
- Vida útil;
- Custo da lâmpada LED (considerando ao menos duas empresas fabricantes);
- Custo de implantação da nova tecnologia;
- Consumo de energia por hora, diário, mensal e anual;
- Tarifa de energia vigente a ocasião deste Projeto;
- Custo de energia por hora, diário, mensal e anual;
- *Payback*.

As alternativas a serem avaliadas na Etapa 4 (ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E TECNOLÓGICA) são apresentadas e brevemente descritas na Tabela 9.

Tabela 9 – Cenários de avaliação da viabilidade de substituição do sistema de iluminação.

Alternativa	Descrição básica
1 – Substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes apenas das salas de aula.	Serão consideradas passíveis de substituição apenas as lâmpadas presentes em salas de aula, do 1º ao 5º ano do curso.
2 - Substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes apenas das salas de aula, salas de	Serão consideradas passíveis de substituição as lâmpadas presentes em salas de aula, do 1º ao

projeto e computação e anfiteatro.	5º ano do curso, salas de computação e de projeto e do anfiteatro.
3 – Substituição de todas as lâmpadas tubulares fluorescentes presentes nos Blocos 1 e 2.	Serão consideradas passíveis de substituição as lâmpadas presentes nos Blocos 1 e 2, isto é, as informadas no Cenário 2 juntamente as presentes na sala de administração, banheiros, sala da secretaria acadêmica, corredores e salas técnicas.

A avaliação será baseada em uma planilha de dados, com informações de entrada constando tanto por características técnicas informadas pelos fabricantes quanto pelo consumo levantado pela Equipe do Projeto nos trabalhos de campo.

Por fim, será realizada uma análise de viabilidade das três alternativas descritas, observando, sobretudo, o *payback*, isto é, o tempo de retorno do investimento inicial. Além disso, também será avaliado como se dará esse retorno, em termos quantitativos referentes aos custos de consumo das lâmpadas fluorescentes atuais, ou seja, se, a partir do momento em que o *payback* for atingido, como se comportará a diferença entre os custos do sistema com lâmpadas fluorescentes e as LED.

Para seleção das lâmpadas tubulares LED utilizadas na avaliação, serão adotados alguns requisitos tanto ambientais, como compromisso de proteção e qualidade ambiental do fabricante e principais aspectos e impactos ambientais na produção e descarte da lâmpada, quanto práticos para realização deste Projeto em etapa preliminar, como facilidade no levantamento de características técnicas do produto, custo de aquisição e instalação, entre outros. Assim, para cada cenário anteriormente descrito, serão avaliados ao menos dois produtos disponíveis no mercado, visando uma proximidade do estudo de viabilidade realizado com um real plano a ser posto em prática.

2) Sensores de lâmpadas aplicadas aos corredores

Avelar et al. (2009) explica que a aplicação dos dispositivos para controle de iluminação estão cada vez sendo mais utilizados em prédios comerciais e indústrias.

No Brasil, o potencial de redução de consumo de energia elétrica com iluminação é grande, pois o uso final de energia elétrica para esse fim representa 23% do setor residencial e 44% no setor comercial e de serviços públicos (MME, 2004).

De acordo com Castro et al. (2005), existem no mercado sistemas automáticos que tomam decisões de ascender ou não a luz artificial com base nas condições de iluminação natural. Desse modo, pode-se criar horários em que toda a iluminação do edifício é desligada de acordo com o perfil de uso e também permitir o atendimento diferenciado no horário de verão. Esses sistemas funcionam, segundo Gomes (2003), por meio de fotocélula que enviam sinais elétricos em função da iluminância detectada. O sistema elétrico é comparado com um sinal de referência. Se ele for maior, a luz natural é suficiente para iluminar o ambiente e não é necessário ascender a luz artificial. Se o sinal for menor, deverá ascender a luz artificial.

O sistema híbrido de iluminação poderá ser o ideal de acordo com o contexto, pois combina sensores de presença, rotinas temporais e sensores de iluminação, alcançando consumos de energia elétrica mínimos (CASTRO et al., 2005).

No estudo de caso no edifício da Engenharia Ambiental, os dois corredores correspondentes aos dois pavimentos, necessitam de iluminação durante horário comercial (08:00 horas - 18:00 horas) e, geralmente, os corredores recebem iluminação natural devido a presença de vidros. Porém, em dias de pouco sol, é necessário a iluminação artificial das 25 lâmpadas que compõe esses espaços. Desse modo, se faz necessário a utilização de sensores de iluminação (Figura 1), para evitar gastos indevidos de energia elétrica. Fora do horário das aulas (após as 18:00 horas até as 08:00 horas), seria necessário o desligamento das lâmpadas por meio de uma chave geral.



Figura 1 - Sensor de iluminação.

3) Alteração da tipologia estrutural das janelas

Um edifício deveria ter, na sua concepção, como um dos objetivos, a redução ao mínimo da necessidade de sistemas de ventilação e de ar condicionado, dado que eles são grandes consumidores de energia e carecem de uma estratégia de gestão que assegure uma cuidadosa e regular manutenção dos sistemas instalados (Energy Research Group, 2001). Na ausência desse planejamento pré-implantação, busca-se realizar adaptações na fase de operação do mesmo.

Uma das alterações possíveis, no contexto do edifício da Engenharia Ambiental, seria substituição do tipo de janela existente nas salas de aulas e dos computadores, a fim de proporcionar maiores níveis de iluminação natural no interior do prédio. Outro benefício com esse tipo de modificação estrutural seria no conforto térmico, a partir do dimensionamento adequado das janelas, ocasionando redução do calor advindo do exterior e conseqüentemente, diminuição no consumo de energia elétrica, referente a utilização do ar condicionado e ventilador.

Segundo Gratia e de Herde (2003), o tamanho das janelas, a forma da edificação, a profundidade e a altura das salas podem, juntos, dobrar o consumo de energia de um prédio. CISBE (1998) explica que para minimizar o consumo de energia e garantir boa iluminação natural em edificações, a área da janela deveria ser limitada.

No edifício já construído, uma das fachadas das salas já possuem a estruturação das janelas, porém elas são do tipo basculante, que dificulta a circulação de ar no interior dos espaços didáticos e a entrada de iluminação natural. Seria necessário a substituição da

janela do tipo folha basculante por uma janela de correr com 1 folhas móvel e 1 folha fixa, de mesma medida. Segue nas figuras 2, 3 e 4 o esquema dos tipos de janelas e a alteração pretendida.

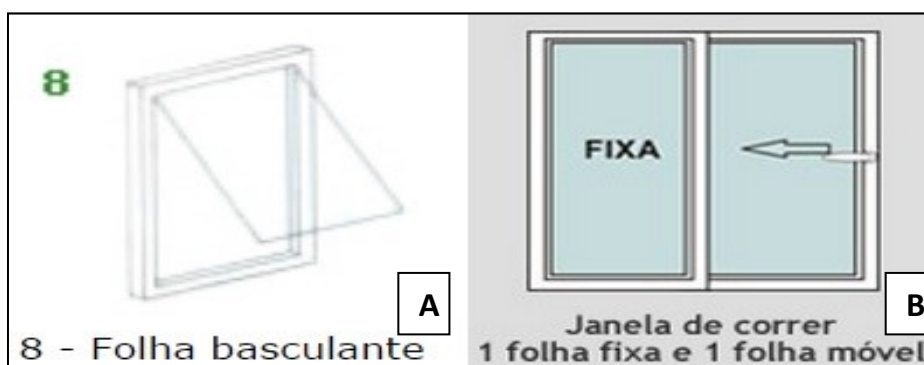


Figura 2 – Tipos de janelas envolvidas na modificação estrutural do prédio; Da esquerda para a direita: A) Tipo de janela atual das salas de aula e dos computadores; B) Tipo de janela pretendida na mudança.



Figura 3 – Tipo de janela pretendida na mudança.



Figura 4 – Janelas basculantes atuais nas salas de aula.

Lembrando que, a parte a ser modificada é a central (Figura 5). O restante será mantido para auxiliar os níveis de iluminação natural no interior das salas.

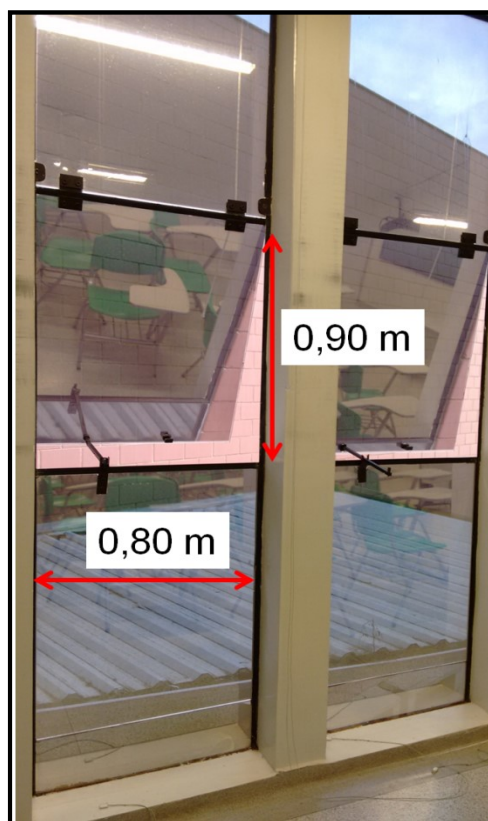


Figura 6– Dimensão da janela centralizada a ser alterada.

4) Alternativas não aplicáveis

A seguir, é feito um relato das alternativas levantadas pelo grupo que não serão utilizadas na sequência do presente projeto, destaca-se que esta inviabilidade se deve às questões estruturais (de construção), de inviabilidade técnica, econômica ou ambiental.

4.1 - Alteração da estrutura do prédio

O desenho (projeto) inicial do prédio da Engenharia Ambiental foi realizado na década de 90 pelo arquiteto Jorge Caron, o qual seria implantado no Campus 1 da USP-São Carlos. Como o curso de Engenharia Ambiental foi finalizado somente no início da década seguinte e a construção das instalações foram aprovadas na nova área (Campus 2), o arquiteto Gelson Almeida Pinto reestruturou o projeto, pois Caron já havia falecido.

Como consta no trabalho de Bucater, Ferrer, Cassaron e Cerveira (2014), o projeto foi concebido para aproveitamento da iluminação natural em todo os blocos, bem como da ventilação natural nas áreas dos corredores (visto que nas salas de aula a ventilação natural não foi alvo de preocupação de Caron e Pinto). Contudo, após o término da obra, verificou-se que o projeto não foi realizado corretamente.

Os principais problemas em relação ao conforto térmico e iluminação presenciados hoje (após o término da construção) são frutos de problemas construtivos e da política adotada pela universidade: “durante sua construção ocorreram algumas incongruências como, por exemplo, o responsável pelo projeto e o chefe do departamento eram proibidos de acompanhar seu processo construtivo, fazendo com que detalhes da obra, que eram essenciais para o bom funcionamento da convecção do ar fossem esquecidos tornando a estrutura uma grande estufa.”; “o grande problema da construção de bons projetos é a política de barateamento de custo da Universidade, onde o menor preço é sempre o aprovado, ou seja, o responsável pelo projeto não é o mesmo incumbido pela execução da obra e também difere das pessoas que irão utilizar o prédio. Nesse processo em que a obra troca de responsáveis, muitos detalhes se perdem ocasionando uma perda da qualidade da construção.” (Bucater, Ferrer, Cassaron e Cerveira, 2014).

Em suma, o prédio construído não condiz com o seu projeto, além disso foram colocadas películas de vidro escuras e persianas horizontais (Figura 7), o que evidencia o não aproveitamento da luz solar, e, ainda, as janelas utilizadas nas salas (um tipo de janela basculante – Figura 8) mostram-se ineficazes quanto a circulação do ar, interferindo no conforto térmico e culminando na necessidade de utilização de equipamentos, como ventiladores e/ou ar condicionados.

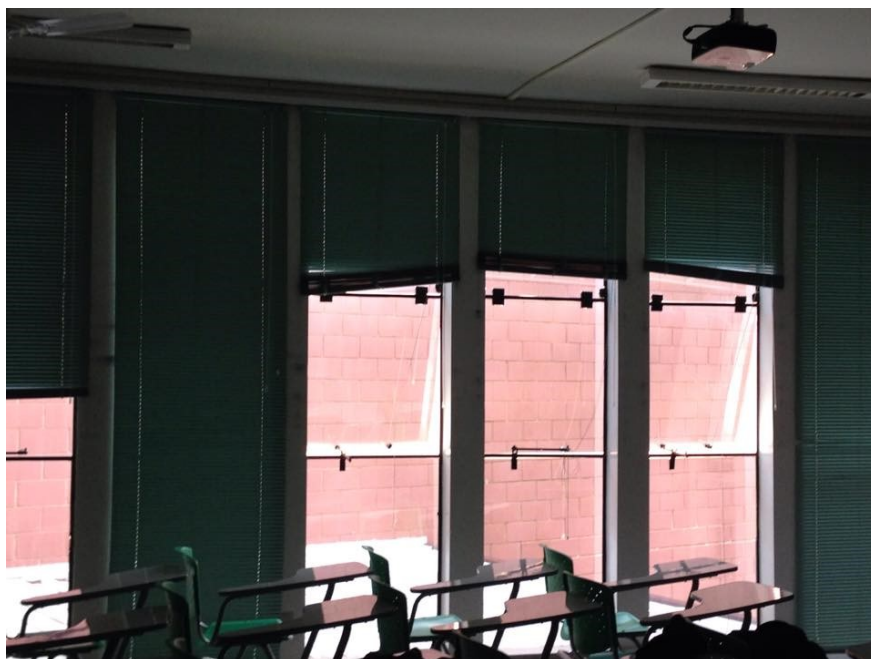


Figura 7 – Sala de aula: janelas basculantes com persianas horizontais.

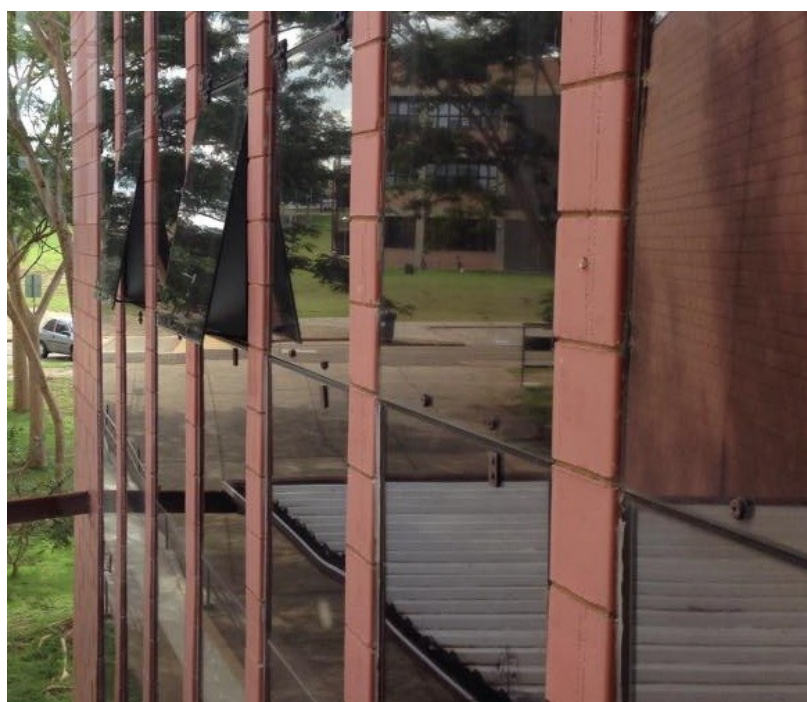


Figura 8 – Janelas basculantes com película de vidro escura.

A Figura 9 mostra o corredor superior que interliga os Blocos 1 e 2, sendo um dos poucos ambientes do prédio que aproveita a iluminação natural e dispensa iluminação elétrica durante o dia.



Figura 9 – Corredor superior: aproveitamento da iluminação natural

Em relação ao intuito do presente trabalho e tendo em vista os resultados obtidos na etapa anterior (diagnóstico), o melhor aproveitamento de fontes naturais, como a luz solar e a ventilação, seriam de grande importância para solucionar problemas em relação ao conforto térmico em locais que não necessitam de ar condicionado – os quais representam 12% do consumo energético mensal dos Blocos 1 e 2 e iluminação – 5,2% do consumo de energia mensal total. Porém, este melhor aproveitamento esbarra nas questões estruturais do prédio, tornando inviável levar esta alternativa adiante neste trabalho.

Ressalta-se que os locais de uso indispensável de ar condicionado são a sala de telefonia e a sala de computadores, os quais representam a maior parte (67%) do gasto de energia em relação ao conforto térmico.

4.2 - Energia solar fotovoltaica

Os sistemas fotovoltaicos são capazes de gerar energia elétrica através das chamadas células fotovoltaicas.

Estas células – atualmente produzidas em sua maior parte a partir do silício - são feitas de materiais capazes de transformar a radiação solar diretamente em energia elétrica através do chamado “efeito fotovoltaico”. Para poder aproveitar esta energia incidente, é necessário a presença de um campo elétrico, o qual é obtido por duas camadas de materiais semicondutores, uma positiva e outra negativa. Ao atingir a célula, os fótons da luz

excitam os elétrons, gerando eletricidade. É maior o fluxo elétrico quanto maior a intensidade solar.

As células fotovoltaicas podem produzir pequenas tensões, deste modo existem os painéis fotovoltaicos, os quais são constituídos de células fotovoltaicas acopladas em série. Porém para poder-se tirar proveito da energia fotovoltaica, é necessário mais do que apenas um painel fotovoltaico. O aproveitamento desta energia exige todo um sistema que, além dos painéis fotovoltaicos, é composto por baterias para o acúmulo de energia, um controle de carga para evitar o sobre carregamento do sistema, indicador de carga e inversores para o fornecimento de corrente alternada.

As baterias são necessárias na maior parte dos sistemas que se utilizam de energia fotovoltaica uma vez que a fonte de energia, o Sol, não está sempre disponível. As baterias solares podem sustentar uma corrente moderada por longos períodos e, diferentemente das baterias automotivas, não se tornam inutilizáveis quando a tensão cai abaixo de um nível crítico. No entanto, esse tipo de bateria possui como desvantagem uma memória, ou seja, para alongar sua vida útil é desejável que seja completamente descarregada antes de iniciar sua recarga novamente (GASQUET, 1997 apud Dazcal & Júnior, 2007).

Quando a insolação é baixa, os painéis fotovoltaicos fornecem uma potência quase nula. Assim, o controlador de carga exerce importante papel (passivo) isolando o painel do resto do sistema para evitar que as baterias se descarreguem. Há também a situação oposta, quando a insolação é excessiva gerando uma tensão maior que a de carga das baterias. Neste caso, o controlador de carga exerce um papel ativo, evitando o sobre carregamento das baterias que pode chegar a causar uma explosão (GASQUET, 1997 apud Dazcal & Júnior, 2007).

Os painéis fotovoltaicos são capazes de fornecer corrente apenas na forma de corrente contínua. Nem sempre é possível aproveitar esta corrente e em muitos casos é necessário converter aquela para corrente alternada. O aparelho responsável por esta transformação é chamado de inversor de corrente.

Em São Carlos, as condições ambientais (posição geográfica e radiação solar média) de geração deste tipo de energia são favoráveis conforme Maia *et al* (2014). Contudo, o grupo decidiu não progredir sobre esta alternativa, visto que, em uma entrevista com o Professor Doutor em Engenharia Elétrica da USP-São Carlos, Rogério Andrade Flausino, ele se mostrou contra esta tecnologia. Segundo o professor, a vida útil das células fotovoltaicas é muito pequena e, na metade da sua vida útil (cerca de 20 anos), sua eficiência energética cai pela metade; o ponto mais crítico, para o professor, é estas células geram um grande passivo ambiental devido ao seu processo produtivo e material utilizado para fabricação (silício); outra questão é quanto ao elevado custo desta tecnologia, o qual é ilustrado a seguir por um estudo de caso.

Estudo de caso: implementação de um sistema de energia solar fotovoltaica em um edifício da universidade presbiteriana Mackenzie.

Em 2007, o departamento de manutenção e utilidades do Mackenzie, sob a supervisão do engenheiro Fábio Zalkauskas, estudou a possibilidade de se implementar o sistema fotovoltaico em dois prédios da Universidade (João Calvino e Amantino Vassão) para substituir a energia elétrica demandada apenas pela iluminação dos mesmos.

O estudo apresenta um levantamento econômico em relação ao gasto médio mensal com a energia necessária para a iluminação: em torno de R\$20.000,00. Para efeito de cálculo e seguinte análise de viabilidade econômica (*payback*), Zalkauskas entrou em contato com algumas empresas e obteve uma proposta discriminando todos os valores cobrados por eles num sistema de energia fotovoltaica (painel solar, bateria, controlador de carga e inversor de corrente).

Para obter os dados de radiação solar, utilizou-se o programa RADIASOL da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desta maneira, foi calculado que seriam necessários 5339 painéis para atender à demanda de energia luminosa dos dois edifícios, 5406 baterias (de 185 Ah e tensão de 12V) para uma autonomia de 48hs, 500 controladores de carga com potência nominal de 480W e 300 inversores de 800W. No Estudo de caso, não é citada a área de aplicação.

Com isso, o investimento inicial seria de aproximadamente 19 milhões de reais, excluindo mão de obra, manutenção e transporte, evidenciando que a implementação do sistema fotovoltaico nos prédios João Calvino e Amantino Vassão é economicamente inviável (com período de retorno de aproximadamente 79 anos).



CIRANDA
Engenharia e
Consultoria
Ambiental

Etapa 4/5

Análise de Viabilidade Econômica

CIRANDA Engenharia e Consultoria Ambiental

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do Curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP Etapa 4/5 – Análise de Viabilidade Econômica

O presente texto compreende a Análise de Viabilidade Econômica da alternativa selecionada na Etapa 3, isto é, a substituição do sistema de iluminação de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, relacionada ao Projeto de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP, mais precisamente dos Blocos 1 e 2, compreendendo salas de aula, de projeto e de informática, Secretaria Acadêmica do Curso, secretaria administrativa, anfiteatro, copa, cozinha, banheiros e corredores), focado na eficiência e economia energética, sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

OBJETIVOS

O principal objetivo desta etapa é avaliar a viabilidade econômica da proposta de substituição do sistema de iluminação, tendo como base as alternativas e cenários indicados.

PROPOSIÇÃO DOS CENÁRIOS E ALTERNATIVAS

A elaboração de cenários e alternativas para análise da viabilidade econômica das mesmas deu-se por meio da conjuntura atual de restrições econômicas da Universidade de São Paulo bem como pelas recentes alterações nas tarifas do setor de energia elétrica no Brasil.

Nesse sentido, partindo de cenários e alternativas relativamente menos substanciais para aqueles mais ousados, desenvolveram-se as Tabela 1 e 2, com as propostas passíveis de implementação e, conseqüentemente, monitoramento. A Tabela 3 apresenta o cruzamento entre os cenários e as alternativas.

Tabela 1 – Cenários de avaliação da viabilidade de substituição do sistema de iluminação.

Cenário	Descrição básica
1 – Manutenção da tarifa atual de energia elétrica ao longo do horizonte de estudo	Inalteração da tarifa atual de cerca de R\$ 0,47 / KWh ao longo do período de estudo.
2 – Correção anual de 5% da tarifa de energia elétrica	Aumento anual de 5% da tarifa de energia elétrica, partindo da tarifa atual de R\$ 0,47 e com a correção vigorando a partir de janeiro de cada ano.
3 – Correção anual de 10% da tarifa de energia elétrica	Aumento anual de 10% da tarifa de energia elétrica, partindo da tarifa atual de R\$ 0,47 e com a correção vigorando a partir de janeiro de cada ano.

Tabela 2 – Alternativas de avaliação da viabilidade de substituição do sistema de iluminação.

Alternativas	Descrição básica
1 – Substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes apenas das salas de aula.	Serão consideradas passíveis de substituição apenas as lâmpadas presentes em salas de aula, do 1° ao 5° ano do curso.
2 - Substituição das lâmpadas tubulares	Serão consideradas passíveis de substituição as

fluorescentes apenas das salas de aula, salas de projeto e computação e anfiteatro.	lâmpadas presentes em salas de aula, do 1º ao 5º ano do curso, salas de computação e de projeto e do anfiteatro.
3 – Substituição de todas as lâmpadas tubulares fluorescentes presentes nos Blocos 1 e 2.	Serão consideradas passíveis de substituição todas as lâmpadas presentes nos Blocos 1 e 2, isto é, as informadas no Cenário 2 juntamente as presentes na sala de administração, banheiros, sala da secretaria acadêmica, corredores e salas técnicas.

Tabela 3 – Composição de cenários e alternativas para substituição do sistema de iluminação.

Cenário	Alternativa		
	1 – Substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes apenas das salas de aula.	2 - Substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes apenas das salas de aula, salas de projeto e computação e anfiteatro.	3 – Substituição de todas as lâmpadas tubulares fluorescentes presentes nos Blocos 1 e 2.
1 – Manutenção da tarifa atual de energia elétrica	1-1	1-2	1-3
2 – Correção anual de 5% da tarifa de energia elétrica	2-1	2-2	2-3
3 – Correção anual de 10% da tarifa de energia elétrica	3-1	3-2	3-3

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para análise da viabilidade econômica da substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares por LED tubulares, utilizou-se uma planilha de cálculo (Microsoft Excel 2007), associando os dados de consumo de energia referente a iluminação do Prédio, dados técnicos das lâmpadas LED, obtidos a partir de manuais técnicos de duas empresas fabricantes (Philips e Golden) e os cenários e alternativas estabelecidos.

Dentre as características técnicas levantadas a partir de manuais técnicos dos fabricantes, a Tabela 4 apresenta as principais utilizadas na análise.

Tabela 4 – Características Técnicas das lâmpadas LED.

EMPRESAS	Lâmpadas LED		Lâmpada Fluorescente
	PHILIPS	GOLDEN	PHILIPS
NOME	LEDtube T8	Extreme LED Tubular	T8
VIDA ÚTIL	40000	40000	7500
POTÊNCIA	19	18	32

CUSTO AQUISIÇÃO (R\$)	100,00	100,00	15,00
-----------------------	--------	--------	-------

Para o desenvolvimento da análise, utilizou-se o tempo de uso por ano do conjunto de lâmpadas de cada local do Prédio em estudo. Ressalta-se que foram adotadas 34 semanas letivas por ano, com a hipótese de que no restante do ano não serão utilizadas as lâmpadas. A Tabela 5 apresenta os dados relacionados ao tempo de uso das lâmpadas.

Tabela 5 – Quantidade e tempo de uso das lâmpadas no Prédio da Engenharia Ambiental.

LOCAL	QUANTIDADE DE LÂMPADAS	HORAS / ANO.LÂMPADA	TEMPO TOTAL /ANO
Sala 1º ano	16	524,17	8386,7
Sala 2º ano	16	600,67	9610,7
Sala 3º ano	16	592,17	9474,7
Sala 4º ano	16	391,00	6256,0
Sala 5º ano	16	323,00	5168,0
Sala de computação	18	1530,00	27540,0
Sala de projetos	16	130,33	2085,3
Anfiteatro	20	164,33	3286,7
Corredores	25	81,60	2040,0
Banheiros	24	119,00	2856,0
Sala Adm. 1	2	680,00	1360,0
Sala Adm. 2	4	1105,00	4420,0
Área técnica	1	42,50	42,5

A seguir, são apresentadas hipóteses que nortearam algumas decisões para o desenvolvimento dos cálculos:

- Custo inicial (atual) da tarifa de energia elétrica: R\$ 0,47;
- Horizonte de estudo: 20 anos;
- Lâmpadas fluorescentes: pra início dos cálculos, será considerado que a Universidade de São Paulo tenha adquirido as lâmpadas atuais e em uso há pouco tempo, ou seja, para efeito de cálculos as lâmpadas fluorescente estarão com tempo de uso igual a zero. Nesse sentido, como sua vida útil estimada é de 7500 horas, resultando em aproximadamente 12 anos (levando em consideração 34 semanas letivas por ano), todas as lâmpadas fluorescentes serão substituídas por novas fluorescente, atendendo o cenário e alternativa a qual está sendo avaliada;
- Lâmpadas LED: pra início dos cálculos, será considerado que a Universidade de São Paulo não tenha ainda adquirido as lâmpadas LED necessárias a cada alternativa proposta, ou seja, será contabilizado no custo acumulado o custo associado a compra de tais

lâmpadas. Além disso, como sua vida está estimada em 40000 horas de uso, tal tempo irá superar o horizonte de estudo (20 anos), não sendo necessária a sua substituição.

Assim, para cada alternativa proposta, desenvolveu-se os cálculos para cada cenário, buscando determinar o custo acumulado ao longo de um horizonte de estudo de 20 anos, sendo os resultados apresentados nas Tabelas 6, 7 e 8. Para cada cruzamento cenário x alternativa, construiu-se um gráfico com o custo acumulado em função do tempo, para as duas alternativas de lâmpadas LED e, a fim de se estabelecer um efeito comparativo, também para a lâmpada fluorescente.

Tabela 6 – Custo acumulado associados a alternativa 1.

		CENÁRIO	1			2			3			
			LAMPADA	Fluorescente Atual	LEDTube T8	Extrem LED Golden	Fluorescente atual	LEDTube T9	Extrem LED Golden	Fluorescente atual	LEDTube T9	Extrem LED Golden
				R\$/ANO								
ALTERNATIVA 1	ANO	0	1241,2	9003,5	8985,3	1241,2	9003,5	8985,3	1241,2	9003,5	8985,3	
		1	2482,4	10007,1	9970,5	2544,5	10057,3	10019,8	2606,5	10107,4	10069,1	
		2	3723,6	11010,6	10955,8	3912,9	11163,7	11106,0	4108,4	11321,7	11261,2	
		3	4964,8	12014,2	11941,1	5349,7	12325,4	12246,6	5760,4	12657,4	12572,6	
		4	6206,0	13017,7	12926,3	6858,4	13545,2	13444,2	7577,6	14126,7	14015,1	
		5	7447,2	14021,3	13911,6	8442,5	14826,0	14701,7	9576,6	15743,0	15601,9	
		6	8688,4	15024,8	14896,8	10105,8	16170,9	16022,0	11775,5	17520,8	17347,4	
		7	9929,6	16028,4	15882,1	11852,3	17583,0	17408,4	14194,2	19476,4	19267,4	
		8	11170,8	17031,9	16867,4	13686,2	19065,6	18864,1	16854,8	21627,6	21379,4	
		9	12412,0	18035,4	17852,6	15611,7	20622,5	20392,5	19781,5	23993,9	23702,6	
		10	13653,2	19039,0	18837,9	17633,4	22257,1	21997,4	23000,9	26596,8	26258,1	
		11	14894,4	20042,5	19823,2	19756,3	23973,5	23682,6	26542,1	29460,1	29069,1	
		12	18985,6	22696,1	22458,4	24835,3	27425,8	27101,9	33287,6	34259,6	33811,3	
		13	20226,8	23699,6	23443,7	27175,8	29318,1	28959,8	37572,5	37724,1	37212,7	
		14	21468,0	24703,2	24428,9	29633,3	31305,0	30910,6	42286,0	41535,1	40954,2	
		15	22709,2	25706,7	25414,2	32213,6	33391,3	32958,8	47470,8	45727,1	45069,9	
		16	23950,4	26710,2	26399,5	34923,0	35581,9	35109,6	53174,0	50338,4	49597,2	
		17	25191,6	27713,8	27384,7	37767,9	37882,1	37367,8	59447,6	55410,8	54577,2	
		18	26432,8	28717,3	28370,0	40755,0	40297,2	39738,9	66348,6	60990,4	60055,2	
		19	27674,0	29720,9	29355,3	43891,4	42833,1	42228,7	73939,6	67128,0	66080,9	
20	28915,2	30724,4	30340,5	47184,7	45495,8	44842,9	82289,8	73879,3	72709,3			

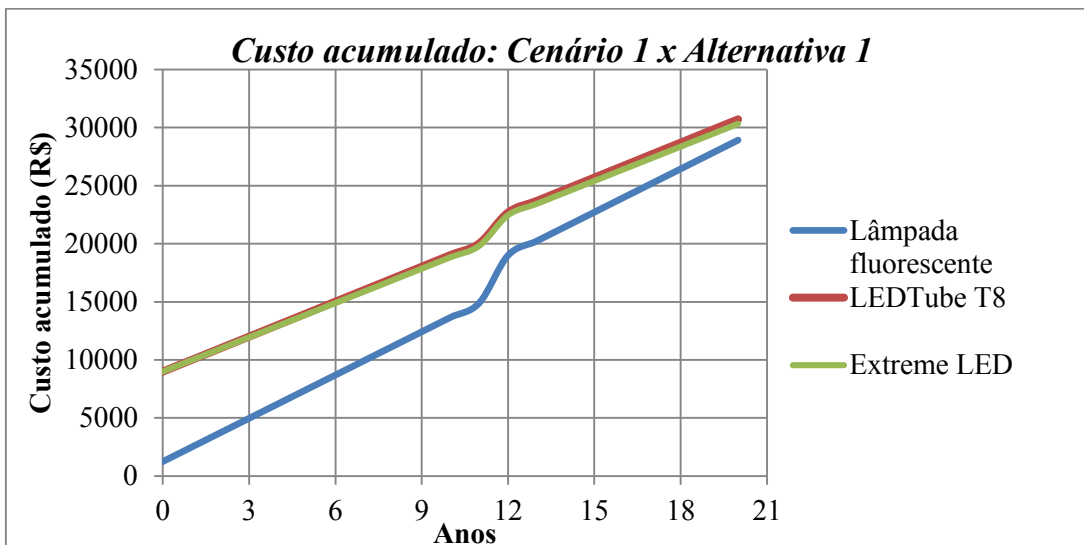


Figura 1 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

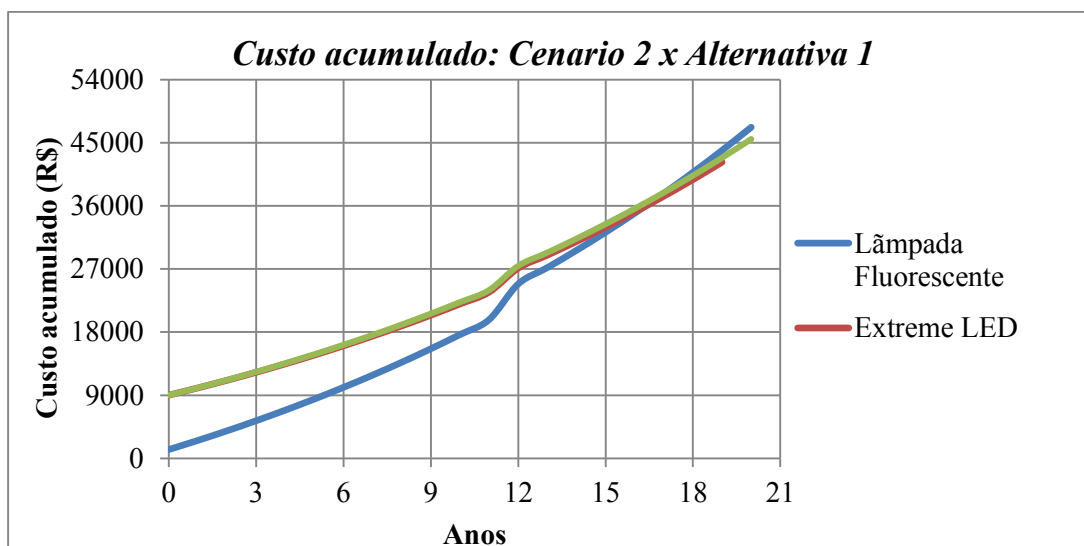


Figura 2 – Gráfico custo acumulado Cenário 2 x Alternativa 1.

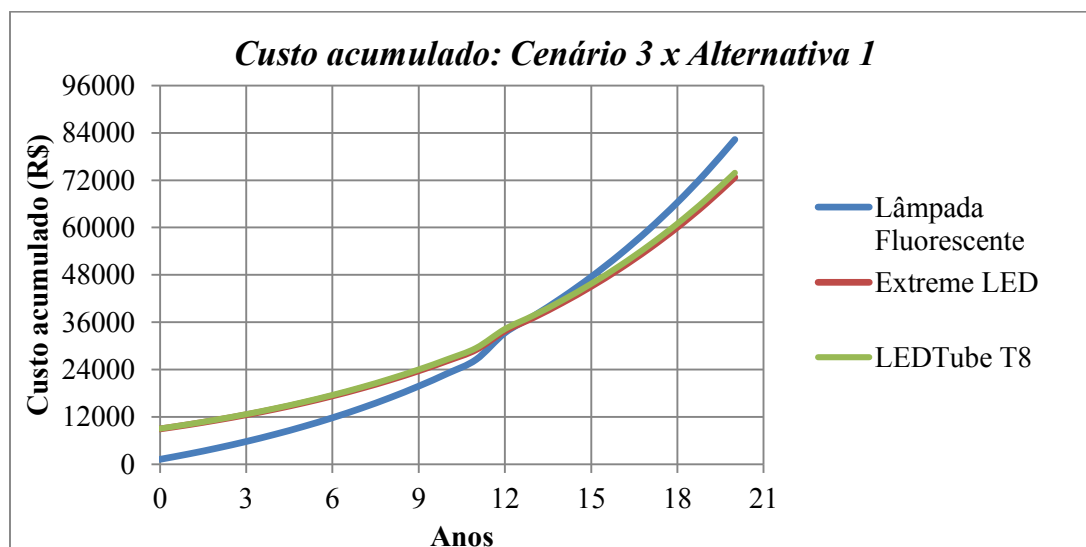


Figura 3 – Gráfico custo acumulado Cenário 3 x Alternativa 1.

Tabela 7 – Custo a

cumulado associados à alternativa 2.

ALTERNATIVA 2	ANO	CENÁRIO	1			2			3			
			LAMPADA	Fluorescente atual	LEDTube T8	Extrem LED Golden	Fluorescente atual	LEDTube T8	Extrem LED Golden	Fluorescente atual	LEDTube T9	Extrem LED Golden
				R\$/ano								
	0		1241,2	14202,5	14168,7	1241,2	14202,5	14168,7	1241,2	14202,5	14168,7	
	1		2482,4	15004,9	14937,4	2544,5	15045,0	14975,8	2606,5	15085,1	15014,3	
	2		3723,6	15807,4	15706,1	3912,9	15929,7	15823,3	4108,4	16056,1	15944,4	
	3		4964,8	16609,8	16474,8	5349,7	16858,7	16713,2	5760,4	17124,2	16967,5	
	4		6206,0	17412,3	17243,5	6858,4	17834,1	17647,6	7577,6	18299,0	18093,0	
	5		7447,2	18214,7	18012,2	8442,5	18858,2	18628,6	9576,6	19591,4	19331,0	
	6		8688,4	19017,2	18780,9	10105,8	19933,6	19658,8	11775,5	21013,0	20692,8	
	7		9929,6	19819,6	19549,6	11852,3	21062,7	20740,4	14194,2	22576,7	22190,8	
	8		11170,8	20622,1	20318,3	13686,2	22248,3	21876,1	16854,8	24296,9	23838,6	
	9		12412,0	21424,5	21087,0	15611,7	23493,2	23068,7	19781,5	26189,0	25651,1	
	10		13653,2	22227,0	21855,7	17633,4	24800,3	24320,8	23000,9	28270,4	27644,9	
	11		14894,4	23029,4	22624,4	19756,3	26172,7	25635,5	26542,1	30559,9	29838,1	
	12		18985,6	24671,9	24233,1	24835,3	28453,8	27856,0	33287,6	33918,3	33090,7	
	13		20226,8	25474,3	25001,8	27175,8	29967,0	29305,5	37572,5	36688,6	35744,4	
	14		21468,0	26276,8	25770,5	29633,3	31555,8	30827,5	42286,0	39735,9	38663,6	
	15		22709,2	27079,2	26539,2	32213,6	33224,0	32425,6	47470,8	43087,9	41874,6	
	16		23950,4	27881,7	27307,9	34923,0	34975,6	34103,5	53174,0	46775,2	45406,8	
	17		25191,6	28684,1	28076,6	37767,9	36814,9	35865,4	59447,6	50831,1	49292,2	
	18		26432,8	29486,6	28845,3	40755,0	38746,1	37715,4	66348,6	55292,7	53566,1	
	19		27674,0	30289,0	29614,0	43891,4	40773,8	39657,9	73939,6	60200,4	58267,4	
	20		28915,2	31091,5	30382,7	47184,7	42903,0	41697,5	82289,8	65598,9	63438,8	

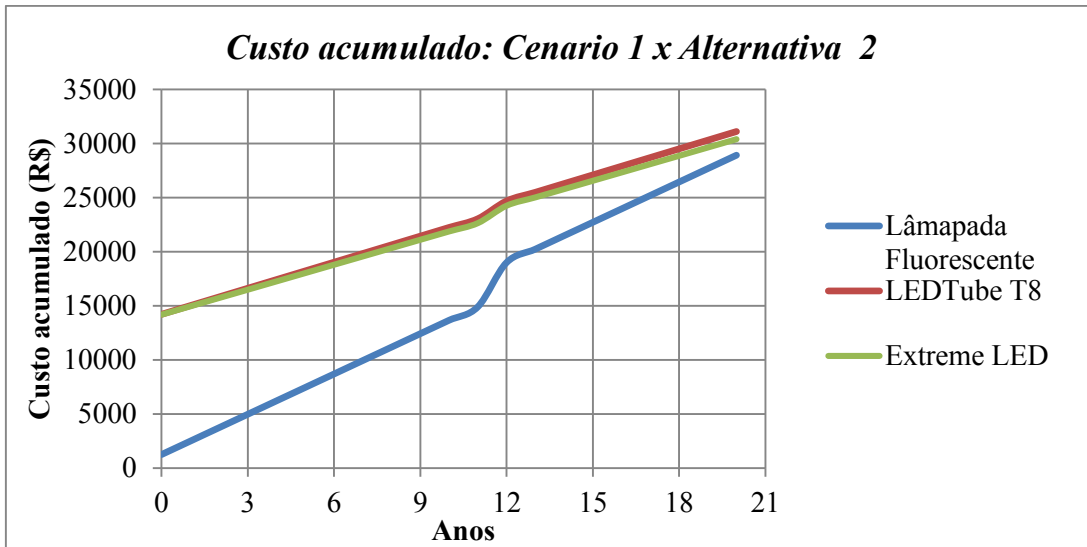


Figura 4 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

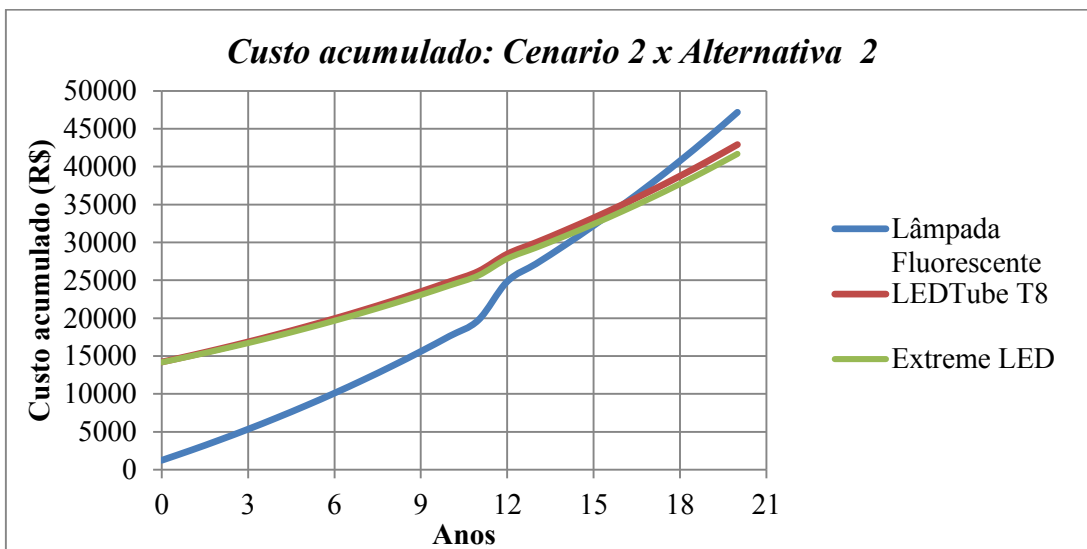


Figura 5 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

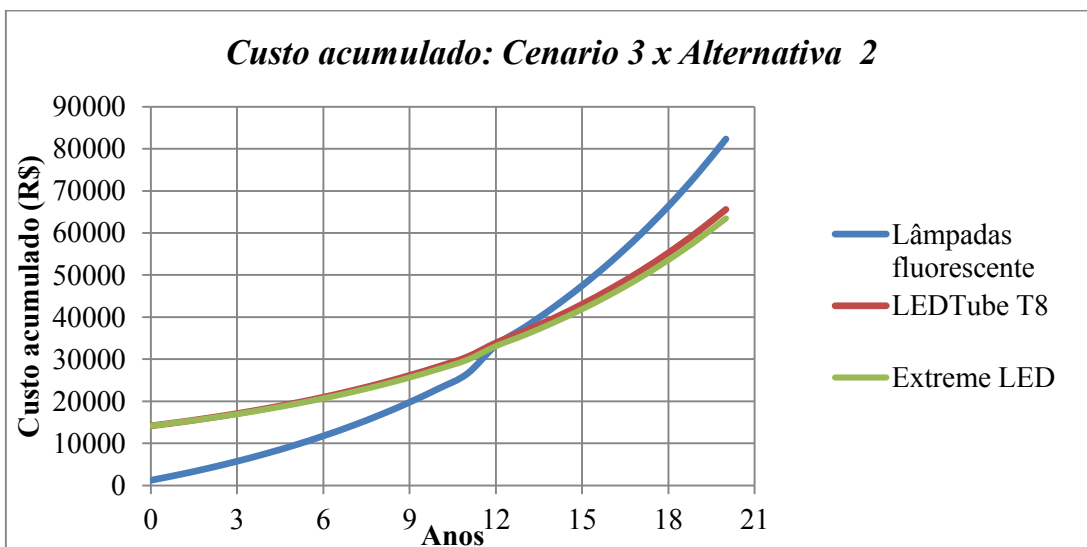


Figura 6 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

Tabela 8 – Custo acumulado associados a alternativa 3.

ALTERNATIVA 3	ANO	CENÁRIO	1			2			3			
			LAMPADA	Fluorescente atual	LEDTube T8	Extrem LED Golden	Fluorescente atual	LEDTube T8	Extrem LED Golden	Fluorescente atual	LEDTube T9	Extrem LED Golden
				R\$/ano								
0			1241,2	19737,0	19698,2	1241,2	19737,0	19698,2	1241,2	19737,0	19698,2	
1			2482,4	20473,9	20396,3	2544,5	20510,8	20431,3	2606,5	20547,6	20466,2	
2			3723,6	21210,9	21094,5	3912,9	21323,3	21201,0	4108,4	21439,3	21311,0	
3			4964,8	21947,8	21792,7	5349,7	22176,4	22009,2	5760,4	22420,2	22240,2	
4			6206,0	22684,8	22490,9	6858,4	23072,2	22857,9	7577,6	23499,2	23262,4	
5			7447,2	23421,8	23189,0	8442,5	24012,7	23748,9	9576,6	24686,1	24386,8	
6			8688,4	24158,7	23887,2	10105,8	25000,3	24684,5	11775,5	25991,7	25623,7	
7			9929,6	24895,7	24585,4	11852,3	26037,3	25666,9	14194,2	27427,8	26984,2	
8			11170,8	25632,7	25283,6	13686,2	27126,2	26698,5	16854,8	29007,6	28480,8	
9			12412,0	26369,6	25981,7	15611,7	28269,4	27781,6	19781,5	30745,3	30127,1	
10			13653,2	27106,6	26679,9	17633,4	29469,9	28918,8	23000,9	32656,8	31938,0	
11			14894,4	27843,5	27378,1	19756,3	30730,3	30112,9	26542,1	34759,4	33930,0	
12			18985,6	28580,5	28076,3	24835,3	32053,8	31366,7	33287,6	37072,3	36121,1	
13			20226,8	29317,5	28774,4	27175,8	33443,4	32683,3	37572,5	39616,5	38531,4	
14			21468,0	30054,4	29472,6	29633,3	34902,6	34065,6	42286,0	42415,1	41182,7	
15			22709,2	30791,4	30170,8	32213,6	36434,7	35517,1	47470,8	45493,6	44099,2	
16			23950,4	31528,3	30869,0	34923,0	38043,4	37041,1	53174,0	48879,9	47307,3	
17			25191,6	32265,3	31567,1	37767,9	39732,5	38641,3	59447,6	52604,8	50836,2	
18			26432,8	33002,3	32265,3	40755,0	41506,1	40321,5	66348,6	56702,3	54718,0	
19			27674,0	33739,2	32963,5	43891,4	43368,3	42085,8	73939,6	61209,5	58987,9	
20			28915,2	34476,2	33661,7	47184,7	45323,7	43938,3	82289,8	66167,4	63684,9	

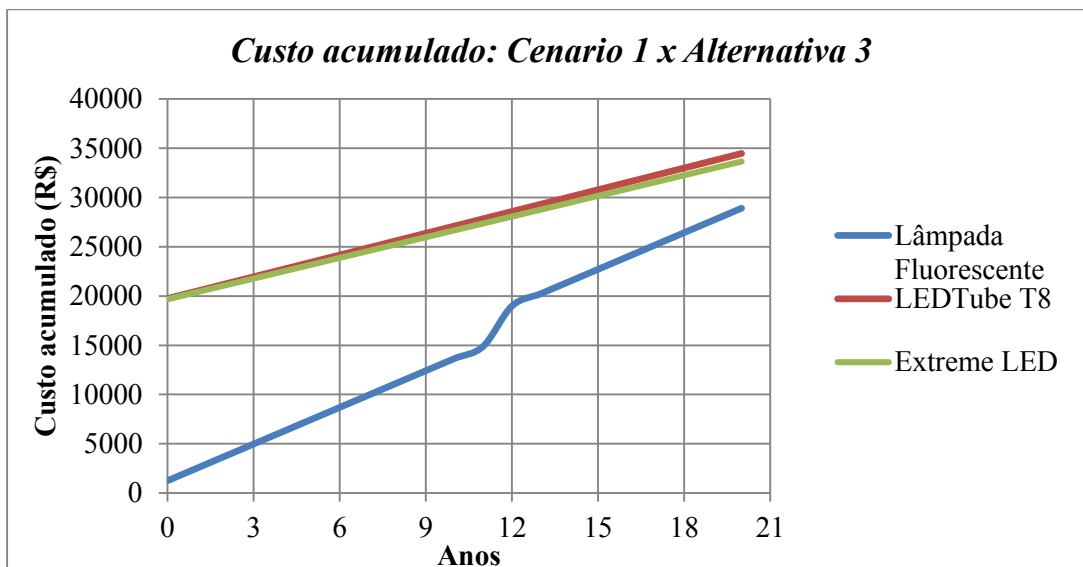


Figura 7 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

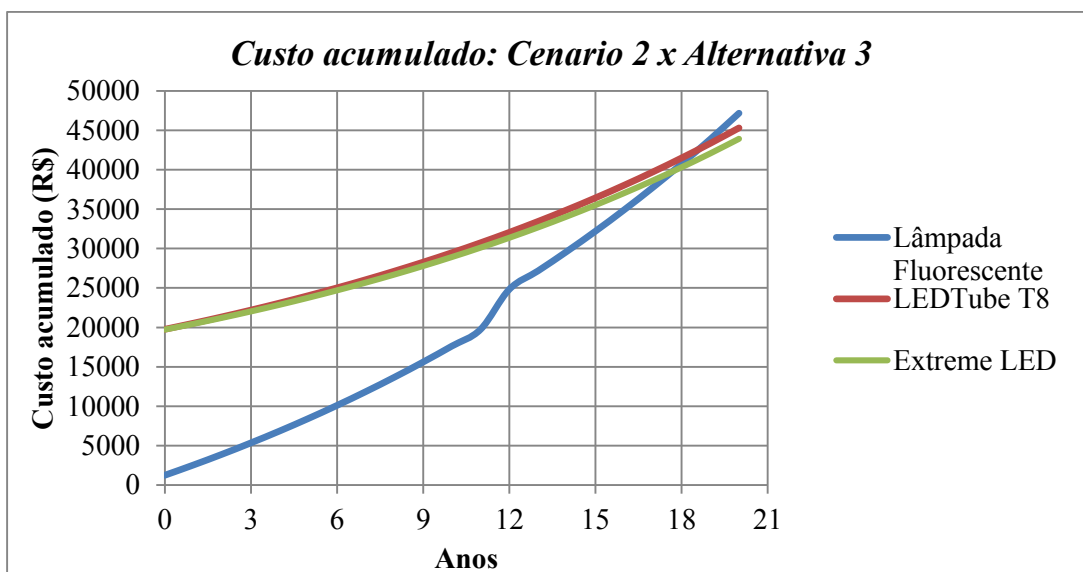


Figura 8 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

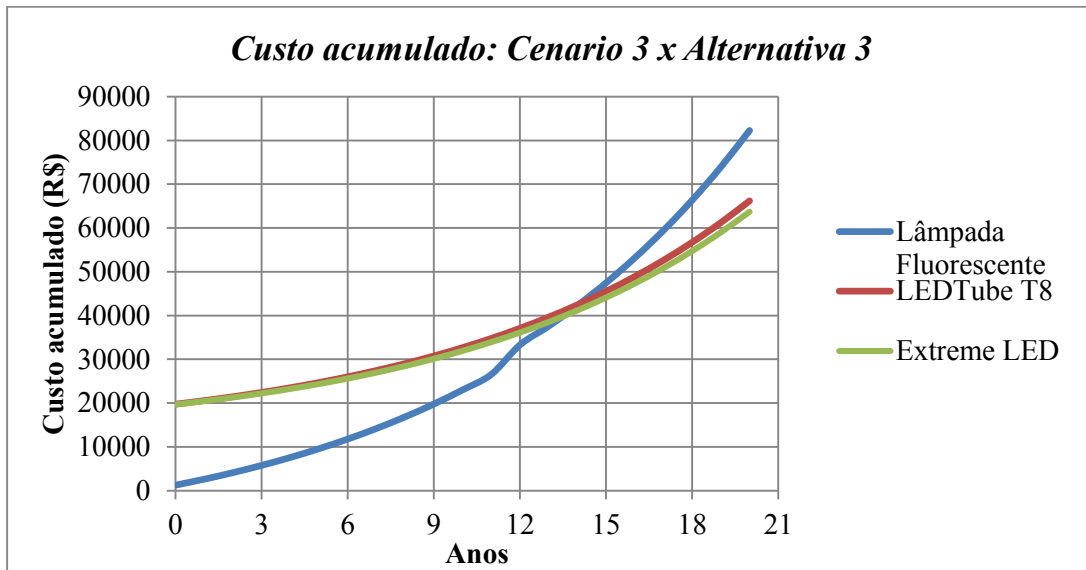


Figura 9 – Gráfico custo acumulado Cenário 1 x Alternativa 1.

Analisando as nove possibilidades de cruzamento entre alternativas e cenários propostos, verifica-se que:

- 1) Para o cenário 1 (manutenção da tarifa atual de energia elétrica), todas as alternativas mostraram-se, dentro do horizonte de estudo (20 anos), não viáveis economicamente, uma vez que não constatou-se um *payback*. Além disso, observando o comportamento das curvas de custo acumulado das Figuras 1, 4 e 7 (referentes ao cenário 1), pode-se inferir que o cruzamento entre as curvas de custo das lâmpadas fluorescentes atuais e as LED se daria em um período consideravelmente superior ao do estudo.
- 2) Para o cenário 2 (aumento da tarifa de energia elétrica em 5% ao ano), todas as alternativas apresentaram um retorno econômico dentro do horizonte de estudo, com distinções relativas ao período do retorno e em função da marca da lâmpada LED. Para a alternativa 1, o retorno se dá em 17 anos para a marca Extrem LED Golden e 18 anos para a LEDTube Philips; para a alternativa 2, o período é de 16 anos para a primeira e 17 anos para a segunda; e, para a alternativa 3, 18 anos para a Extrem LED Golden e 19 anos para a LEDTube Philips. O comportamento das curvas de custo acumulado das Figuras 2, 5 e 8 apresentam de maneira mais clara esse cruzamento entre o custo das lâmpadas fluorescentes atuais e as LED.
- 3) Para o cenário 3 (aumento da tarifa de energia elétrica em 10% ao ano), todas as alternativas apresentaram um retorno econômico dentro do horizonte de estudo, com distinções relativas ao período do retorno e em função da marca da lâmpada LED. Para a alternativa 1, o retorno se dá em 13 anos para a marca Extrem LED Golden e 14 anos para a LEDTube Philips; para a alternativa 2, o período é de 12 anos para a primeira e 17 anos para a segunda; e, para a alternativa 3, 14 anos para a Extrem LED Golden e 15 anos para a LEDTube Philips. O comportamento das curvas de custo acumulado das Figuras 3, 6 e 9 apresentam de maneira mais clara esse cruzamento entre o custo das lâmpadas fluorescentes atuais e as LED.

Assim, observa-se que para os cenários que apresentem maiores custos em termos de consumo de energia, a substituição do sistema de iluminação mostra-se viável, uma vez que o principal diferencial observado entre as lâmpadas fluorescentes e as LED está associado a suas respectivas potências e, conseqüentemente, a sua eficiência energética.

Um aspecto a ser destacado é o elevado custo inicial para implementação da iluminação por LED, sobretudo em virtude da aquisição das lâmpadas, visto que seu preço de mercado é superior ao da fluorescente comum. Contudo, uma vez que as lâmpadas LED possuem uma vida média cerca de 5 vezes maior que a fluorescente, e juntamente ao seu reduzido consumo de energia, esse custo acaba se diluindo a médio prazo.

Outro ponto que deve ser ressaltado e que não se incluiu nos cálculos devido a seu grau de subjetividade e variabilidade, é o armazenamento das lâmpadas fluorescentes passíveis de troca em cada alternativa proposta, sendo reutilizadas para substituição de lâmpadas já em fim de vida tanto no Prédio em estudo quanto em outros locais do Campus USP São Carlos. Isso implica diretamente em uma economia na aquisição de novas lâmpadas e, indiretamente, na redução do ônus na aquisição de uma grande quantidade de lâmpadas LED para a substituição.

Por fim, deve-se ressaltar que, apesar de apresentarem um *payback* relativamente longo, a viabilidade da substituição do sistema de iluminação se baseia em uma visão a longo prazo, uma vez que, como foi dito anteriormente, a vida média das lâmpadas LED são muito superiores as fluorescentes atuais. Além disso, uma vez que os cálculos foram baseados em uma cotação apenas para fins de trabalho acadêmico, sem um real orçamento aplicável a um efetivo projeto de substituição, provavelmente os custos de aquisição das lâmpadas LED serão consideravelmente inferiores.

Assim, tomando como base as alternativas de substituição e os cenários propostos, pode-se concluir que a alternativa 2 mostra-se mais viável, com *payback* de 12 anos para o Cenário 3 e de 16 para o Cenário 2, não se mostrando, contudo, viável para o Cenário 1 no horizonte de estudo (20 anos). Além disso, uma vez que, como já dito anteriormente, os custos utilizados para os cálculos foram obtidos apenas para fins de trabalho acadêmico, esse *payback* será mais curto se realizado um real orçamento para implementação da substituição. É importante se observar que tal conclusão se baseia nos cenários propostos, sendo importante uma revisão de cálculos tendo em vista novos e reais reajustes da tarifa de energia elétrica.

Nesse sentido, a Equipe propõe à USP São Carlos, mais especificamente ao curso de Engenharia Ambiental, que seja realizado um estudo mais detalhado sobre a alternativa indicada, ou seja, sobre a substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes por lâmpadas LED nas salas de aula (1º ao 5º ano), salas de projetos e de computação e anfiteatro do Prédio do Curso de Engenharia Ambiental.

Análise SWOT

Com base nos cenários propostos para as trocas de lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas LED, considerando aumento no preço de energia, identificou-se os principais

elementos que compõe os pontos para a composição da análise SWOT. Para isso, foram levantados 4 principais partes: Pontos Fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades.

A tabela 1 apresenta a análise SWOT de acordo com a percepção do grupo.

Tabela 9 – Análise SWOT para o cenário de aumento de energia da alternativa proposta de troca de lâmpada fluorescente pela lâmpada LED.

<i>Análise SWOT – Cenário de aumento de energia</i>		
Forças Externas	Oportunidades	Ameaças
	Imagem de universidade sustentável	Aumento do preço da energia
	Fortalecimento do meio acadêmico	Crescimento de impostos
	Consolidação de conhecimento na área	
Forças Internas	Fortes	Fracos
	Aproveitamento pedagógico	Burocracia
	Cursos multidisciplinares	Dificuldades econômicas
	Integração dos cursos	Priorização de custos
	Corpo docente diversificado	Sem atividades de monitoramento
	Conhecimento técnico	

Percebe-se a supremacia dos pontos fortes das forças internas da Instituição (USP), como forma de ofensiva ao combate das ameaças e pontos fracos. Além disso, observa-se que a troca de Lâmpadas Fluorescentes pelas Lâmpadas LED, mesmo com o cenário de aumento de energia apresenta fatores relevantes para justificar essa alteração. Elementos como aproveitamento pedagógico, imagem de universidade sustentável e a integração dos cursos enaltecem o papel da Universidade como Instituição de Ensino e potencializa vantagens educacionais com esse tipo de ação.

Além disso, a experiência e a geração de conhecimento com esse tipo de estudo de alteração de lâmpadas possibilita um papel social e ambiental fundamental para consolidação desse tipo de iniciativa.

As ameaças presentes referentes ao aumento dos custos da Universidade foram avaliados anteriormente e pressupõe-se que o payback para a proposta de troca de lâmpadas ocorra com segurança. Também, alguns pontos fracos internos são imprevisíveis e podem oferecer risco perante ao cenário, todavia, a troca de lâmpadas é uma medida inevitável, e mesmo que a longo prazo, deverá ser implementada.

Comparação entre os grupos de energia da USP São Carlos

Além do presente estudo sobre energia dos blocos 1 e 2 do edifício de Engenharia Ambiental da área II do Campus São Carlos, foram avaliados também, outros dois espaços localizados na área I do Campus São Carlos: bloco D e Edifício E1. Eles apresentam outra tipologia de construção e uso. O bloco D é composto de salas de aula e o edifício E1, salas

de escritórios, basicamente. Sendo assim, espera-se diferente indicador energético para os três locais.

No presente relatório a comparação dos parâmetros obtidos de energia por área construída e por quantidades de pessoas usuárias da mesma é fundamental para entender a tipologia da construção e verificar quais os tipos de alternativas foram mais eficazes para cada edifício. Os valores obtidos de energia por área construída e por quantidade de pessoas, respectivamente, foram de 4,4 kWh/m².mês e 32,24 kWh/pessoa.mês. Esses valores dos outros grupos não foram obtidos impossibilitando a comparação.



CIRANDA
Engenharia e
Consultoria
Ambiental

Etapa 5/5

Plano de Gestão

CIRANDA Engenharia e Consultoria Ambiental

Plano de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do Curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP Etapa 5/5 – Plano de Gestão

O seguinte texto discorre sobre o Plano de Gestão de Energia relacionado ao Projeto de Gestão de Energia aplicado ao Prédio do curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP, do qual são alvos os Blocos 1 e 2 - salas de aula, de projeto e de informática, Secretaria Acadêmica do Curso, secretaria administrativa, anfiteatro, copa, cozinha, banheiros e corredores. É dado enfoque no gerenciamento das atividades propostas na Etapa 4, bem como no sistema de monitoração de energia, almejando a eficiência e economia energética com o intuito de se aproximar da sustentabilidade.

OBJETIVOS

Esta etapa tem como objetivo construir um Plano de Gestão que contemple a Alternativa 2 (substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes das salas de aula, salas de projeto e computação e anfiteatro) referente ao Cenário 2 (correção anual de 5% da tarifa de energia elétrica).

POLÍTICA AMBIENTAL

A Universidade de São Paulo (USP) como um todo, incluindo seus diversos departamentos e edificações, não possui uma política ambiental específica e definida. Entretanto, vem-se observando um interesse por parte da gestão administrativa em conhecer melhor os aspectos e impactos ambientais gerados por ela, além dos potenciais pontos de mudanças e pequenas ações.

Tal interesse é notado em alguns programas de sustentabilidade dentro dos campi da USP, como o USP Recicla, que tem como principais ações o Uso Racional de Energia nas dependências da universidade, por meio do Programa PURE.

Propõe-se então, primeiramente, a criação de uma Política Ambiental da Universidade de São Paulo, a qual deve seguir princípios que visem a economia e a eficiência energética, visando a sustentabilidade. Aquela deve dispor sobre os objetivos e instrumentos (incluindo instrumentos econômicos caso seja necessário), bem como dar diretrizes relativas à gestão do consumo energético,

Deve se ter como medidas prioritárias:

- A proteção e preservação do meio ambiente, principalmente, com foco no devido aproveitamento dos recursos naturais combatendo a escassez dos mesmos e as mudanças climáticas;
- Garantir a melhoria contínua do sistema de gestão e desempenho ambiental no que se refere a utilização de novas tecnologias, orientação e capacitação dos envolvidos nas tomadas de decisões que visem a economia de energia elétrica;

- Formação de seus colaboradores e alunos, a fim de que seja desenvolvida uma consciência ambiental e energética correta.
- Articulação que promova a integração de diferentes cursos (por exemplo, Eng. Ambiental e Eng. Elétrica) de modo a produzir novos conhecimentos, estudos e projetos que possam ser aplicados na Universidade, servindo de “laboratório” para os alunos.

FORMAÇÃO DE EQUIPE MULTIDISCIPLINAR

Considerando que o processo inteiro de realização do plano inclui substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas led, manutenção e monitoramento desse novo sistema de lâmpadas, para o andamento do plano a ser implementado, foram elencadas as seguintes tarefas a serem realizadas e as competências associadas a cada uma dessas tarefas.

TAREFA	COMPETÊNCIA
Análise de dados	Capacidade da análise dos resultados, o que inclui interpretação de números e capacidade de tomar medidas mediante a situação em que se encontram os resultados.
Gestão do projeto	Acompanhamento das decisões e discussões recorrentes ao plano, além do acompanhamento no local do andamento do plano.
Levantamento de custos	Comparação e análise do custo-benefício oferecido pelos fornecedores dos materiais necessários para plano.
Conscientização ambiental	Gestão do andamento do processo de conscientização ambiental do prédio, o que envolve elencar as melhores estratégias para tanto e análise da eficiência das mesmas, para se for o caso alteração do meio de conscientização.
Elaboração dos novos resultados	Elaboração de um relatório reportando os resultados a partir da análise dos dados.
Gestão de resíduos	Gestão de todos os resíduos que serão gerados com a troca das lâmpadas, o que inclui destinação correta dos mesmos.
Análise real da viabilidade deste novo sistema de lâmpada	Capacidade técnica de avaliação da eficácia das lâmpadas em termos de consumo de energia elétrica.
Comprador	Analisa a compra de materiais, equipamentos, matérias-primas e serviços, realiza cotação e negociação com fornecedores, emite pedidos e acompanha o fluxo de entrega para cumprimento de todas as condições negociadas;

A partir do levantamento das funções foram definidos os profissionais necessários para tanto, sendo eles:

- **Engenheiro ambiental** – Profissional formado nas ciências exatas com uma visão holística do meio ambiente, integrando as dimensões social, ecológica, tecnológica, e econômica, possuindo esse a capacidade de organização e raciocínio lógico;
- **Engenheiro eletricitista** – Profissional formado nas ciências exatas, lida com a geração, a transmissão e distribuição de energia elétrica.
- **Engenheiro de produção** – Profissional formado nas ciências exatas, gerencia os recursos humanos, financeiros e materiais. Sua formação associa conhecimento de engenharia a técnicas de administração e fundamentos de economia e engenharia.
- **Gerente de projetos** – Profissional no campo de gerência de projetos que tem como responsabilidade de planejar e controlar a execução de projetos em diversas áreas de atuação, responsável pela condução do projeto;

Foram considerados importante a atuação dos responsáveis pela coordenadoria do prédio de engenharia ambiental, assim como participação de alguns funcionários para melhor compreensão do andamento do projeto no prédio.

Para a gestão dos resíduos gerados na implementação do novo sistema, no caso lâmpadas que forem trocadas, a melhor destinação dos resíduos será decidida conjuntamente com a participação do programa “USP Recicla – da pedagogia à tecnologia.”, desenvolvido pelas unidades e órgãos da universidade de São Paulo, coordenado pela agência USP de coordenação.

AQUISIÇÃO DAS LÂMPADAS

Através de uma equipe capacitada e consciente de que a troca de equipamentos ineficientes por aparelhos mais eficientes reduz o consumo de energia e proporciona um ganho ambiental, as lâmpadas LEDs devem ser adquiridas para substituírem as lâmpadas fluorescentes utilizadas atualmente.

Conforme foi adotado para os cálculos da Etapa anterior, a compra de todas as lâmpadas necessárias deverá ser realizada de uma única vez, conseqüentemente, o custo unitário das mesmas será menor.

Tal compra deve ser realizada perante uma empresa que forneça o Selo Procel como garantia de qualidade do produto. Diante da gama de empresas fornecedoras, deverá ser realizado um levantamento dos processos produtivos com posterior análise dos mesmos, bem como das matérias-primas utilizadas (quais têm um passivo ambiental maior, ou menor).

A empresa a ser escolhida deverá ser a que tiver o resultado mais satisfatório, bem como será dado peso às que possuírem normas ISO implementadas e selos ambientais e, claro, a questão econômica será levada em consideração.

TROCA DAS LÂMPADAS E MANUTENÇÃO

A troca de lâmpadas das salas de aula, salas de projeto e computação e anfiteatro, conforme Alternativa 2, será realizada assim que as lâmpadas LED forem adquiridas. As fluorescentes retiradas de uso, deverão ser destinadas para armazenamento em local apropriado

para que, posteriormente, possam substituir lâmpadas que venham a sofrer avarias. Vale ressaltar que estas substituições podem e devem ser realizadas na Universidade como um todo - tanto no prédio da Engenharia Ambiental, quanto nos demais, incluindo laboratórios, edifícios administrativos, entre outros – conforme demanda e até quando durar o estoque.

Como previsto no horizonte de projeto, devido ao tempo de vida útil das lâmpadas ser maior do que aquele, o presente trabalho não contempla a substituição das lâmpadas LED adquiridas.

No que tange o descarte das lâmpadas fluorescentes danificadas, elas devem ser destinadas a locais especializados que possuem processos responsáveis por retirar o mercúrio das mesmas, eliminando a possibilidade de contaminações e intoxicações. Além disso, há lâmpadas fluorescentes que são recicláveis e devem ser destinadas a Postos de Reciclagem. Em relação as lâmpadas LED que sofrerem avaria, sabe-se que elas podem ser recicladas como, também, seus materiais constituintes podem ser reaproveitados em outros produtos do ciclo industrial.

Um ponto importante da Gestão é a manutenção dos equipamentos. No caso das lâmpadas, medidas simples como a limpeza das mesmas, realizadas periodicamente, ou de acordo com a necessidade, tornam o desempenho de tais equipamentos mais eficazes.

GESTÃO ADMINISTRATIVA

É necessário estabelecer um código de conduta para nortear o uso da iluminação (e equipamentos de conforto térmico), visto que luzes (e ventiladores) ficam em funcionamento sem necessidade após o término das aulas. Uma fiscalização desta situação é necessária, por algum funcionário, para que se utilize os equipamentos racionalmente de maneira indispensável. Outro ponto é que se deve manter as persianas abertas o máximo de tempo possível para que o aproveitamento da luz natural seja maximizado.

Vê-se indispensável, a realização de treinamento dos servidores na área de eficiência energética, pois seria um grande passo para a implementação de critérios de compra de equipamentos sustentáveis e de tomada de decisões que levem em conta a economia de energia (a aquisição de lâmpadas LEDs é um exemplo de resultado de um treinamento deste tipo).

SENSIBILIZAÇÃO

A conscientização ambiental é um item de grande importância, devido ser esse um dos meios mais eficazes na economia de energia, por tanto elaborou-se um plano de conscientização ambiental. Foram levantados os usuários do prédio, sendo eles :

- Alunos (Graduação e Pós graduação);
- Professores;
- Funcionários da limpeza;
- Segurança;
- Funcionários da coordenadoria;
- Funcionários dos laboratórios;

Para atingir todos os agentes envolvidos no cenário exposto, serão realizadas palestras expositivas no começo do ano para todas as salas, expondo a importância da economia da energia no prédio, e ensinando boas práticas de uso da energia. Para os funcionários serão realizadas palestras anuais visando à sensibilização dos mesmos.

Como o fluxo de pessoas no prédio é algo imprevisível também serão postos nos corredores alguns panfletos informativos, buscando a conscientização do uso de energia elétrica do prédio. Serão utilizados avisos que informem aos usuários da energia o uso correto da mesma, como avisos que lembrem as pessoas de “desligar” após o uso de luz, ventilador, computadores e até mesmo ar-condicionado.

MONITORAMENTO

SISTEMA DE MONITORAÇÃO

ALMEIDA (2003), em seu projeto de mestrado, estudou a introdução do sistema de monitoração e gerenciamento digital em tempo real da rede elétrica do campus da Universidade de Brasília e, após análise técnica e econômica, definiu como fabricante a CCK Automação para fazer a monitoração.

O sistema da CCK Automação é composto por um conjunto de equipamentos e programas para microcomputadores do tipo PC ou compatível, disponíveis na versão Windows 95/98/NT.

Esse sistema é dado como alternativa para ser utilizado no monitoramento dos blocos 1 e 2 do edifício da Engenharia Ambiental, a fim acompanhar e verificar as alterações das trocas de lâmpadas no consumo de energia elétrica. A seguir seguem as etapas propostas pelo sistema CCK para possibilitar o monitoramento.

O sistema da CCK Automação é composto por gerenciadores de energia CCK 5100, transdutores de energia CCK 4200 e registradores de energia CCK 5500, que irá compor o sistema de monitoração dos blocos 1 e 2 do Edifício de Engenharia Ambiental. Na Figura 9 está representado o Sistema de Monitoração de Energia.

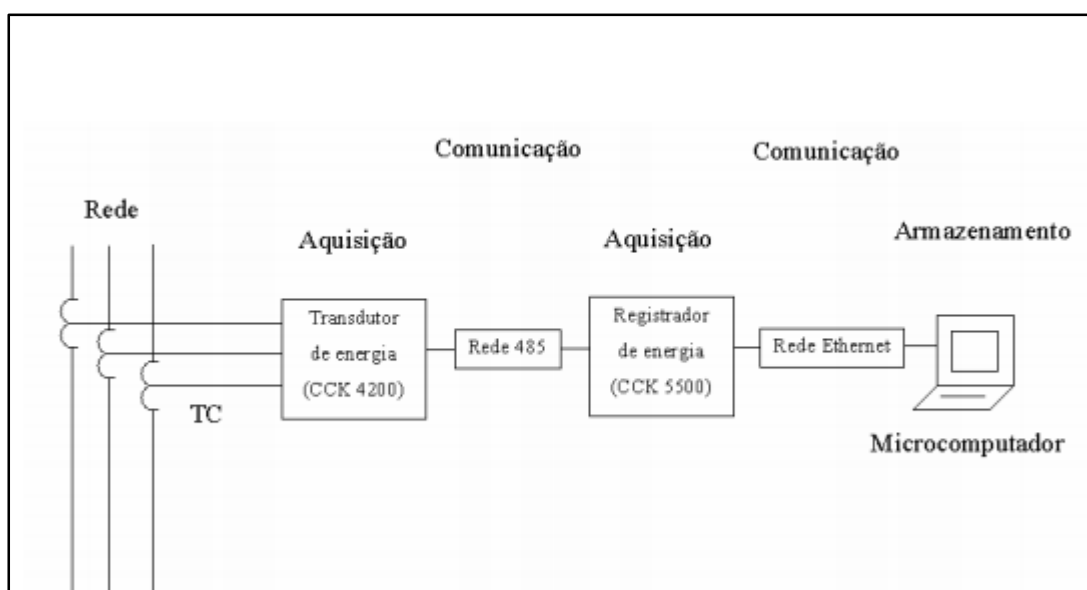


Figura 10 – Representação do Sistema de Monitoração de energia elétrica. Extraído de Oliveira (2006).

Aquisição de dados

A aquisição de dados é realizada por equipamentos da CCK instalados no sistema, sendo que todos possuem uma memória de massa de 35 dias dividida em intervalos de médias integradas de 5 minutos. Na chegada do 36º dia, o primeiro dia é apagado, sendo mantido na memória do equipamento os últimos 35 dias de registro de dados.

Comunicação

Todos os equipamentos integrados ao sistema da CCK estão interligados a microcomputadores e, através de comunicação serial de dados, é possível a comunicação dos programas com os equipamentos integrantes.

Armazenamento de dados

Consiste na transferência, através de comunicação serial de dados, das diversas memórias dos equipamentos integrados para os microcomputadores utilizados na operação do sistema. Os dados transferidos são armazenados no microcomputador na forma de um banco de dados.

Monitoração

A monitoração é feita em tempo real, a partir de um microcomputador ou, simultaneamente de diversos microcomputadores, opção disponível quando utilizada comunicação em TCP/IP das diversas grandezas elétricas que estão sendo adquiridas pelos equipamentos.

O gerenciador de energia CCK 5100 é um equipamento que faz a monitoração de energia junto à medição da concessionária com a monitoração da demanda, fator de potência e programação horária. No padrão ETHERNET (10 Mbits/s), com protocolo de comunicação em TCP/IP, permite a programação, leitura dos dados registrados na memória do equipamento e supervisão em tempo real.

Gerenciamento

O sistema de gerenciamento permite programar os equipamentos com a operação centralizada de todo o sistema através de um microcomputador que pode estar conectado em rede, fazer a coleta e processamento dos dados armazenados, gerar telas de monitoração e fazer a atualização de sinótico sem tempo real, com medição de grandezas, assim como a elaboração de relatórios.

INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO AOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE ENERGIA

No intuito de acompanhar o consumo de energia elétrica, após troca das lâmpadas, poderá ser utilizadas ferramentas desenvolvidas pela Universidade de São Paulo que registram as informações de perfil de consumo das unidades e das faturas de energia

elétrica. As principais são o Contaluz Web, sistema de gestão de faturas e o SISGEN, sistema de gerenciamento de consumo de energia elétrica.

Contaluz web

O CONTALUZ Web é um sistema de gerenciamento de faturas de energia elétrica que armazena as informações das faturas emitidas pelas concessionárias, permissionárias ou comercializadoras de energia, elaborando relatórios, gráficos e outros recursos. A operação do sistema conta com a participação dos responsáveis dos departamentos e unidades dos diversos campi da Universidade, os quais todos os meses incluem as informações das faturas de energia, das quais são responsáveis, enviando uma cópia aos gestores do PURE USP. Desse modo, com a alteração das lâmpadas será possível realizar a comparação temporal da redução do consumo de energia dos blocos 1 e 2 e também com outras unidades da USP. Para tanto, deve-se alinhar as informações prestadas do Edifício da Engenharia Ambiental pelos gestores com o sistema de contas de luz.

Sisgen

Outra ferramenta que deve estar associada ao monitoramento do consumo energético é o SISGEN que é um sistema de informação autônomo para suporte à gestão de energia. Trata-se de um sistema que visa a gestão corporativa da energia elétrica, na medida em que permite o monitoramento remoto de múltiplas unidades de consumo e independe dos usuários para a realização de suas principais funções, como a coleta e armazenamento de dados, acompanhamento das grandezas elétricas envolvidas, emissão de alarmes e relatórios. O SISGEN conta com um programa de monitoração que permite o acompanhamento e tratamento, em terminal remoto, de diversas grandezas (energia ativa e reativa, demanda, fator de potência, tensão e corrente), que caracterizam o uso da energia elétrica. Adicionalmente, conta com programas responsáveis pela aquisição automática de dados e acompanhamento das grandezas medidas. Portanto, esse sistema dará suporte ao CONTALUZ e ao monitoramento do consumo energético dos blocos 1 e 2, possibilitando a verificação do impacto ocasionado pela troca de lâmpada proposta no estudo.

UTILIZAÇÃO DA VERBA APÓS PERÍODO DE PAYBACK

Com a economia realizada nos gastos associados ao consumo de energia elétrica dos Bloco 1 e 2, do Edifício de Engenharia Ambiental, pela implantação da troca de lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas LED, e possível utilizar a verba anteriormente destinada para esse fim em outras ações associadas e permitir maiores ganhos.

Uma das alternativas de utilização da verba é na continuação da troca de lâmpadas em outras partes do Edifício da Engenharia Ambiental como nos corredores, banheiros e na sala da secretaria, potencializando os benefícios da troca. Além disso, é possível a utilização da verba para atividades acadêmicas, como integração dos cursos de graduação, oferecimento de bolsa no projeto em estudo, dentre outros.

REUNIÕES

Para um melhor andamento da implementação e monitoria do plano, serão realizadas reuniões semestrais da equipe multidisciplinar formada, com intuito de elencar os pontos positivos e negativos do plano, para assim corrigir os pontos negativos e melhorar a eficiência do novo sistema implementado.

Em caso de ineficiência do projeto serão tomadas decisões em conjunto da equipe para correção de erros ou melhoria do projeto, propondo novas alternativas ao cenário em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELAR, F.C. SILVA, K. S. PARADA, M. Y.I. Análise Energética do uso de sensores de movimento para acionamento de lâmpadas em um condomínio. Revista Ciências do Ambiente Online. Universidade de Campinas. vol. 5. 2009.

BLEY, F. B. LEDs versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca. Curitiba: Especialize, 2012.

BUCATER, L. F. P.; Ferrer, R. dos S.; Cassaron, R.; Cerveira, T. F. Sustentabilidade e Gestão Ambiental. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2014.

CASTRO, M. N. JOTA, F. G. ASSIS, E. S. A automação como ferramenta para eficiência energética em edificações. Congresso Brasileiro de Eficiência Energética. Belo Horizonte. 2005.

CIBSE – The Chartered Institution of Building Services ENGINEERS. Energy efficiency in buildings – CIBSE Guide. London, 1998.

CONTALUZ. Disponível em: http://www.usp.br/contaluz/login_suc.asp. Acessado em: 22/04/2015.

DA SILVA, N. S., BARBOSA, V. D. A., HENRIQUE, M. R., & BAPTISTA, J. A. (2011). A Utilização da Matriz SWOT como Ferramenta Estratégica–um Estudo de Caso em uma Escola de Idioma de São Paulo. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 8.

DAZCAL, R. G.; JÚNIOR, A. G. M. Estudo da implementação de um sistema de energia solar fotovoltaica em um edifício da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. 2007.

ENERGY RESEARCH GROUP. “A Green Vitruvius – Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável”, Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2001

FERREIRA, J. Z. Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes tubulares t8 e tubulares de led. Monografia (Especialização), Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

GASQUET, H. L. Sistemas Fotovoltaicos. 1997. El Paso, Texas.

GOMES, F. E. Soluções em automação para eficiência energética. Escola de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Goiás (Dissertação de mestrado). 2003.

GRATIA, E.; DE HERDE, A. Design of lowenergy office buildings. Energy and Buildings, v. 35, n. 5, p. 473-491, 2003.

HANSEN, A. M. D. Padrões de consumo de energia em diferentes tipologias de edificações residenciais, em Porto Alegre. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000. 137 pag.

LAMBERTS et al. Eficiência energética em edificações: Estado da Arte. Eletrobrás, PROCEL, pg 44, Rio de Janeiro, RJ, 1996.

MAIA, A. T. A.; OLIVEIRA, C. S. de; SAVIETTO, J. P.; BRANDIZZI. B. V.; COCENZA, G. A. S.; THIBAUT, F. Proposta de Melhoria da Eficiência Energética no campus da USP São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2014;

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria Executiva. Subsecretaria de Planejamento e Orçamento. Desafio da Sustentabilidade (2015).

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – MME. Balanço Energético Nacional. (2004). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 12 de Maio de 2015.

MODENA, R. B.; CAMPOS, D. C.; REIS, F. A. B. Viabilidade da transição fluorescente para led no ambiente industrial. Revista Ciências do Ambiente On-Line, v. 7, n. 2, 2011.

MORALES, C. Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: classificação por prioridade de atuação na Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007. 101 pag.

NEOSOLAR ENERGIA. Energia solar fotovoltaica. Acessado em 12/05/2015 e disponível em: <http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica>.

OLIVEIRA, L. S. Gestão do consumo de energia elétrica no Campus da UnB. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. 2006. 219 pag.

PINTO, R. A. Projeto e implementação de lâmpadas para iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LEDs). Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

RODRIGUES, P. Manual de iluminação eficiente. PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 1ª edição, 2002.

SILVA, M. L. Luz, lâmpadas e iluminação. Porto Alegre, Gráfica e Editora Palloti. 2002. America do Sol. Energia solar fotovoltaica. Acessado em 12/05/2015. Disponível em: http://www.americadosol.org/energia_fotovoltaica/