



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
GABINETE DO VICE-REITOR
Via Washington Luís, km 235 - Caixa Postal 676
13565-905 - São Carlos - SP - Brasil
Fines: (16) 3351-8101/3351-8102
E-mail: reitoria@ufscar.br

RELATÓRIO DE PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL - PRODIN

**Titulo do Projeto: Eficientização do parque de Iluminação e instalação de usina
fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos-campus São Carlos**

SUMÁRIO

1. DADOS DO PROJETO

2. DADOS DO PROPONENTE

3. OBJETIVOS DO PROJETO

3.1. Objetivo geral

3.2. Objetivos específicos

3.3. Justificativas do projeto

3.4. Leis e resoluções que embasam o projeto

3.5. Principais metas e resultados esperados

3.6. Resultados obtidos

4. DETALHAMENTO FÍSICO DO PROJETO

5. DETALHAMENTO FINANCEIRO DO PROJETO

6. DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES

ANEXO I - CÁLCULO DOS CUSTOS EVITADOS DE ENERGIA E DEMANDA

RESUMO

O projeto tratou de propor; 1) a substituição de 2454 lâmpadas de sódio de usos externos(ruas, estacionamentos, praças, etc.) por luminárias de LED, 2) Instalar uma usina solar fotovoltaica de 2,2 kWp no Laboratório de Sistemas Prediais de Eletricidade e Eficiência Energética-LSPEE localizado no Departamento de Engenharia Civil, 3) Substituir 6 ventiladores convencionais por novos com motor de ressonância magnética no mesmo laboratório. Durante a execução do projeto cumpriu-se integralmente os itens 1 e 2, não sendo possível executar o item 3. Com relação a substituição das lâmpadas, obteve-se uma economia de energia elétrica de 892,26 MWh/ano, para uma previsão de 862,53 MWh/ano e uma redução de demanda de ponta de 212,20 kW para uma previsão de 205,13 kW e observou-se, também, uma melhoria no índice de

iluminância. Nas vias públicas o índice passou de 3,34 lux para 13,6 lux e nos estacionamentos o índice passou de 5,95 lux para 16,02 lux. Quanto a usina fotovoltaica foi gerada uma energia de 3.522,28 kWh no período de 1 ano, para uma previsão de 3.297,00 kWh. A relação custo benefício RCB do projeto foi de 0,50 com uma previsão de 0,52.

1-DADOS DO PROJETO

Data de início da execução	01/04/2018
Data prevista de término	31/12/2019
Número do Processo	PRODIN 10.821
Valor aprovado para o projeto	R\$ 2.049.384,37
Data da aprovação no conselho da unidade	Não se aplica
Data de aprovação no CoAd	44a. Reunião Ordinária em 20/04/2018

2- DADOS DO PROPONENTE

Unidade proponente	Reitoria
Nome do gestor do projeto	Walter Libardi
Cargo do(a) gestor(a)	Vice-Reitor
Função	Coordenador do Projeto
CPF	744.213.528-53
E-mail	libardi@ufscar.br
Telefone(s)	(16) 3351-8718
Nº SIAPE (Sistema Integrado de Administração de Pessoal)	424556
Equipe de trabalho (nome, função e SIAPE)	
Nome	Função
Walter Libardi	Vice-Reitor - SIAPE:424556
Ednaldo Brigante Pizzolato	Diretor Institucional da FAI – SIAPE: 0425111
Márcio Merino Fernandes	Pró-Reitor de Administração – SIAPE: 1632840

3-OBJETIVOS DO PROJETO

3.1 Objetivo geral

O projeto proposto pela UFSCar gerenciado pela FAI.UFSCar, foi apresentado e aprovado na Chamada Pública CPFL (nº 001/2017), no âmbito do Programa de Eficiência Energética (PEE). Ele teve como objetivo principal a captação de recursos para implantação de novos equipamentos, para proporcionar redução do consumo de energia e geração de energia através de painéis fotovoltaicos, que foram instalados no campus de São Carlos.

3.2 Objetivos específicos

1. Demonstrar a importância e a viabilidade econômica das ações de eficiência energética no uso final de energia pela comparação entre os resultados econômicos vis a vis, os investimentos realizados tanto do ponto de vista do sistema elétrico quanto do ponto de vista do cliente.
2. Maximizar os benefícios da energia economizada e da demanda evitada pelas ações de eficiência energética reduzindo as despesas com o consumo de energia e com a manutenção dos sistemas de iluminação pelo uso de equipamentos econômicos e de elevada vida útil.
3. Promover a transformação do mercado pela aplicação da tecnologia LED e instalação de uma usina solar fotovoltaica.
4. Incentivar alunos e servidores públicos à adoção de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica a partir da divulgação dos resultados do projeto e da realização de treinamento sobre eficiência energética.

3.3 Justificativas do projeto

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) participou da Chamada Pública de Projetos (nº 001/2017), lançada pela CPFL PAULISTA (Distribuidora de Energia), que disponibilizou recursos financeiros oriundos do Programa de Eficiência Energética (PEE), sob gestão da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para a implementação de ações de eficiência energética no consumo de energia elétrica, além de promover a disseminação dos conceitos e procedimentos referentes à conservação de energia, eficiência energética e otimização energética de equipamentos.

Conforme o Resultado Final das Chamadas CPFL Paulista nº 001/2017, contidas no Anexo I, a proposta de projeto para o campus de São Carlos foi uma das aprovadas e contempladas com recursos financeiros para investimentos em eficiência energética.

O projeto proposto e aprovado, que é de grande interesse e extremamente importante para a Universidade, teve como objetivo principal a captação de recursos a fundo perdido para proporcionar a redução do consumo de energia elétrica e geração da própria energia.

Foram previstos investimentos financeiros na ordem de R\$ 1.862.472,28 (Um milhão oitocentos e sessenta e dois mil e quatrocentos e setenta e dois reais e vinte e oito centavos), por parte da CPFL Paulista, distribuídos no período de 12 (doze) meses de execução e mais 12 (doze) meses de avaliação dos resultados alcançados, totalizando os 24 (vinte e quatro meses) meses propostos para a realização do presente projeto.

Além deste valor aplicado, diretamente pela CPFL, para a execução do projeto, foram, também, aplicados R\$ 131.347,54 (cento e trinta e um mil e trezentos e quarenta e sete reais e cinquenta e sete centavos) dedicados a fiscalização da execução das atividades, realização de serviços com mão de obra própria e atividades de Marketing por parte da financiadora - CPFL (recursos indiretos), e à Contrapartida da Universidade, para treinamento e capacitação de funcionários, no valor de R\$ 55.564,56 (cinquenta e cinco mil e quinhentos e sessenta e quatro reais e cinquenta e seis centavos), totalizando R\$ 2.049.384,37 (dois milhões e quarenta e nove mil e trezentos e oitenta e quatro reais e trinta e sete centavos).

3.4 Leis e resoluções que embasaram o projeto

Lei N. 9991 de 24 de julho de 2000 que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. A **lei N. 13280 de 3 de maio de 2016** altera a **Lei nº 9.991**, para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética.

3.5 Principais metas e resultados esperados

Para apresentar as principais metas e resultados obtidos, dividiremos a análise relativa a iluminação e a relativa a geração de energia.

3.5.1. Iluminação

A etapa inicial do projeto consistiu de um diagnóstico, no qual foi realizado o levantamento das instalações da Unidade Consumidora beneficiada, estabelecendo assim um inventário para a mesma. As luminárias existentes, todas externas, foram agrupadas em sistemas, de acordo com o tipo, potência e hábitos de uso nos ambientes que iluminam, como mostra a tabela 1.

TABELA 1-Quantidade de lâmpada existente e proposta para cada sistema.

SISTEMA	LÂMPADA EXISTENTE	LÂMPADA PROPOSTA	QUANTIDADE LINHA DE BASE	QUANTIDADE DETERMINAÇÃO	
1	RUAS E QUADRAS ALTAS	VS 150W	LED IP 75W	1243	1243
2	QUADRADAS BAIXAS	VS 150W	LED IP 35W	898	898
3	ORNAMENTAIS BAIXAS	VS 150W	ULTRALED 30W	72	72
4	ARANDELAS IP	VS 70W	LED PR 70W	241	241

A ação de Eficiência Energética proposta deve produzir a redução do consumo de energia elétrica no sistema instalado, como também a redução da demanda no horário de ponta da distribuidora. A tabela 2 mostra o consumo de energia elétrica existente (antes da substituição) e a demanda de ponta. Para o caso da Iluminação Pública, considera-se o tempo de funcionamento igual a 11,52 horas/dia x 365 dias/ano = 4.204,80 horas/ano(Módulo 4 – Item 11)¹.

TABELA 2 – Consumo previsto de energia elétrica e a demanda de ponta antes da substituição

		SISTEMA ANTES DA SUBSTITUIÇÃO				
		Ruas e Quadras Altas	Quadradas Baixas	Ornamentais Baixas	Arandelas IP	TOTAL
1	Tipo de lâmpada	VS 150W	VS 150W	VS 150W	VS 70W	
2	Potência (W)	150	150	150	70	
3	Quantidade	1243	898	72	241	2454
4	Potência instalada (kW)	186,45	134,70	10,80	16,87	348,82
5	Funcionamento (h/ano)	4204,80	4204,80	4204,80	4204,80	
6	FCP (Fator de coincidência na ponta)	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Energia Consumida (MWh/ano)	783,98	566,39	45,41	70,93	1466,71
8	Demanda média na ponta(kW)	186,45	134,70	10,80	16,87	348,82

A tabela 3 mostra o consumo de energia elétrica e a demanda de ponta para o sistema proposto.

TABELA 3 – Consumo previsto de energia elétrica e a demanda de ponta para o sistema proposto

SISTEMA PROPOSTO						
		Ruas e Quadras Altas	Quadradas Baixas	Ornamentais Baixas	Arandelas IP	TOTAL
1	Tipo de lâmpada	LED 75W	LED IP 35W	ULTRALED 30W	LED PR 70W	
2	Potência (W)	75	35	30	70	
3	Quantidade	1243	898	72	241	2454
4	Potência instalada (kW)	93,23	31,43	2,16	16,87	143,69
5	Funcionamento (h/ano)	4204,80	4204,80	4204,80	4204,80	
6	FCP (Fator de coincidência na ponta)	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Energia Consumida (MWh/ano)	392,01	132,16	9,08	70,93	604,18
8	Demanda média na ponta	93,23	31,43	2,16	16,87	143,69

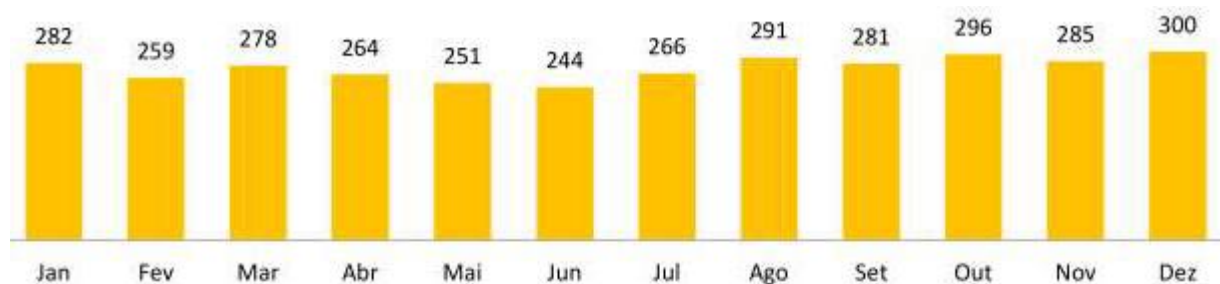
TABELA 4 – Energia economizada prevista e redução prevista de demanda na ponta

RESULTADOS ESPERADOS						
		Ruas e Quadras Altas	Quadradas Baixas	Ornamentais Baixas	Arandelas IP	TOTAL
1	Energia Economizada (MWh/ano)	391,97	434,23	36,33	0,00	862,53
2	Energia Economizada (%)	50,00	76,67	80,00	0,00	58,81
3	Redução de Demanda na Ponta (kW)	93,22	103,27	8,64	0,00	205,13
4	Redução de Demanda na Ponta (%)	50,00	76,67	80,00	0,00	58,81

Portanto, da tabela 4 com a substituição de 2.454 lâmpadas de uso externo (ambientes externos, estacionamentos e praças), as metas a serem alcançadas deveriam ter uma redução no consumo de energia elétrica de 862,53 MWh/ano e uma redução de 205,13 kW de demanda na ponta.

3.5.2. Geração de energia

A ação de eficiência energética através da geração de energia elétrica foi realizada pela instalação e operação de uma usina fotovoltaica com capacidade de 2,2 kWp. Para a previsão da energia elétrica gerada realizou-se uma simulação através de um software com base na orientação e inclinação dos painéis e em um banco de dados de irradiação solar. A figura 1 mostra a geração em cada mês, para o sistema instalado, ao longo de um ano.

**Figura 1.** Geração para o sistema instalado em kWh.

A geração mensal média é de 275 kWh e a geração anual de energia prevista é de 3297 kWh.

3.5.3. Cálculo previsto da relação custo benefício (RCB)

O principal critério para avaliação da viabilidade econômica de um projeto é a relação custo benefício (RCB) que ele proporciona. O benefício considerado é a valoração da energia economizada e da redução da demanda na ponta durante a vida útil do projeto para o sistema elétrico. O custo são os aportes feitos para a sua realização.

A relação custo benefício é dada pela seguinte expressão²:

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (1)$$

onde: CA_T é o custo anualizado total e
 BA_T é o benefício anualizado total.

A expressão do custo anualizado total pode ser escrita da seguinte forma:

$$CA_T = \sum_n CA_n \quad (2)$$

onde: CA_n é o custo anualizado de cada equipamento, incluindo custos relacionados, que pode ser calculado da seguinte forma:

$$CA_n = CE_n \cdot \frac{CT}{CE_T} \cdot FRC_u \quad (3)$$

onde: CE_T é o custo total em equipamento,
 CE_n é o custo de cada equipamento,
 CT é o custo total do projeto,
 FRC_u é o fator de recuperação de capital para u anos e
 u é a vida útil do equipamento.

Para o fator de recuperação de capital para u anos, tem-se:

$$FRC_u = \frac{i(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} \quad (4)$$

onde: i é a taxa de desconto considerada

Para o benefício anualizado, tem-se:

$$BA_T = (EE \cdot CEE) + (RDP \cdot CED) \quad (5)$$

onde: EE é a energia anual economizada,
 CEE é o custo unitário evitado de energia,
 RDP é a demanda evitada na ponta,
 CED é o custo unitário evitado de demanda.

a) Determinação do custo

Para o cálculo dos custos serão utilizados os aportes feitos para a realização do projeto. Serão considerados somente os recursos oriundos do Projeto de Eficiência Energética (PEE). O valor total do projeto foi orçado em R\$ 2.049.384,37, sendo que R\$ 55.564,56 representa a contrapartida da universidade. Assim, o valor total do PEE foi de R\$ 1.993.819,81.

TABELA 5 – Custos por categoria contábil

TIPOS DE CUSTOS	CUSTOS (R\$)	PORCENTAGEM(%)
Materiais/Equipamento	1.328.677,28	66,64
Mão de obra própria	91.213,56	4,57
Mão de obra de terceiros	495.594,00	24,86
Transporte	9.121,36	0,46
Administração própria	9.121,36	0,46
Marketing	21.891,26	1,09
Descarte de materiais	3.801,00	0,19
Medição & Verificação	34.400,00	1,73
TOTAL	1.993.819,81	100

A tabela 5 apresenta os custos do projeto por categoria contábil, sendo que os valores da mão de obra própria, transporte, administração própria e marketing são de responsabilidade da CPFL, que totalizam R\$ 131.347,54 e não foram repassados para a FAI. Assim, os valores repassados para a FAI foram R\$ 1.862.472,27. Já a tabela 6 apresenta os recursos aplicados em materiais e equipamentos.

TABELA 6 – Recursos aplicados em materiais e equipamentos

TIPO DE EQUIPAMENTO	ILUMINAÇÃO (R\$)	FONTE INCENTIVADA (R\$)	VENTILADORES (R\$)	RECURSOS APLICADOS (R\$)
LED 75W	807.950,00			
LED IP 35W	426.550,00			
ULTRALED 30W	3.240,00			
LED PR 70W	69.890,00			
Módulo fotovoltaico		10.500,00		
Inversor de frequência		3.476,88		
Suporte		3.407,50		
Ventiladores			3.662,90	
TOTAL	1.307.630,00	17.384,38	3.662,90	1.328.677,28

A tabela 7 apresenta os recursos aplicados em materiais e equipamentos e o cálculo para cada um deles anualizados pela aplicação da equação 3.

TABELA 7– Custo dos equipamentos anualizados

TIPO DE EQUIPAMENTO	CUSTO DE CADA EQUIPAMENTO (CE) (R\$)	VIDA ÚTIL EM ANOS	FATOR DE RECUP. DE CAP. (FRCu) (R\$)	CUSTO ANUALIZADO (R\$)
LED 75W	807.950,00	15	0,11683	141.646,31
LED IP 35W	426.550,00	15	0,11683	74.780,91
ULTRALED 30W	3.240,00	6	0,216315	1.051,71
LED PR 70W	69.890,00	15	0,11683	12.252,81
Módulo fotovoltaico	10.500,00	25	0,093679	1.476,04
Inversor de frequência	3.476,88	15	0,11683	609,55
Suporte	3.407,50	25	0,093679	479,01
Ventiladores	3.662,90	15	0,11683	642,16
TOTAL	1.307.630,00			232.938,51

b) Determinação dos benefícios

O benefício considerado é a valoração da energia economizada e da redução da demanda na ponta durante a vida útil do projeto. Para o cálculo dos benefícios deve-se utilizar a expressão 5,

empregando a energia economizada durante um ano (EE) e a redução de demanda na ponta (RDP) com as seguintes taxas; custo evitado de energia (CEE= 395,26 R\$/MWh) e custo evitado de demanda (CED=515,68 R\$/kW). A metodologia de cálculo para a determinação de CEE e CED está apresentada no Anexo I. A tabela 8 apresenta o cálculo da relação custo benefício prevista, baseado nas equações de 1 a 5.

TABELA 8– Cálculo da relação custo benefício prevista

	ILUMINAÇÃO	OUTROS SISTEMAS	PROJETO
EE(MWh/ano)	862,53	3,6	866,13
RDP(kW)	205,13	0	205,13
CEE(R\$/MWh)	395,26	395,26	395,26
CED(R\$/kW)	515,68	515,68	515,68
CAT(R\$)	229.731,74	3.206,76	232.938,50
BAT(R\$)	446.705,05	1.422,94	448.127,99
RCB	0,51	2,25	0,52

Portanto, a relação custo benefício (RCB) do projeto prevista foi de 0,52.

3.6 Resultados obtidos

Para apresentar os resultados obtidos, igualmente o que foi feito no item 3.5, dividiremos, inicialmente, a análise relativa a iluminação e a relativa a geração de energia e em seguida os resultados finais do projeto.

3.6.1. Iluminação

Para a obtenção dos resultados foram realizadas medições das potências, tanto das luminárias antigas(período de linha de base), quanto para as luminárias substituídas(período de determinação), segundo o que consta no Volume I do PIMVP, EVO 10000-1:2012. Elas foram medidas por alicate wattímetro, até a leitura estabilizar, na amostra, considerando o alcance de 95% de confiança a 10% de precisão relativa(quantitativa e qualitativa).

A tabela 9 mostra as medidas das potências médias medidas, a energia consumida e a demanda média na ponta para o período de linha de base.

TABELA 9– Consumo de energia elétrica e a demanda de ponta realizadas no período de linha de base

	SISTEMA DA SUBSTITUIÇÃO					TOTAL
	ANTES	Ruas e Quadras Altas	Quadras Baixas	Ornamentais Baixas	Arandelas IP	
1	Tipo de lâmpada	VS 150W	VS 150W	VS 150W	VS 70W	
2	Potência média (W)	153,19	151,66	153,43	73,51	
3	Desvio padrão (W)	4,4	4,3	4,2	1,1	
4	Número de amostras	170	122	44	42	378
5	Quantidade	1243	898	72	241	2454
6	Potência instalada média (kW)	190,42	136,19	11,05	17,72	355,38
7	Funcionamento (h/ano)	4204,80	4204,80	4204,80	4204,80	
8	FCP (Fator de coincidência na ponta)	1,00	1,00	1,00	1,00	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	800,68	572,65	46,46	74,51	1494,30
10	Demanda média na ponta	190,42	136,19	11,05	17,72	355,38

A tabela 10 mostra as medidas médias das potências, o consumo de energia e a demanda na ponta para o período de determinação.

TABELA 10– Consumo de energia elétrica e a demanda de ponta realizadas no período de determinação

		PROPOSTO				
SISTEMA		Ruas e Quadras Altas	Quadras Baixas	Ornamentais Baixas	Arandelas IP	TOTAL
1	Tipo de lâmpada	LED 75W	LED IP 35W	ULTRALED 30W	LED PR 70W	
2	Potência média (W)	74,79	34,80	29,92	69,79	
3	Desvio padrão (W)	0,1	0,1	0,1	0,1	
4	Número de amostras	120	82	36	42	
5	Quantidade	1243	898	72	241	2454
6	Potência instalada média (kW)	92,96	31,25	2,15	16,82	143,18
7	Funcionamento (h/ano)	4204,80	4204,80	4204,80	4204,80	
8	FCP (Fator de coincidência na ponta)	1,00	1,00	1,00	1,00	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	390,88	131,40	9,04	70,72	602,04
10	Demanda média na ponta	92,96	31,25	2,15	16,82	143,18

TABELA 11 – Energia economizada e redução de demanda na ponta realizadas

		RESULTADOS OBTIDOS				
		Ruas e Quadras Altas	Quadras Baixas	Ornamentais Baixas	Arandelas IP	TOTAL
1	Energia Economizada (MWh/ano)	409,80	441,25	37,42	3,79	892,26
2	Energia Economizada (%)	51,18	77,05	80,54	5,09	59,71
3	Redução de Demanda na Ponta (kW)	97,46	104,94	8,90	0,90	212,20
4	Redução de Demanda na Ponta (%)	51,18	77,05	80,54	5,08	59,71

Com a instalação das luminárias mais eficientes, além da diminuição do consumo de energia de 892,26 MWh/ano e de redução de demanda na ponta de 212,20 kW, obteve-se uma melhoria nos índices de luminância dos ambientes, como mostra a tabela 11. A fim de se garantir o conforto luminotécnico para o sistema substituído, foram realizadas medições dos níveis de iluminância nos ambientes externos. A tabela 12 mostra o resultado das medidas dos índices de iluminância realizadas antes e depois das substituições.

TABELA 12 – Valores dos índices de iluminância antes e depois.

Local	Em Antes(LUX)	Em Depois(LUX)
Via PU	3,34	13,6
Estacionamento	5,95	16,02

A figura 2 mostra como foi realizada a medida do índice de iluminância.



Figura 2. Medição do índice de iluminância.

3.6.2. Geração de energia

Para a avaliação dos resultados do projeto em termos de economia de energia e redução de demanda na ponta, as medições de energia elétrica gerada pela usina Fotovoltaica serão monitoradas pelo período de um ano. No projeto executivo fotovoltaico, deverá ser considerada a exportação de dados de produção de energia através do próprio inversor e periféricos (Data Logger). Deverá ser realizado o acompanhamento periódico da produção de energia da usina. Para isso, o projeto executivo deve considerar um inversor que possua conexão para exportar esses dados via internet e verificação do ‘status’ operacional do sistema. Na saída do inversor também deve ser prevista a instalação de um medidor calibrado, padrão Concessionária, com capacidade de armazenamento de dados (memória de massa). Esse equipamento servirá como contingência (no caso de falhas de transmissões de dados do ‘data logger’ conectado ao inversor) e comparações dos registros.

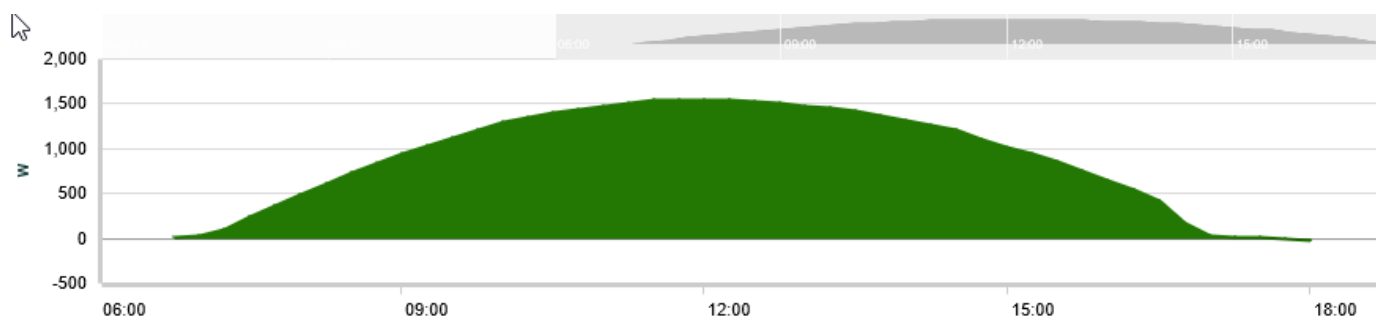


Figura 3. Geração de energia durante o período de um dia sem nuvens.

O gráfico da figura 3 mostra a geração de energia, em watts, durante um dia sem nuvens. Observa-se que o início da geração está próximo das seis horas da manhã e o término está próximo das seis da tarde, passando por um máximo ao meio dia.

A figura 4 mostra a geração de energia durante um dia nublado.

Como a geração de energia da usina se iniciou em abril de 2019, o registro dela será tomado de abril de 2019 a março de 2020.

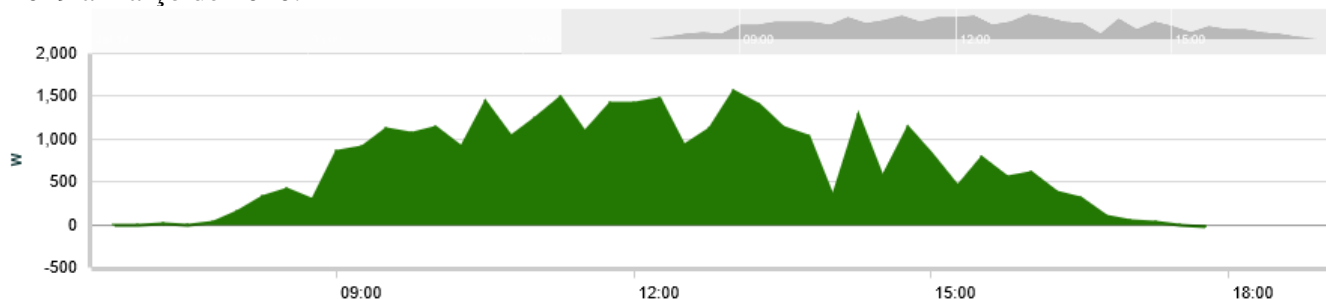


Figura 4. Geração de energia durante o período de um dia nublado.

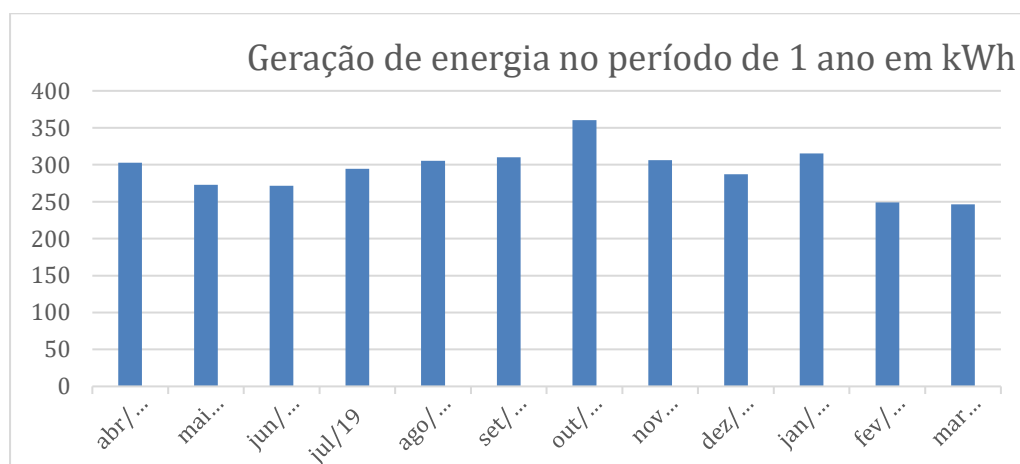


Figura 5. Geração de energia durante o período de um ano.

A figura 5 mostra a geração de energia, em kWh, no período de um ano, ou seja, de abril de 2019 a março de 2020. Abril de 2019 foi o início de funcionamento da usina, durante o mês completo.

O gráfico da figura 6 compara a geração de energia prevista no projeto com a geração da energia medida no período de um ano. Observa-se que a medida está ligeiramente acima da prevista. Ao longo de um ano, no período de abril de 2019 a março de 2020, a energia gerada foi de 3522,28 kWh, enquanto que a prevista foi de 3297,00 kWh.

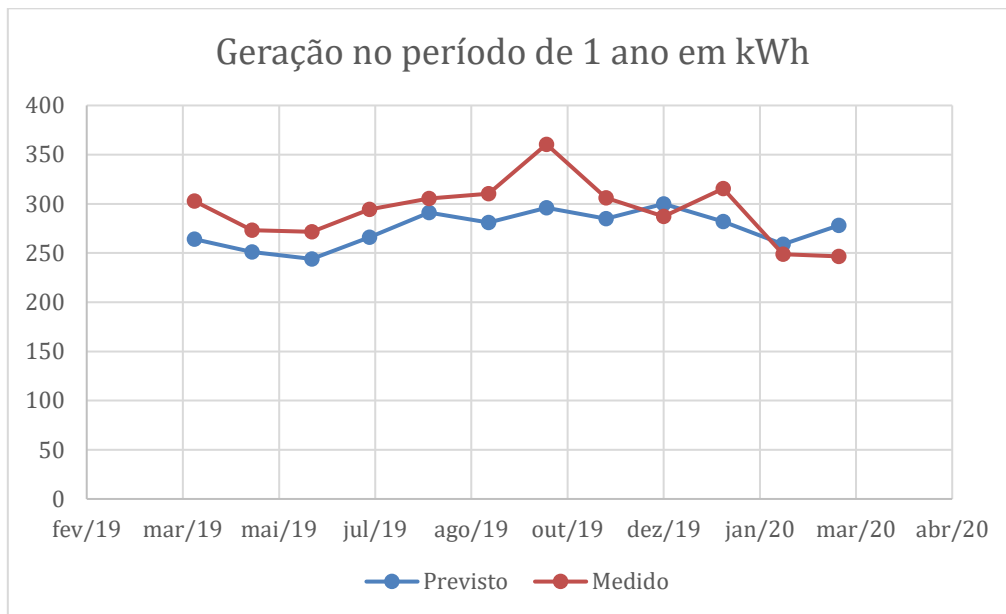


Figura 6. Comparação entre as gerações de energia prevista e a medida.

3.6.3. Cálculo da relação custo benefício (RCB) realizada

Para o cálculo do RCB realizado serão considerados na determinação dos custos os mesmos valores com exceção do custo dos ventiladores de R\$ 642,16, retirados por não fazerem parte do projeto. Para a determinação dos benefícios serão considerados os valores a partir das medições realizadas, ou seja, a energia economizada de 892,26 MWh/ano e da redução da demanda na ponta de 212,20 kW. Seja, então, a tabela 13 atualizada com estes valores.

TABELA 13– Cálculo da relação custo benefício realizada

	ILUMINAÇÃO	FOTOVOLTAICA	PROJETO
EE(MWh/ano)	892,26	3,5	895,76
RDP(kW)	212,20	0	212,20
CEE(R\$/MWh)	395,26	395,26	395,26
CED(R\$/kW)	515,68	515,68	515,68
CAT(R\$)	229.731,74	2.564,60	232.296,34
BAT(R\$)	462.101,98	1.383,41	463.485,39
RCB	0,50	1,85	0,50

Portanto, a relação custo benefício obtida foi de 0,50.

3.7 Justificativas aos resultados anteriormente enumerados e que não atingiram as metas estabelecidas

Pode -se dizer que os resultados previstos anteriormente, praticamente, se confirmaram. No caso da energia economizada o previsto foi de 862,53 MWh/ano o realizado foi de 892,26 MWh/ano o que representa um erro de avaliação de 3,3%. O fato de não ter sido considerado o custo dos ventiladores no cálculo do

projeto realizado, não afetou a previsão pelo seu custo não ser representativo no custo total do projeto, ou seja, 0,18%.

4- DETALHAMENTO FÍSICO DO PROJETO

Para o detalhamento físico do projeto, as metas foram divididas em sete fases, como mostra a tabela 14.

Tabela 14-Detalhamento físico do projeto.

Objetivo/Meta	Medida prevista	Medida obtida	Prazo planejado	Prazo realizado
1.Medidas e Verificação inicial.	Medir potência das luminárias a trocar	Mediu potência das luminárias e trocou	04/04/2018 a 06/04/2018	24/05/2018 a 26/05/2018
2.Aquisição das luminárias	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	12/06/2018 a 12/07/2018	03/07/2018 a 11/08/2018
3.Instalação das luminárias	Instalar luminárias	Instalou luminárias	13/08/2018 a 08/12/2018	17/09/2018 a 18/01/2019
4.Aquisição das fotovoltaicas	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	10/05/2018	15/05/2018
5.Instalação das fotovoltaicas	Instalar placas e inversor	Instalou placas e o inversor	18/09/2018 a 13/10/2018	31/01/2019 a 28/03/2019
6.Descartes de materiais	Transferir material para empresa	Transferiu material para a empresa Apliquim	17/12/2018	20/03/2019
7.Medidas e verificação final	Medir potência das luminárias trocadas	Mediu potência das luminárias trocadas	11/12/2018 a 13/12/2018	23/01/2019 a 25/01/2019

5- DETALHAMENTO FINANCEIRO DO PROJETO

Para apresentar o detalhamento financeiro do projeto, ele foi dividido em cinco etapas, como mostra a tabela 15.

Tendo em vista, que durante a execução do projeto houve uma redução nos valores da mão de obra de R\$ 8.303,99, a CPFL repassou para a FAI R\$ 1.854.168,38 em vez de R\$ 1.862.472,37.

Além dos gastos que constam na tabela 15 foram recolhidos R\$ 15.724,61 para a Previdência Social(GPS) sobre Notas Fiscais de Serviço. Assim sendo, se somarmos o valor de R\$ 1.838.443,77, que consta na tabela 15, como recursos aplicados no projeto com o valor recolhido para a Previdência Social atingiremos o valor repassado pela CPFL ao projeto.

Tabela 15- Detalhamento financeiro do projeto.

Etapa do projeto	Período previsto	Custos previstos R\$	Período realizado	Recursos aplicados R\$
1.Medição e Verificação Inicial	04/04/2018 a 06/04/2018	17.200,00	24/05/2018 a 26/05/2018	17.200,00
2.Substituição das luminárias	12/06/2018 a 08/12/2018	1.773.508,51	03/07/2018 a 18/01/2019	1.773.508,51
3.Instalação da usina fotovoltaica	10/05/2018 a 13/10/2018	27.762,24	15/05/2018 a 28/03/2019	27.762,24
4.Descartes de materiais	17/12/2018	3.801,00	20/03/2019	2.773,02
5.Medição e verificação final	11/12/2018 a 13/12/2018	17.200,00	23/01/2019 a 25/01/2019	17.200,00
TOTAL		1.839.471,75		1.838.443,77

6. DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES

Durante a execução do projeto pode-se dizer que não houve dificuldades, com exceção dos ventiladores que não foi possível instalá-los por uma questão de mudança do layout do laboratório.

As figuras 7 a 10 apresentam fotos, mostrando alguns benefícios, além da economia de energia elétrica, do projeto quanto a iluminação.

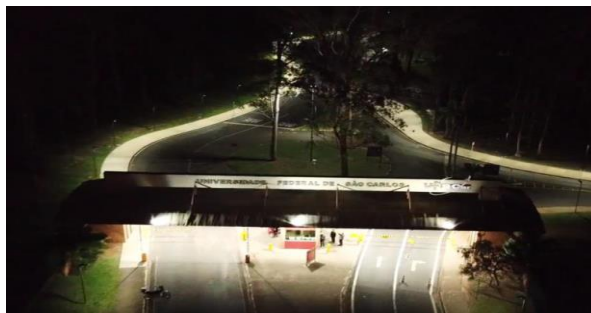
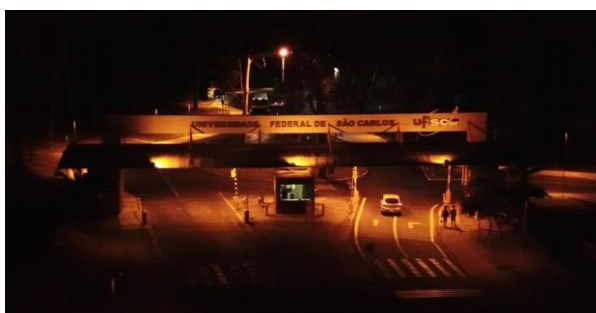


Figura 7- Portaria Principal - Antes/Depois

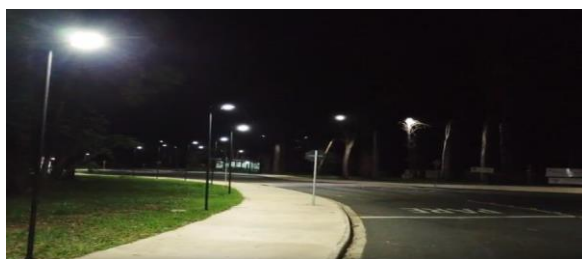
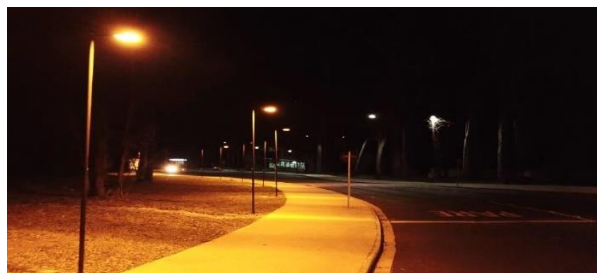


Figura 8- Via de Acesso Principal - Antes/Depois



Figura 9- Vias para Pedestres - Depois.



Figura 10 - Área de Comum Acesso - Depois.

ANEXO I - CÁLCULO DOS CUSTOS EVITADOS DE ENERGIA E DEMANDA

Para as empresas que já possuem sistema de bandeiras tarifárias de energia, será adotada a modalidade tarifária azul. Considerando que o cálculo da constante de perda de energia LE , leva em conta a diferença entre o período seco e úmido, o Custo Evitado de Demanda (CED) e o Custo da Energia Evitada (CEE) unitários, sob a ótica do sistema elétrico, serão calculados pelo método abaixo descrito²:

$$CED = (12. C_1) + (12. C_2. LP) \quad (A.1)$$

$$CEE = \frac{(C_p.LEp)+(Cfp.LEfp)}{LEp+LEfp} \quad (A.2)$$

$$LEp = \frac{(7.LE1)+(5.LE2)}{12} \quad (A.3)$$

$$LEfp = \frac{(7.LE3)+(5.LE4)}{12} \quad (A.4)$$

Considerando-se a modalidade da conta de energia elétrica da UFSCar, e sabendo-se que no projeto foi incluído um sistema fotovoltaico, a abordagem deve ser feita somente sobre o posto "Fora da Ponta", tendo em vista que para estes sistemas não há ocorrência de ganhos para a demanda. Assim, para o Custo Unitário Evitado de Energia sob a ótica do Consumidor é calculado da seguinte forma:

$$CEEoc = \frac{TUSD+TE}{1-(ICMS\%+PIS\%+COFINS)} \quad (A.5)$$

Onde:

C_1	Custo unitário da demanda no horário de ponta.	R\$/kW.mês	26,93
C_2	Custo unitário da demanda no horário fora de ponta.	R\$/kW.mês	11,06
Cp	Custo unitário da energia no horário de ponta na bandeira verde.	R\$/MWh	405,44
Cfp	Custo unitário da energia no horário fora de ponta na bandeira verde.	R\$/MWh	279,28
LP	Constante de perda de demanda no posto fora de ponta, considerando 1kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,5476
$LE1$	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,3852
$LE2$	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,2696
$LE3$	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta.	1	2,2938
$LE4$	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta.	1	1,6198
LEp	Constante de perda de energia no posto de ponta considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,3370
$LEfp$	Constante de perda de energia no posto de fora de ponta considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta.	1	2,0130
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia sob a ótica do Sistema elétrico.	R\$/MWh	297,37
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda sob a ótica do Sistema elétrico.	R\$/kW-ano	395,84
	ICMS (alíquota Estado de São Paulo)		18%
	PIS (média dos últimos 12 meses)		0,93%
	COFINS (média dos últimos 12 meses)		4,31%
TE	Tarifa de Energia na ponta, Bandeira Verde, Resolução Homologatória 2570/2019	R\$/MWh	231,15
$TUSD$	Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição, Resolução Homologatória 2570/2019	R\$/MWh	72,25
$CEEoc$	Custo Unitário Evitado de Energia sob a ótica do Consumidor.	R\$/MWh	395,26
$CEDoc$	Custo Unitário Evitado de Demanda sob a ótica do Consumidor.	R\$/kW-ano	515,68

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA** – Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. 10 Módulos, Brasília – DF: ANEEL, 2013.
2. **ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA** – Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. Módulo 7- Cálculo da Viabilidade, Brasília – DF: ANEEL, 2013.



Assinatura

São Carlos, 19 de outubro de 2020



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

GABINETE DA REITORIA - GR

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518024 - <http://www.ufscar.br>

Ofício CG nº 127/2020/GR

São Carlos, 19 de outubro de 2020.

Para:

Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria
Secretaria Geral de Planejamento e Desenvolvimento Institucionais(SPDI)

Assunto: **Relatório final- Eficientização do parque de ilum. e inst de usina fotov. na UFSCAR-Câmpus S. Carlos**

Prezado Senhor

Encaminho, em anexo, relatório referente ao projeto PRODIN N. 10.821 - Eficientização do parque de iluminação e instalação de usina fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos-Câmpus São Carlos.

Colocando-me a disposição para eventuais dúvidas, despeço-me.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Walter Libardi
Vice-Reitor
Universidade Federal de São Carlos



Documento assinado eletronicamente por **Walter Libardi, Reitor(a) em Exercício**, em 19/10/2020, às 15:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **0262368** e o código CRC **8EB84CA9**.

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.018792/2020-69

SEI nº 0262368

Modelo de Documento: Adm: Ofício CG, versão de 02/Agosto/2019



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAIS - SPDI/R

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518198 - <http://www.ufscar.br>

PARECER Nº 22/2020/SPDI/R
PROCESSO Nº 23112.018792/2020-69
INTERESSADO: SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAIS,
CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO, GABINETE DA REITORIA, PRÓ-REITORIA DE
ADMINISTRAÇÃO, FAI.UFSCAR

São Carlos, 21 de outubro de 2020.

Prezada Profa. Dra. Wanda Hoffmann

Presidente do Conselho de Administração da UFSCar

Em relação ao relatório do Projeto de Desenvolvimento Institucional "Eficientização do parque de Iluminação e instalação de usina fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos-campus São Carlos" apresentado no Processo 23112.018792/2020-69, observo os seguintes resultados:

- instalação de 2.454 lâmpadas LED, em substituição a antigas lâmpadas de sódio, que proporcionaram redução no consumo de energia elétrica e melhoria da iluminação do campus
- instalação de usina de energia fotovoltaica, que gerou 3.297 kWh de energia no período de um ano, proporcionando redução equivalente no consumo da distribuidora

Avalio que projeto teve êxito em contribuir para transformar a UFSCar em modelo de gestão sustentável e ampliar a infraestrutura de energia elétrica no campus de São Carlos.

O uso dos recursos sofreu pequenos ajustes em relação ao planejado, com redução de valores de mão de obra e em descarte de materiais, sendo efetivamente utilizados R\$ 1.854.168,38.

O relatório apresenta ainda extenso volume de dados sobre ganhos energéticos para subsidiar a prestação de contas no âmbito da Chamada Pública CPFL (nº 001/2017), inserido no Programa de Eficiência Energética (PEE).

Em função do exposto, recomendo a aprovação do relatório.

Atenciosamente

Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

Secretário-Geral de Planejamento e Desenvolvimento Institucionais



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Innocentini Lopes de Faria, Secretário(a) Geral**, em 21/10/2020, às 08:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **0263605** e o código CRC **C5D37893**.

