



**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**

**Título do Projeto: Eficientização do parque de iluminação e instalação de usina solar fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos – campus São Carlos-SP (Fase II – área sul).**

### **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 5.500 lâmpadas fluorescentes tubulares e 158 lâmpadas de vapor de sódio de usos externos (quadras, estacionamentos, etc.) por luminárias de tecnologia LED, 2) Instalar uma usina solar fotovoltaica de 59,94 kWp e 3) Substituir 3 chillers com capacidade de 20 TR por 2 com capacidade de 20 TR e 1 com capacidade de 15 TR. Durante a execução do projeto cumpriu-se integralmente os objetivos traçados. Com relação a substituição das lâmpadas, obteve-se uma economia de energia elétrica de 390,66 MWh/ano, para uma previsão de 408,38 MWh/ano e uma redução de demanda de ponta de 119,57 kW para uma previsão de 125,19 kW e observou-se, também, uma melhoria no índice de iluminância. Para o projeto todo, obteve-se uma economia de energia elétrica de 607,46 MWh/ano e uma redução de demanda na ponta de 155,93 kW. A relação custo benefício RCB do projeto foi de 0,56.

## 1-DADOS DO PROJETO

Data de início da execução	02/01/2020
Data prevista de término	02/01/2022
Número do Processo	PRODIN 11.986
Valor aprovado para o projeto	R\$ 1.510.013,38
Data da aprovação no conselho da unidade	Não se aplica
Data de aprovação no CoAd	53a. Reunião Ordinária em 29/11/2019

## 2- DADOS DO PROPONENTE

Unidade proponente	<b>Reitoria</b>
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)	
<b>Nome</b>	<b>Função</b>
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 001/2019), 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 001/2019), 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 001/2019, 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 da ordem de R\$ 1.510.013,38 (Um milhão quinhentos e dez mil e treze reais e trinta 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) propostos para a realização do presente projeto.

#### 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 à iluminação, a relativa à geração de energia e ao condicionamento ambiental.

#### 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. A tabela 1 mostra a relação das luminárias existentes e as propostas, com as suas quantidades e os locais de instalação(sistema).

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

SISTEMA	LÂMPADA EXISTENTE	LÂMPADA PROPOSTA	QUANTIDADE LINHA DE BASE	QUANTIDADE DETERMINAÇÃO	
1	IP CAMPO	VS 250W	LED IP 70W	24	24
2	DEFMH	VS 250W	LED IP 30W	34	34
3	5 QUADRAS	VS 400W	PROJ. LED 100W	60	60
4	1 AREIA	VS 400W	PROJ. LED 100W	8	8
5	2 TENIS	VS 400W	PROJ. LED 100W	12	12
6	GINÁSIO POL. INT	VS 400W	PROJ. LED 100W	20	20
7	SALAS DE AULA	TUB. 32W	LED TUBO 18W	5.500	5.500

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 a potência de cada tipo de lâmpada, incluindo a potência dos respectivos reatores, o consumo de energia elétrica existente (antes da substituição) e a demanda de ponta. O Hábito de Funcionamento admitido para os ambientes da UFSCar São Carlos foi determinado através da estimativa do período de utilização(h/ano) de acordo com hábito de funcionamento relatado em entrevista em visita in loco.

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

		ANTES DA SUBST.							TOTAL
		IP CAMPO	DEFMH	5 QUADRAS	1 AREIA	2 TÊNIS	GIN. POL.	SALAS DE AUL.	
1	Tipo de lâmpada	VS 250W	VS 250W	VS 400W	VS 400W	VS 400W	VS 400W	TUB. 32W	
2	Potência (W)	262,5	262,5	420	420	420	420	34	
3	Quantidade	24	34	60	8	12	20	5.500	5.658
4	Potênc. inst (kW)	6,30	8,93	25,20	3,36	5,04	8,40	179,67	236,89
5	Funcion. (h/ano)	4.332,55	4.332,55	1.848,00	1.848,00	1.848,00	3.168,00	3.552,00	
6	FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Energia Cons. (MWh/ano)	27,30	38,67	46,57	6,21	9,31	26,61	638,18	792,85
8	Demanda média na ponta(kW)	6,30	8,93	25,20	3,36	5,04	8,40	179,67	236,89

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**

		PROPOSTO							
		IP CAMPO	DEFMH	5 QUADRAS	1 AREIA	2 TÊNIS	GIN. POL.	SALAS DE AUL.	TOTAL
1	Tipo de lâmpada	LED IP 70W	LED IP 30W	PROJ. LED 100W	PROJ. LED 100W	PROJ. LED 100W	PROJ. LED 100W	LED TUBO 18W	
2	Potência (W)	70	30	100	100	100	100	18	
3	Quantidade	24	34	60	8	12	20	5.500	5.658
4	Potênc. inst (kW)	1,68	1,02	6,00	0,80	1,20	2,00	99,00	111,70
5	Funcion. (h/ano)	4.332,55	4.332,55	1.848,00	1.848,00	1.848,00	3.168,00	3.552,00	
6	FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Energia Cons. (MWh/ano)	7,28	4,42	11,09	1,48	2,22	6,00	351,65	384,48
8	Demanda média na ponta(kW)	1,68	1,02	6,00	0,80	1,20	2,00	99,00	111,70

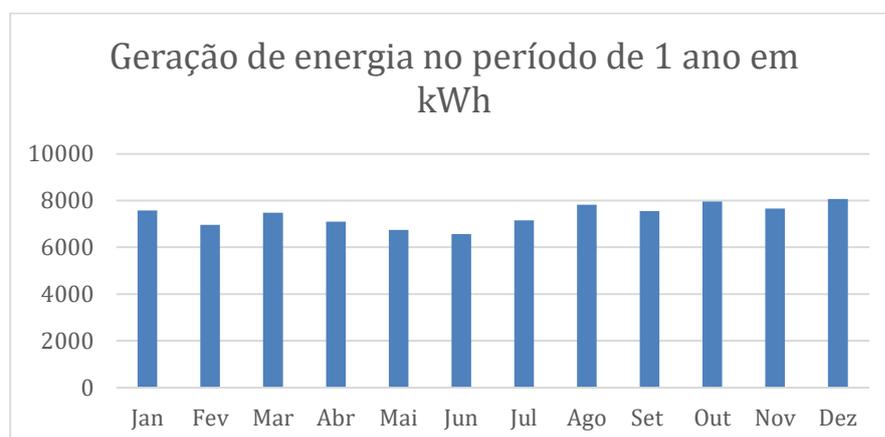
**TABELA 4 – Energia economizada prevista e redução prevista de demanda na ponta**

		IP CAMPO	DEFMH	5 QUADRAS	1 AREIA	2 TÊNIS	GIN. POL.	SALAS DE AUL.	TOTAL
1	Energia Eco.(MWh/ano)	20,02	34,25	35,48	4,73	7,09	20,27	286,53	408,38
2	Energia Eco.(%)	4,90	8,39	8,69	1,16	1,74	4,96	70,16	100,00
3	Red. de Dem. na Ponta(kW)	4,62	7,91	19,20	2,56	3,84	6,40	80,67	125,19
4	Red. de Dem. na Ponta(%)	3,69	6,32	15,33	2,04	3,07	5,11	64,43	100,00

Portanto, da tabela 4 com a substituição de 5.658 lâmpadas, as metas a serem alcançadas deveriam ter uma redução no consumo de energia elétrica de 408,38 MWh/ano e uma redução de demanda na ponta de 125,19 kW.

### 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 59,94 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 7382,5 kWh e a geração anual de energia prevista é de 88.590 kWh.

### 3.5.3. Condicionamento ambiental

O projeto propôs a substituição de 3 chillers com capacidade de 20 TR por 2 com capacidade de 20 TR e 1 com capacidade de 15 TR. A tabela 5 mostra o consumo previsto de energia elétrica e a demanda de ponta para o sistema a ser substituído, enquanto que a tabela 6 mostra esse mesmo consumo para o sistema proposto.

**TABELA 5 – Consumo previsto de energia elétrica e a demanda de ponta para o sistema atual**

<b>CONDICIONAMENTO AMBIENTAL ATUAL</b>				
		<b>Condicionamento Ambiental 1</b>	<b>Condicionamento Ambiental 2</b>	<b>TOTAL</b>
1	Tipo de Equipamento	Chiller 20 TR	Chiller 20 TR	
2	Potência Refrigeração	240.000 Btu/h	240.000 Btu/h	
3	Coef. de Efic. Energética	2,1W/W	2,1W/W	
4	Quantidade	2	1	3
5	Potência Instalada (kW)	66,97	33,49	100,46
6	Potência Média Utilizada (kW)	66,97	33,49	100,46
7	Funcionamento (h/ano)	1.760	1.760	
8	FCP(Fator de Coincidên. na Ponta)	0,73	0,73	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	117,87	58,93	176,80
10	Demanda média na ponta(kW)	48,71	24,35	73,06

**TABELA 6 – Consumo previsto de energia elétrica e a demanda de ponta para o sistema proposto**

<b>CONDICIONAMENTO AMBIENTAL PROPOSTO</b>				
		<b>Condicionamento Ambiental 1</b>	<b>Condicionamento Ambiental 2</b>	<b>TOTAL</b>
1	Tipo de Equipamento	Chiller Splitão Inverter 20 TR	Chiller Splitão Fixo 15 TR	
2	Potência Refrigeração	240.000 Btu/h	180.000 Btu/h	
3	Coef. de Efic. Energética	2,83W/W	2,70W/W	
4	Quantidade	2	1	3
5	Potência Instalada (kW)	49,70	19,53	69,23
6	Potência Média Utilizada (kW)	32,30	12,70	45,00
7	Funcionamento (h/ano)	1.760	1.536	
8	FCP(Fator de Coincidên. na Ponta)	0,73	0,73	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	56,85	19,50	76,35
10	Demanda média na ponta(kW)	23,49	9,23	32,73

**TABELA 7– Energia economizada prevista e redução prevista de demanda na ponta**

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>				
		<b>Condicionamento Ambiental 1</b>	<b>Condicionamento Ambiental 2</b>	<b>TOTAL</b>
	Redução de Demanda na Ponta(kW)	25,22	15,12	40,34
	Redução de Demanda na Ponta(%)	51,78	62,09	55,21
	Energia Economizada(MW/ano)	61,02	39,43	100,45
	Energia Economizada(%)	51,77	66,91	56,81

Portanto, da tabela 7 com a substituição do condicionamento ambiental, as metas a serem alcançadas deveriam ter uma redução no consumo de energia elétrica de 100,45 MWh/ano e uma redução de demanda na ponta de 40,34 kW.

### 3.5.4. 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 expressão<sup>2</sup>:

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

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\$ 1.510.013,38, sendo que R\$ 55.000,00 (parte de treinamento e capacitação) representa a contrapartida da universidade e R\$ 7.833,53, referente ao descarte de materiais, representa a contrapartida da Vitalis. Assim, o valor total do PEE foi de R\$ 1.447.179,85.

A tabela 8 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\$ 129.455,53 e não foram repassados para a FAI. Assim, os valores repassados para a FAI foram R\$ 1.317.724,32. A tabela 9 apresenta os recursos aplicados em materiais e equipamentos.

**TABELA 8 – Custos por categoria contábil**

<b>TIPOS DE CUSTOS</b>	<b>CUSTOS (R\$)</b>	<b>PORCENTAGEM(%)</b>
Materiais/Equipamento	767.694,32	50,84
Mão de obra própria	60.216,92	3,99
Mão de obra de terceiros	436.644,00	28,92
Transporte	6.021,69	0,40
Administração própria	3.000,00	0,20
Marketing	60.216,92	3,99
Treinamento e Capacitação	99.500,00	6,59
Descarte de materiais	7.833,53	0,52
Medição & Verificação	68.886,00	4,56
<b>TOTAL</b>	<b>1.510.013,38</b>	<b>100,00</b>

**TABELA 9 – Recursos aplicados em materiais e equipamentos**

<b>TIPO DE EQUIPAMENTO</b>	<b>ILUMINAÇÃO (R\$)</b>	<b>FONTE INCENTIVADA (R\$)</b>	<b>CONDICIONAM/ AMBIENTAL (R\$)</b>	<b>RECURSOS APLICADOS (R\$)</b>
IP LED 70W	15.593,76			
IP LED 30W	13.390,56			
PROJETOR LED 100W	32.658,00			
PROJETOR LED 100W	4.354,40			
PROJETOR LED 100W	6.531,60			
PROJETOR LED 100W	10.886,00			
LED TUBO 17W	102.300,00			
MATERIAIS DIV.	7.110,00			
MÓDULO FV		131.868,00		
INVERSOR		49.450,50		
ESTRUTURA		148.351,50		
SPLIT DUTO 20TR'S		90.000,00	90.000,00	
SPLIT DUTO 7,5TR'S		30.000,00	30.000,00	
MATERIAIS			125.200,00	
<b>TOTAL</b>	<b>192.824,32</b>	<b>329.670,00</b>	<b>245.200,00</b>	<b>767.694,32</b>

A tabela 10 apresenta os recursos aplicados em materiais e equipamentos e o cálculo para cada um deles anualizados pela aplicação da equação 3. Para a determinação do fator de recuperação de capital, foi utilizada uma taxa de desconto para a avaliação financeira de 8% ao ano, como tem sido sugerido pela ANEEL. Quanto a vida útil dos equipamentos, foram considerados dados de projetos já executados e informações dos fabricantes. Ainda, referente a equação 3, foi utilizado no cálculo para o valor total do projeto o do PEE, ou seja, de R\$ 1.447.179,85, sendo retirados do projeto orçado os valores das contrapartidas da UFSCar e da Vitalis.

**TABELA 10– Custo dos equipamentos anualizados**

<b>TIPO DE EQUIPAMENTO</b>	<b>CUSTO DE CADA EQUIPAMENTO (CE) (R\$)</b>	<b>VIDA ÚTIL EM ANOS</b>	<b>FATOR DE RECUP. DE CAP.(FRC<sub>u</sub>) (R\$)</b>	<b>CUSTOS ANUALIZADOS (R\$)</b>
IP LED 70W	15.593,76	20	0,10185	2.994,03
IP LED 30W	13.390,56	20	0,10185	2.571,01
PROJETOR LED 100W	32.658,00	20	0,10185	6.270,39
PROJETOR LED 100W	4.354,40	20	0,10185	836,05
PROJETOR LED 100W	6.531,60	20	0,10185	1.254,08
PROJETOR LED 100W	10.886,00	20	0,10185	2.090,13
LED TUBO 17W	102.300,00	7,04	0,19125	36.888,27
MATERIAIS	7.110,00	10	0,14903	1.997,45
MÓDULO FV	131.868,00	25	0,093679	23.287,07
INVERSOR	49.450,50	15	0,11683	10.890,74
ESTRUTURA	148.351,50	20	0,10185	28.483,71
SPLIT DUTO 20TR'S	90.000,00	10	0,14903	25.284,18
SPLIT DUTO 7,5TR'S	30.000,00	10	0,14903	8.428,06
MATERIAIS	125.200,00	10	0,14903	35.173,11
<b>TOTAL</b>	<b>767.694,32</b>			<b>186.448,27</b>

**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= 429,20 R\$/MWh) e custo evitado de demanda (CED=462,87 R\$/kW). Esses valores foram determinados, considerando as taxas sob a ótica do consumidor. A metodologia de cálculo para a determinação de CEE e CED está apresentada no Anexo I. A tabela 11 apresenta o cálculo da relação custo benefício prevista, baseado nas equações de 1 a 5.

**TABELA 11– Cálculo da relação custo benefício prevista**

	<b>ILUMINAÇÃO</b>	<b>FONTE INCENTIVADA</b>	<b>CONDICIONAMENTO AMBIENTAL</b>	<b>PROJETO</b>
EE(MWh/ano)	408,38	88,59	100,45	597,42
RDP(kW)	125,19	0	40,34	165,53
CEE(R\$/MWh)	429,20	429,20	429,20	429,20
CED(R\$/kW)	462,87	462,87	462,87	462,87
CAT(R\$)	54.901,41	62.661,52	68.885,35	186.448,28
BAT(R\$)	233.223,39	38.022,83	61.785,32	333.031,54
RCB	0,24	1,65	1,11	0,56

Portanto, a relação custo benefício (RCB) do projeto prevista foi de 0,56.

### 3.6 Resultados obtidos

Para apresentar os resultados obtidos, igualmente o que foi feito no item 3.5, dividiremos, inicialmente, a análise relativa à iluminação, a relativa à geração de energia e a do condicionamento ambiental 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 12 mostra as medidas das potências médias medidas, a energia consumida e a demanda média na ponta para o período de linha de base. O tamanho da amostragem considerada foi baseado na recomendação observada na EVO, 2012, p.100.

**TABELA 12– Consumo de energia elétrica e a demanda de ponta realizadas no período de linha de base.**

		ANTES DA SUBST.							TOTAL
		IP CAMPO	DEFMH	5 QUADRAS	1 AREIA	2 TÊNIS	GIN. POL.	SALAS DE AUL.	
1	Tipo de lâmpada	VS 250W	VS 250W	VS 400W	VS 400W	VS 400W	VS 400W	TUB. 32W	
2	Potência (W)	252,7	250,8	400,9	406,8	401,10	398,1	31,7	
3	Quantidade	24	34	60	8	12	20	5.500	5.658
4	Potênc. inst (kW)	6,06	8,53	24,05	3,25	4,81	7,96	174,35	229,01
5	Funcion. (h/ano)	4.332,55	4.332,55	1.848,00	1.848,00	1.848,00	3.168,00	3.552,00	
6	FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Energia Cons. (MWh/ano)	26,28	36,94	44,45	6,01	8,89	25,22	619,29	767,08
8	Demanda média na ponta(kW)	6,06	8,53	24,05	3,25	4,81	7,96	174,35	229,01

A tabela 13 mostra as medidas médias das potências, o consumo de energia e a demanda na ponta para o período de determinação.

**TABELA 13– Consumo de energia elétrica e a demanda de ponta realizadas no período de determinação**

		PROPOSTO							TOTAL
		IP CAMPO	DEFMH	5 QUADRAS	1 AREIA	2 TÊNIS	GIN. POL.	SALAS DE AUL.	
1	Tipo de lâmpada	LED IP 70W	LED IP 30W	PROJ. LED 100W	PROJ. LED 100W	PROJ. LED 100W	PROJ. LED 100W	LED TUBO 18W	
2	Potência (W)	69,4	29,6	99,5	99,6	99,5	99,4	17,6	
3	Quantidade	24	34	60	8	12	20	5.500	5.658
4	Potênc. inst (kW)	1,67	1,01	5,97	0,80	1,19	1,99	96,80	109,43
5	Funcion. (h/ano)	4.332,55	4.332,55	1.848,00	1.848,00	1.848,00	3.168,00	3.552,00	
6	FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Energia Cons. (MWh/ano)	7,22	4,36	11,03	1,47	2,21	6,30	343,83	376,42
8	Demanda média na ponta(kW)	1,67	1,01	5,97	0,80	1,19	2,00	96,80	109,43

**TABELA 14 – Energias economizadas e redução de demanda na ponta realizadas**

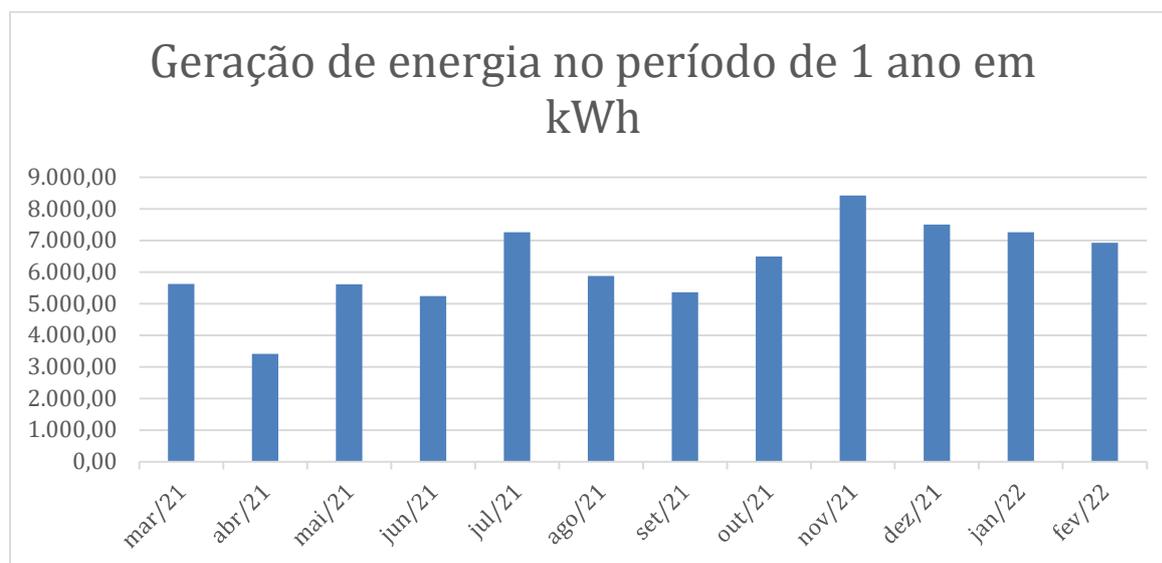
		IP CAMPO	DEFMH	5 QUADRAS	1 AREIA	2 TÊNIS	GIN. POL.	SALAS DE AUL.	TOTAL
1	Energia Eco.(MWh/ano)	19,06	32,58	33,42	4,54	6,68	18,92	275,46	390,66
2	Energia Eco.(%)	4,88	8,34	8,55	1,16	1,71	4,84	70,51	100,00
3	Red. de Dem. na Ponta(kW)	4,39	7,52	18,08	2,45	3,62	5,96	77,55	119,57
4	Red. de Dem. na Ponta(%)	3,34	5,74	14,70	1,96	2,77	4,56	66,92	100,00

Com a instalação das luminárias mais eficientes houve uma diminuição do consumo de energia de 390,66 MWh/ano e de redução de demanda na ponta de 119,57 kW.

### 3.6.2. Geração de energia

Para a avaliação dos resultados do projeto em termos de economia de energia, as medições de energia elétrica gerada pela usina Fotovoltaica foram monitoradas pelo período de um ano. Tendo em vista o horário da geração de energia elétrica ser, somente, durante o dia, ou seja, fora do período de ponta, não foram consideradas aqui a redução da demanda de ponta. No período de um ano, foi considerada a exportação de dados de produção de energia através do próprio inversor e periféricos (Data Logger).

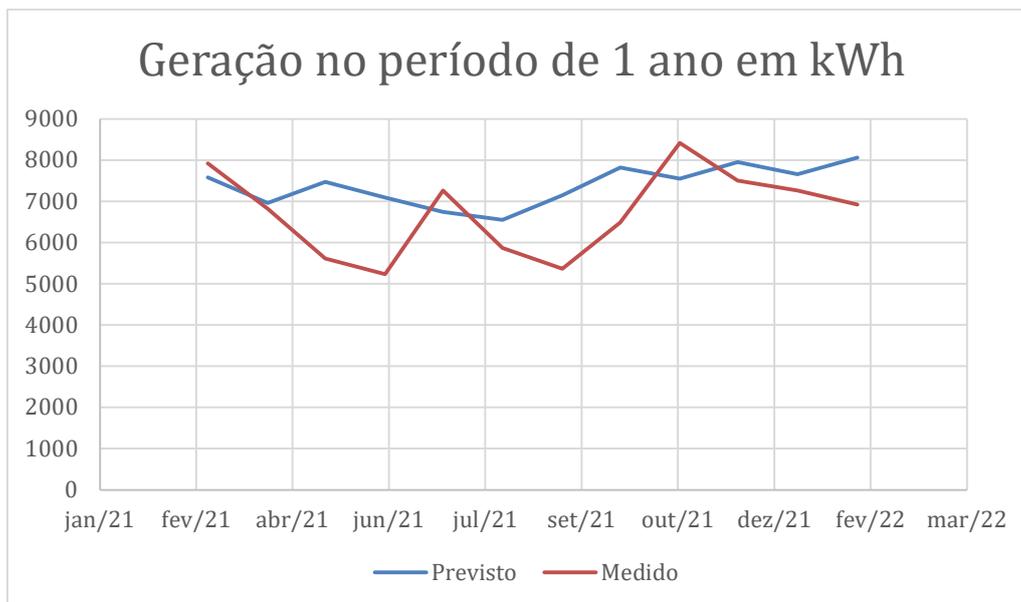
Como a geração de energia da usina se iniciou em março de 2021, o registro dela será tomado de março de 2021 a fevereiro de 2022.



**Figura 2.** Geração de energia durante o período de um ano.

A figura 2 mostra a geração de energia, em kWh, no período de um ano, ou seja, de março de 2021 a fevereiro de 2022. Março de 2021 foi o início de funcionamento da usina, durante o mês completo.

O gráfico da figura 3 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 abaixo da prevista. Ao longo de um ano, no período de março de 2021 a fevereiro de 2022, a energia gerada foi de 80.680,07 kWh, enquanto que a prevista foi de 88.590,39 kWh.



**Figura 3.** Comparação entre as gerações de energia prevista e a medida.

### 3.6.3. Condicionamento ambiental

Foram adotadas as seguintes opções para determinação das economias:

Consumo de energia: Opção B – Medição isolada de todos os parâmetros

RDP: Opção B – Medição isolada de todos os parâmetros

Ambas de acordo com o Volume I do PIMVP, EVO 10000-1:2012. Estas Opções se justificam porque a determinação das economias será feita a curto prazo, no âmbito de cada projeto, para ser viável economicamente. A extrapolação destas economias para o longo prazo será feita através de estudos específicos. O processo terá a seguinte definição de parâmetros:

Energia – foi medida por registrador, com memória de massa em intervalos horários, durante 7 dias antes da troca e 7 dias depois, em amostra dos circuitos de alimentação dos Chilers, para a energia, e a temperatura externa na Estação mais próxima.

Demanda – foi considerada igual à potência média medida no horário de ponta. A demanda do conjunto dos aparelhos será a soma das potências médias.

Variáveis independentes: obtido por meio da Estação do INMET mais próxima à unidade consumidora(UC). Foi considerado apenas para a Energia, visto a aceitável correlação entre estas grandezas. Foi obtida através da diferença entre a temperatura externa e temperatura de conforto (22°C).

Como trata-se de uma UC com cunho educacional e científico, o tempo de utilização é regido pelo regime de funcionamento escolar que no período avaliado foi de 203 dias/ano.

**TABELA 15– Consumo de energia elétrica e a demanda de ponta realizadas no período de linha de base.**

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL ANTES				
		Condicionamento Ambiental 1	Condicionamento Ambiental 2	TOTAL
1	Tipo de Equipamento	Chiller 20 TR	Chiller 20 TR	
4	Quantidade	2	1	3
6	Potência Média Utilizada (kW)	46,90	23,92	70,82
	Energia Consumida (kW/dia)	403,44	389,03	792,47
7	Funcionamento(dias)	203	203	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	163,80	78,97	242,77
10	Demanda média na ponta(kW)	46,90	23,92	70,82

**TABELA 16– Consumo de energia elétrica e a demanda de ponta realizadas no período de linha de determinação.**

<b>CONDICIONAMENTO AMBIENTAL PROPOSTO</b>				
		<b>Condicionamento Ambiental 1</b>	<b>Condicionamento Ambiental 2</b>	<b>TOTAL</b>
1	Tipo de Equipamento	Chiller Splitão Inverter 20 TR	Chiller Splitão Fixo 15 TR	
4	Quantidade	2	1	3
6	Potência Média Utilizada (kW)	23,58	10,88	34,46
	Energia Consumida (kW/dia)	190,92	143,52	334,44
7	Funcionamento(dias)	203	203	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	77,52	29,13	106,65
10	Demanda média na ponta(kW)	23,58	10,88	34,46

**TABELA 17– Energia economizada prevista e redução prevista de demanda na ponta**

	<b>Condicionamento Ambiental 1</b>	<b>Condicionamento Ambiental 2</b>	<b>TOTAL</b>
Redução de Demanda na Ponta(kW)	23,32	13,04	36,36
Redução de Demanda na Ponta(%)	49,72	45,48	51,34
Energia Economizada(MW/ano)	86,28	49,84	136,12
Energia Economizada(%)	52,67	63,11	56,07

Com a instalação dos novos equipamentos mais eficientes, para o condicionamento ambiental, houve uma diminuição do consumo de energia de 136,12 MWh/ano e de redução de demanda na ponta de 36,36 kW. A tabela 17 mostra esses valores e também a economia porcentual para cada equipamento em relação ao consumo antes da substituição.

### 3.6.4. Cálculo da relação custo benefício (RCB) realizada

Para o cálculo do RCB realizado serão consideradas na determinação dos custos os mesmos valores já determinados no item 3.5.4. Para a determinação dos benefícios serão considerados os valores a partir das medições realizadas, ou seja, a energia economizada de 390,66 MWh/ano, para a iluminação, de 80,68 MWh/ano, para a geração e de 136,12 MWh/ano, para o condicionamento ambiental. Para a redução da demanda na ponta foram considerados 119,57 kW, para a iluminação e 36,36 kW, para o condicionamento ambiental. No caso da geração não se considera a redução da demanda de ponta, pois as fotovoltaicas não geram no período noturno. Seja, então, a tabela 18 atualizada com estes valores.

**TABELA 18– Cálculo da relação custo benefício realizada**

	<b>ILUMINAÇÃO</b>	<b>FOTOVOLTAICA</b>	<b>COND. AMBIENTAL</b>	<b>PROJETO</b>
EE(MWh/ano)	390,66	80,68	136,12	607,46
RDP(kW)	119,57	0	36,36	155,93
CEE(R\$/MWh)	429,20	429,20	429,20	429,20
CED(R\$/kW)	462,87	462,87	462,87	462,87
CAT(R\$)	54.901,41	62.661,52	68.885,35	186.448,28
BAT(R\$)	223.016,64	34.627,86	75.252,66	332.897,16
RCB	0,25	1,81	0,92	0,56

Portanto, a relação custo benefício obtida para o projeto foi de 0,56.

### 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 597,42 MWh/ano o realizado foi de 607,46 MWh/ano o que representa um erro de avaliação de 1,68%. Para a redução da demanda na ponta o previsto foi de 165,53 kW, enquanto que o realizado foi de 155,63 o que representa um erro de avaliação de 5,8%.

#### 4- DETALHAMENTO FÍSICO DO PROJETO

Para o detalhamento físico do projeto, as metas foram divididas em nove fases, como mostra a tabela 19.

**Tabela 19-Detalhamento físico do projeto.**

<b>Objetivo/Meta</b>	<b>Medida prevista</b>	<b>Medida obtida</b>	<b>Prazo planejado</b>	<b>Prazo realizado</b>
1.Medidas e Verificação inicial.	Medir potência das luminárias a trocar	Mediu potência das luminárias e trocou	02/02/2020 a 04/03/2020	03/04/2020 a 31/03/2020
2.Aquisição das luminárias	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	01/03/2020 a 03/03/2020	18/07/2020 a 22/07/2020
3.Instalação das luminárias	Instalar luminárias	Instalou luminárias	01/05/2020 a 10/06/2020	03/08/2020 a 18/08/2020
4.Aquisição das fotovoltaicas	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	01/04/2020	25/07/2020
5.Instalação das fotovoltaicas	Instalar placas e inversor	Instalou placas e o inversor	01/06/2020 a 17/07/2020	04/01/2021 a 25/02/2021
6.Aquisição dos cond. ambiental	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	01/04/2020	08/05/2020
7.Instalação dos cond. ambiental	Instalar placas e inversor	Instalou placas e o inversor	01/09/2020 a 16/10/2020	09/11/2020 a 18/12/2020
8.Descartes de materiais	Transferir material para empresa	Transferiu material para a empresa Vitalis	14/10/2020	19/01/2021
9.Medidas e verificação final	Medir potência das luminárias trocadas	Mediu potência das luminárias trocadas	19/10/2020 a 23/10/2020	25/01/2021 a 28/01/2021

#### 5- DETALHAMENTO FINANCEIRO DO PROJETO

Para apresentar o detalhamento financeiro do projeto, ele foi dividido em sete etapas, como mostra a tabela 20. Nesta tabela consta além dos valores repassados à FAI pela CPFL, ou seja, R\$ 1.317.724,32, constam também R\$ 140,22 como rendimentos de aplicações financeiras, empréstimos no valor de R\$ 1.325,00 e valores liberados pela FAI para pagamento de serviços de terceiros no valor de R\$ 16.229,12, totalizando R\$ 1.335.418,66. Como custo previsto no descartes de materiais constava o valor de R\$ 7.883,53, que não foi repassado para FAI. Este valor foi a contrapartida da Vitalis.

**Tabela 20- Detalhamento financeiro do projeto.**

<b>Etapa do projeto</b>	<b>Período previsto</b>	<b>Custos previstos R\$</b>	<b>Período realizado</b>	<b>Recursos aplicados R\$</b>
1.Medição e Verificação Inicial	02/02/2020 a 04/03/2020	34.100,00	03/04/2020 a 31/03/2020	19.394,85
2.Substituição das luminárias	01/05/2020 a 10/06/2020	314.508,49	03/08/2020 a 18/08/2020	438.742,02
3.Instalação da usina fotovoltaica	01/06/2020 a 17/07/2020	473.118,15	04/01/2021 a 25/02/2021	446.663,53
4. Instalação dos cond. ambiental	01/09/2020 a 16/10/2020	417.397,68	09/11/2020 a 18/12/2020	367.613,41
5.Descartes de materiais	14/10/2020	7.883,53	19/01/2021	
6.Capacitação	19/10/20 a 23/10/2020	44.500,00	18/01/2021 a 22/01/2021	43.610,00
7.Medição e verificação final	19/10/2020 a 23/10/2020	34.100,00	25/01/2021 a 28/01/2021	19.394,85
TOTAL		1.325.607,85		1.335.418,66

## **6. DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES**

Durante a execução do projeto pode-se dizer que não houve dificuldades.

As figuras 4 a 6 apresentam fotos, mostrando alguns benefícios relativos à iluminação, enquanto que as figuras de 7 a 8 mostram o posicionamento dos Chillers.

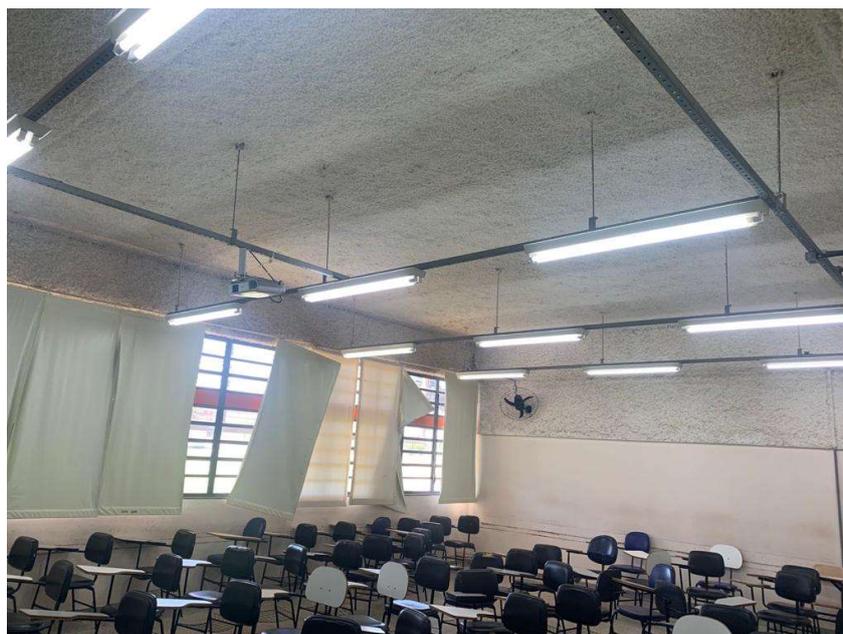


Figura 4- Iluminação de uma sala de aula depois da substituição.



Figura 5- Iluminação interna depois da substituição.

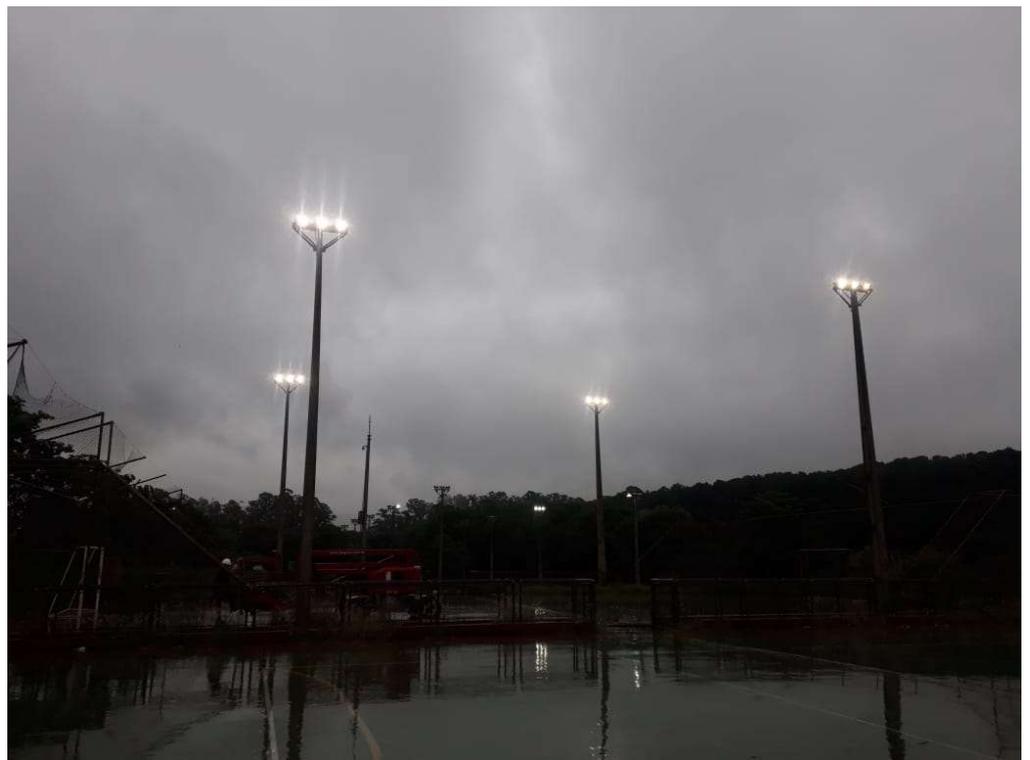


Figura 6- Projetores Quadra depois da substituição.



Figura 7 – Chiller instalado.



Figura 8 – Chillers instalados.

## 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 descrito<sup>2</sup>:

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

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

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

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

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:

<i>C<sub>1</sub></i>	Custo unitário da demanda no horário de ponta.	R\$/kW.mês	26,74
<i>C<sub>2</sub></i>	Custo unitário da demanda no horário fora de ponta.	R\$/kW.mês	10,35
<i>C<sub>p</sub></i>	Custo unitário da energia no horário de ponta na bandeira verde.	R\$/MWh	512,53
<i>C<sub>fp</sub></i>	Custo unitário da energia no horário fora de ponta na bandeira verde.	R\$/MWh	338,97
<i>LP</i>	Constante de perda de demanda no posto fora de ponta, considerando 1kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,5929
<i>LE1</i>	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,4014
<i>LE2</i>	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,2810
<i>LE3</i>	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	2,6326
<i>LE4</i>	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	1,8590
<i>LEp</i>	Constante de perda de energia no posto de ponta considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.	1	0,3512

<i>LEfp</i>	Constante de perda de energia no posto de fora de ponta considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta.	1	2,3103
<i>CEE</i>	Custo Unitário Evitado de Energia sob a ótica do Sistema elétrico.	R\$/MWh	361,87
<i>CED</i>	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)		0,72%
	COFINS (média dos últimos 12 meses)		3,31%
<i>TE</i>	Tarifa de Energia na ponta, Bandeira Verde, Resolução Homologatória 2570/2019	R\$/MWh	263,30
<i>TUSD</i>	Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição, Resolução Homologatória 2570/2019	R\$/MWh	72,25
<i>CEEoc</i>	Custo Unitário Evitado de Energia sob a ótica do Consumidor.	R\$/MWh	429,20
<i>CEDoc</i>	Custo Unitário Evitado de Demanda sob a ótica do Consumidor.	R\$/kW-ano	462,87

## 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.
3. **EVO - EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION**. Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance - Conceitos e Opções para a Determinação de Economias de Energia e de Água - vol. 1 - EVO 10000 - 1:2012 (Br). Sofia: EVO, 2012.

Assinatura

São Carlos, 16 de janeiro de 2024



**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** 2/2024/SPDI/R  
**PROCESSO Nº** 23112.107122/2019-82  
**INTERESSADO:** GABINETE DA REITORIA, CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO  
**ASSUNTO:** Parecer sobre relatório final do PRODIN

Prezada Reitora;

Em relação ao relatório do Projeto de Desenvolvimento Institucional "Eficientização do parque de iluminação e instalação de usina solar fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos - campus São Carlos-SP (Fase II -área sul) observo os seguintes resultados:

- O Projeto substituiu 5.500 lâmpadas fluorescentes tubulares e 158 lâmpadas de vapor de sódio de usos externos
- O Projeto instalou uma usina solar fotovoltaica de 59,94 kWp.
- Foram substituídos 3 chillers com capacidade de 20 TR por 2 com capacidade de 20 TR e 1 com capacidade de 15 TR

Dessa forma, os resultados previstos praticamente se confirmaram; obteve-se uma economia de energia elétrica de 390,66 MWh/ano, para uma previsão de 408,38 MWh/ano e uma redução de demanda de ponta de 119,57 kW para uma previsão de 125,19 kW

Em função das questões salientadas acima, sou favorável à aprovação do relatório e o encaminhamento para análise e providências do Conselho de Administração;

Atenciosamente;

**Pedro Carlos Oprime**

**Secretário-Geral de Planejamento e Desenvolvimento Institucionais**



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Carlos Oprime**,



**Secretário(a) Geral**, em 21/02/2024, às 08:43, 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 **1363288** e o código CRC **5B73C968**.

---

**Referência:** Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.107122/2019-82

SEI nº 1363288

*Modelo de Documento: Parecer, versão de 02/Agosto/2019*