



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - DEMa/CCET

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

Telefone: (16) 33518244 - <http://www.ufscar.br>

Ofício nº 62/2022/DEMa/CCET

São Carlos, 07 de fevereiro de 2022.

Para: Prof. Dr. Pedro Carlos Oprime
Secretaria Geral de Planejamento e Desenvolvimento Institucionais-SPDI

Assunto: Relatório de Eficientização do parque de iluminação e instalação de usina solar fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos - campus Araras

Prezado Senhor

Encaminho, em anexo, relatório referente ao projeto PRODIN N. 10.661 - Eficientização do parque de iluminação e instalação de usina solar fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos-Câmpus de Araras.

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

Atenciosamente,

Prof. Dr. Walter Libardi
Coordenador do Projeto PRODIN 10.661



Documento assinado eletronicamente por **Walter Libardi, Docente**, em 07/02/2022, às 16:30, 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 **0595440** e o código CRC **B0916131**.

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

SEI nº 0595440

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



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 solar fotovoltaica na Universidade Federal de São Carlos-campus Araras

SUMÁRIO

1. DADOS DO PROJETO

2. DADOS DO PROPONENTE

3. DESCRIÇÃO DO PROJETO

4. OBJETIVOS DO PROJETO

5. PRINCIPAIS METAS E RESULTADOS ESPERADOS

5.1. Iluminação

5.2. Geração de energia

5.3. Cálculo previsto da relação custo benefício (RCB)

6. RESULTADOS OBTIDOS

6.1. Iluminação

6.2. geração de energia

6.3. Cálculo da relação custo benefício (RCB) realizada

7. JUSTIFICATIVAS AOS RESULTADOS ANTERIORMENTE ENUMERADOS E QUE NÃO ATINGIRAM AS METAS ESTABELECIDAS

8. DETALHAMENTO FÍSICO DO PROJETO

9. DETALHAMENTO FINANCEIRO DO PROJETO

10. DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES

ANEXO I – REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO II- CÁLCULO DOS CUSTOS EVITADOS DE ENERGIA E DEMANDA

RESUMO

O projeto tratou de propor; 1) a substituição de 5547 lâmpadas tubulares, fluorescentes compactas e de vapor de sódio de usos internos e externos (salas de aula, corredores, laboratórios, administração, salas de professores, ruas, estacionamentos e praças) por luminárias de tecnologia LED, 2) Instalar duas usinas solar fotovoltaica com capacidade de 38,4 kWp cada. Durante a execução do projeto houve mudanças, tanto no item 1, quanto no item 2. No item 1, em vez de substituir 5.547 lâmpadas, foram substituídas 4.440. No item 2, em vez de instalar duas usinas de 38,4 kWp, foram instaladas uma usina de 40,20 kWp e uma outra de 26,8 kWp. Por causa destas mudanças houve uma redução do custo total do projeto. Antes ele estava orçado em R\$ 1.134.839,87 com as mudanças o orçamento passou a R\$ 936.261,68. Com este novo orçamento, a previsão de economia, considerando tanto das luminárias como das gerações de energia das duas usinas, passou para 377,50 MWh/ano e uma redução de demanda de ponta de 89,30 kW. O RCB previsto ficou em 0,42. Com relação a substituição das lâmpadas e a instalação das duas usinas, obteve-se uma economia de energia elétrica de 372,85 MWh/ano e uma redução de demanda de ponta de 89,68 kW. O RCB realizado ficou em 0,42. Assim, os erros de avaliações foram; para a energia economizada de 1,23%, para a redução de demanda na ponta de 0,43% e para o RCB de 0,00%.

1-DADOS DO PROJETO

Data de início da execução	01/04/2018
Data prevista de término	31/12/2019
Número do Processo	PRODIN 10.661
Valor aprovado para o projeto	R\$ 1.134.871,45
Data da aprovação no conselho da unidade	Não se aplica
Data de aprovação no CoAd	43a. Reunião Ordinária em 01/12/2017

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-DESCRIÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Eficientização da UFSCAR Araras foi submetido à ELEKTRO Redes S.A. por meio da Chamada Pública de Projetos - CPP 002/2017, obtendo classificação/aprovação em 5º lugar mediante alcance de 51,60 pontos.



FIGURA 1: PÓRTICO DO CAMPUS DE ARARAS.

Distante cerca de 170 km da capital do Estado de São Paulo, na Rodovia Anhanguera, km 174, está localizado o **Campus Araras da UFSCAR**, que possui 243 hectares, sendo quase 50 mil m² em áreas construídas. Neste Campus está o Centro de Ciências Agrárias (CCA), no qual existem seis cursos de graduação: Engenharia Agrônômica; Bacharelado em Biotecnologia; Bacharelado em Agroecologia; Licenciatura em Física; Licenciatura em Ciências Biológicas; e Licenciatura em Química; quatro programas de pós-graduação: Agricultura e Ambiente; Agroecologia e Desenvolvimento Rural; Produção Vegetal e Bioprocessos Associados; Educação em Ciências e Matemática; além de cursos de especialização lato sensu, a exemplo do Gestão de Tecnologia Industrial Sucoenergética.

No total, a infraestrutura do Campus possui Laboratórios divididos entre ensino e pesquisa, Salas de Aula, Biblioteca, Ambulatório, Anfiteatro, Quadra, Núcleo de Esportes Aquáticos, Restaurante Universitário e Lanchonete. Cerca de **175** servidores públicos federais, entre docentes e técnico-administrativos,

trabalham para que, aproximadamente, **1.000** alunos cursem graduação presencial no Campus Araras da UFSCar.

4-OBJETIVOS DO PROJETO

Os objetivos do projeto de eficiência energética objeto deste relatório foi realizar a efficientização dos sistemas de iluminação interno e externo e, também, de instalar Usinas Fotovoltaicas - UFV, na Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, localizada no município de Araras/SP.

A Ação de Eficiência Energética - AEE para o sistema de iluminação compreendeu o descarte de **4.440** lâmpadas entre Fluorescentes Compactas/Tubulares, HID's (Vapor de Sódio/Metálico) e respectivos Reatores Eletrônicos/Eletromagnético, em favor da instalação de lâmpadas/luminárias LED energeticamente mais eficientes e duráveis, as quais oferecem as potências mínimas necessárias para o alcance dos níveis de Iluminação determinados pela Normatização vigente.

Para fontes incentivadas, consistiu na geração local de energia elétrica por meio de **duas** UFVs com capacidade instalada de, respectivamente, **40,20kWp** e **26,80kWp**, a fim de permitir a produção do insumo para autoconsumo, potencializando os ganhos energéticos oriundos do projeto.

5-PRINCIPAIS METAS E RESULTADOS ESPERADOS

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

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 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 previsto.

SISTEMA	LÂMPADA EXISTENTE	LÂMPADA PROPOSTA	QUANTIDADE	HORAS/ANO DE FUNCIONAMENTO	
1	INTERNA 1	INCANDESCENTE 60W	LED BULBO 8W	18	802,56
2	INTERNA 2	INCANDESCENTE 60W	LED BULBO 8W	57	2.434,08
3	INTERNA 3	FLUORESCENTE COMP. 20W	LED BULBO 8W	17	182,16
4	INTERNA 4	FLUORESCENTE COMP. 20W	LED BULBO 8W	148	802,56
5	INTERNA 5	FLUORESCENTE COMP. 20W	LED BULBO 8W	861	2.434,08
6	INTERNA 6	FLUORESCENTE TUBUL. 20W	LED TUBULAR 9W	85	802,56
7	INTERNA 7	FLUORESCENTE TUBUL. 20W	LED TUBULAR 9W	1130	2.434,08
8	INTERNA 8	FLUORESCENTE TUBUL. 40W	LED TUBULAR 18W	50	182,16
9	INTERNA 9	FLUORESCENTE TUBUL. 40W	LED TUBULAR 18W	162	802,56

10	INTERNA 10	FLUORESCENTE TUBUL. 40W	LED TUBULAR 18W	1946	2.434,08
11	INTERNA 11	FLUORESCENTE TUBUL. HO 110W	LED TUBULAR HO 36W	84	802,56
12	INTERNA 12	FLUORESCENTE TUBUL. HO 110W	LED TUBULAR HO 36W	622	2.434,08
13	INTERNA 13	PROJETOR 50W	PROJETOR LED 38W	9	802,56
14	INTERNA 14	PROJETOR 50W	PROJETOR LED 38W	26	2.434,08
15	INTERNA 15	PROJETOR 250W	PROJETOR LED 100W	22	2.434,08
16	EXTERNA 1	IP 250W	IP LED 50W	43	4.204,80
17	EXTERNA 2	IP 250W	IP LED 100W	98	4.204,80
18	EXTERNA 3	IP 400W	IP LED 100W	16	4.204,80
19	EXTERNA 4	REFLETOR 400W	LED BATTEN 81W	131	802,56
20	EXTERNA 5	PROJETOR 85W	PROJETOR LED 38W	22	4.204,80

Entre o inventário e a execução do projeto houve alterações de alguns tipos de lâmpadas em alguns ambientes. Um exemplo foi a redução de lâmpadas tubulares HO, que pelo fato de serem muito longas são de difícil manutenção. Estas foram substituídas por lâmpadas tubulares menores, o que reduziu a quantidade. Como o projeto foi aprovado em chamada pública em 2017 não poderíamos aumentar a quantidade e remanejar. Por este motivo houve redução da quantidade de luminárias de 5547 para 4440. A tabela 2 apresenta a quantidade de lâmpada existente e proposta para cada sistema realizado com as alterações e, também o número de horas de funcionamento ao longo de um ano para cada sistema.

TABELA 2-Quantidade de lâmpada existente e proposta para cada sistema realizado.

SISTEMA	LÂMPADA EXISTENTE	LÂMPADA PROPOSTA	QUANT.	HORAS/ANO DE FUNCIONAM.	
1	INTERNA 1	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 15W	BULBO LED E-27 PROCEL 8W	70	531,65
2	INTERNA 2	TUBO FLUORESCENTE 600mm 20W	TUBO LED 600mm PROCEL 9W	14	531,65
3	INTERNA 3	TUBO FLUORESCENTE 1200mm 40W	TUBO LED 1200mm PROCEL 18W	192	531,65
4	INTERNA 4	TUBO FLUORESCENTE 2400mm 110W	TUBO LED 2400mm INMETRO 40W	95	531,65
5	INTERNA 5	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 15W	BULBO LED E-27 PROCEL 8W	180	1.193,50
6	INTERNA 6	TUBO FLUORESCENTE 600mm 20W	TUBO LED 600mm PROCEL 9W	4	1.193,50
7	INTERNA 7	TUBO FLUORESCENTE 1200mm 40W	TUBO LED 1200mm PROCEL 18W	162	1.193,50
8	INTERNA 8	TUBO FLUORESCENTE 2400mm 110W	TUBO LED 2400mm INMETRO 40W	48	1.193,50
9	INTERNA 9	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 15W	BULBO LED E-27 PROCEL 8W	92	1.508,15
10	INTERNA 10	TUBO FLUORESCENTE 600mm 20W	TUBO LED 600mm PROCEL 9W	16	1.508,15
11	INTERNA 11	TUBO FLUORESCENTE 1200mm 40W	TUBO LED 1200mm PROCEL 18W	392	1.508,15
12	INTERNA 12	TUBO FLUORESCENTE 2400mm 110W	TUBO LED 2400mm INMETRO 40W	47	1.508,15
13	INTERNA 13	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 15W	BULBO LED E-27 PROCEL 8W	150	2.159,15
14	INTERNA 14	TUBO FLUORESCENTE 600mm 20W	TUBO LED 600mm PROCEL 9W	864	2.159,15
15	INTERNA 15	TUBO FLUORESCENTE 1200mm 40W	TUBO LED 1200mm PROCEL 18W	1.340	2.159,15
16	INTERNA 16	TUBO FLUORESCENTE 2400mm 110W	TUBO LED 2400mm INMETRO 40W	250	2.159,15
17	INTERNA 17	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 15W	BULBO LED E-27 PROCEL 8W	66	1.139,25

18	INTERNA 18	TUBO FLUORESCENTE 600mm 20W	TUBO LED 600mm PROCEL 9W	60	1.139,25
19	INTERNA 19	TUBO FLUORESCENTE 1200mm 40W	TUBO LED 1200mm PROCEL 18W	31	1.139,25
20	INTERNA 20	HID SÓDIO 250W	LUMINÁRIA LED 1200mm 81W	131	1.193,50
21	EXTERNA 1	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 60W	PROJETOR LED 38W	35	4.350,80
22	EXTERNA 2	COMPACTA FLUORESCENTE E-27 75W	PROJETOR LED 50W	22	4.350,80
23	EXTERNA 3	HID SÓDIO 250W	PROJETOR LED 113W	22	4.350,80
24	EXTERNA 4	HID SÓDIO 100W	IP LED 50W	43	4.350,80
25	EXTERNA 5	HID SÓDIO 250W	IP LED 100W	114	4.350,80

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 3 mostra o consumo de energia elétrica existente (antes da substituição) e a demanda de ponta. Para o cálculo da demanda foi utilizado o Fator de Coincidência de Ponta-FCP. Para a determinação do FCP foram levados em consideração os dias úteis referentes aos doze meses de 2017. Os cálculos pertinentes respeitaram, então, o equacionamento a seguir, que compreende a ocorrência de 250 dias úteis. Seja, então, a equação 1:

$$FCP = \frac{nm.nd.nup}{250} \quad (1)$$

Onde: nd é o número de dias (≤ 22 dias)
nm é o número de meses (≤ 12 meses)
nup é o número de horas (≤ 3 horas)

TABELA 3 – Consumo previsto de energia elétrica e a demanda na ponta antes da substituição, para a iluminação.

SISTEMAS	QUANT.	POTÊNCIA (W)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	FUNCIN. HORAS/ANO (h/ano)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh/ano)	FCP (hora/dia)	DEMANDA NA PONTA (kW)
INTERNA 1	70	15	1,05	531,85	558,44	0,2814	0,30
INTERNA 2	14	20	0,28	531,85	148,92	0,2814	0,08
INTERNA 3	192	40	7,68	531,85	4.084,61	0,2814	2,16
INTERNA 4	95	110	10,45	531,85	5.557,83	0,2814	2,94
INTERNA 5	180	15	2,70	1.193,50	3.222,45	0,6700	1,81
INTERNA 6	4	20	0,08	1.193,50	95,48	0,6700	0,05
INTERNA 7	162	40	6,48	1.193,50	7.733,88	0,6700	4,34
INTERNA 8	48	110	5,28	1.193,50	6.301,68	0,6700	3,54
INTERNA 9	92	15	1,38	1.508,15	2.081,25	0,6030	0,83
INTERNA 10	16	20	0,32	1.508,15	482,61	0,6030	0,19
INTERNA 11	392	40	15,68	1.508,15	23.647,79	0,6030	9,46
INTERNA 12	47	110	5,17	1.508,15	7.797,14	0,6030	3,12
INTERNA 13	150	15	2,25	2.159,15	4.858,09	0,6834	1,54
INTERNA 14	864	20	17,28	2.159,15	37.310,11	0,6834	11,81
INTERNA 15	1340	40	53,60	2.159,15	115.730,44	0,6834	36,63
INTERNA 16	250	110	27,50	2.159,15	59.376,63	0,6834	18,79
INTERNA 17	66	15	0,99	1.139,25	1.127,86	0,3618	0,36
INTERNA 18	60	20	1,20	1.139,25	1.367,10	0,3618	0,43
INTERNA 19	31	40	1,24	1.139,25	1.412,67	0,3618	0,45
INTERNA 20	131	250	32,75	1.193,50	39.087,13	0,6700	21,94
EXTERNA 1	35	60	2,10	4.350,80	9.136,68	0,7667	1,61

EXTERNA 2	22	75	1,65	4.350,80	7.178,82	0,7667	1,27
EXTERNA 3	22	250	5,50	4.350,80	23.929,40	0,7667	4,22
EXTERNA 4	43	100	4,30	4.350,80	18.708,44	0,7667	3,30
EXTERNA 5	114	250	28,50	4.350,80	123.997,80	0,7667	21,85
TOTAL	4.440	1.800	235,41	47.935,85	504.933,25		153,01

A tabela 4 mostra o consumo de energia elétrica e a demanda de ponta para o sistema proposto.

TABELA 4 – Consumo previsto de energia elétrica e a demanda na ponta para o sistema proposto, para a iluminação.

SISTEMAS	QUANT.	POTÊNCIA (W)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	FUNCIN. HORAS/ANO (h/ano)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh/ano)	FCP (hora/dia)	DEMANDA NA PONTA (kW)
INTERNA 1	70	8	0,56	531,85	297,84	0,2814	0,16
INTERNA 2	14	9	0,13	531,85	67,01	0,2814	0,04
INTERNA 3	192	18	3,46	531,85	1.838,07	0,2814	0,97
INTERNA 4	95	40	3,80	531,85	2.021,03	0,2814	1,07
INTERNA 5	180	8	1,44	1.193,50	1.718,64	0,6700	0,96
INTERNA 6	4	9	0,04	1.193,50	0,043	0,6700	0,03
INTERNA 7	162	18	2,92	1.193,50	3.480,25	0,6700	1,96
INTERNA 8	48	40	1,92	1.193,50	2.291,52	0,6700	1,29
INTERNA 9	92	8	0,74	1.508,15	1.110,00	0,6030	0,45
INTERNA 10	16	9	0,14	1.508,15	217,17	0,6030	0,08
INTERNA 11	392	18	7,06	1.508,15	10.641,51	0,6030	4,26
INTERNA 12	47	40	1,88	1.508,15	2.835,32	0,6030	1,13
INTERNA 13	150	8	1,20	2.159,15	2.590,98	0,6834	0,82
INTERNA 14	864	9	7,78	2.159,15	16.789,55	0,6834	5,32
INTERNA 15	1340	18	24,12	2.159,15	52.078,70	0,6834	16,48
INTERNA 16	250	40	10,00	2.159,15	21.591,50	0,6834	6,83
INTERNA 17	66	8	0,53	1.139,25	601,52	0,3618	0,19
INTERNA 18	60	9	0,54	1.139,25	615,20	0,3618	0,20
INTERNA 19	31	18	0,56	1.139,25	635,70	0,3618	0,20
INTERNA 20	131	81	10,61	1.193,50	12.664,23	0,6700	7,11
EXTERNA 1	35	38	1,33	4.350,80	5.786,56	0,7667	1,02
EXTERNA 2	22	50	1,10	4.350,80	4.785,88	0,7667	0,84
EXTERNA 3	22	113	2,49	4.350,80	10.816,09	0,7667	1,91
EXTERNA 4	43	50	2,15	4.350,80	9.354,22	0,7667	1,65
EXTERNA 5	114	100	11,40	4.350,80	49.599,12	0,7667	8,74
TOTAL	4.440	767	97,9	47.935,85	214.427,65		63,71

TABELA 5 – Energia economizada prevista e redução prevista de demanda na ponta, para a iluminação.

RESULTADOS ESPERADOS			
	Antes da substituição	Sistema Proposto	TOTAL
Energia Economizada (MWh/ano)	504,93	214,43	290,50
Energia Economizada (%)	-	-	57,19
Redução de Demanda na Ponta (kW)	153,01	63,71	89,30
Redução de Demanda na Ponta (%)	-	-	58,36

Portanto, a tabela 5 com a substituição de 4440 lâmpadas de uso interno e uso externo (ambientes externos, estacionamentos e praças), observa-se as metas a serem alcançadas, ou seja, a redução no consumo de energia elétrica de 290,50 MWh/ano e uma redução de 89,30 kW de demanda na ponta.

5.2. Geração de energia

A ação de eficiência energética através da geração de energia elétrica foi realizada pela instalação e operação de duas usinas fotovoltaicas, UFV1 e UFV2 com capacidades de 40,20 kWp e 26,80 kWp, respectivamente. 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 2 mostra a geração simulada em cada mês, para o sistema instalado da usina UFV1(40,20 kWp), ao longo de um ano, enquanto que a figura 3 mostra a geração do sistema instalado UFV2(26,80 kWp), para o mesmo período.

A geração mensal média da usina UFV1 foi de 4,35 MWh com uma geração anual de energia prevista de 52,20 MWh, enquanto que para a UFV2 a média mensal foi de 2,87 MWh e a geração anual de 34,80 MWh, totalizando para as duas usinas 87,00 MWh de geração de energia.

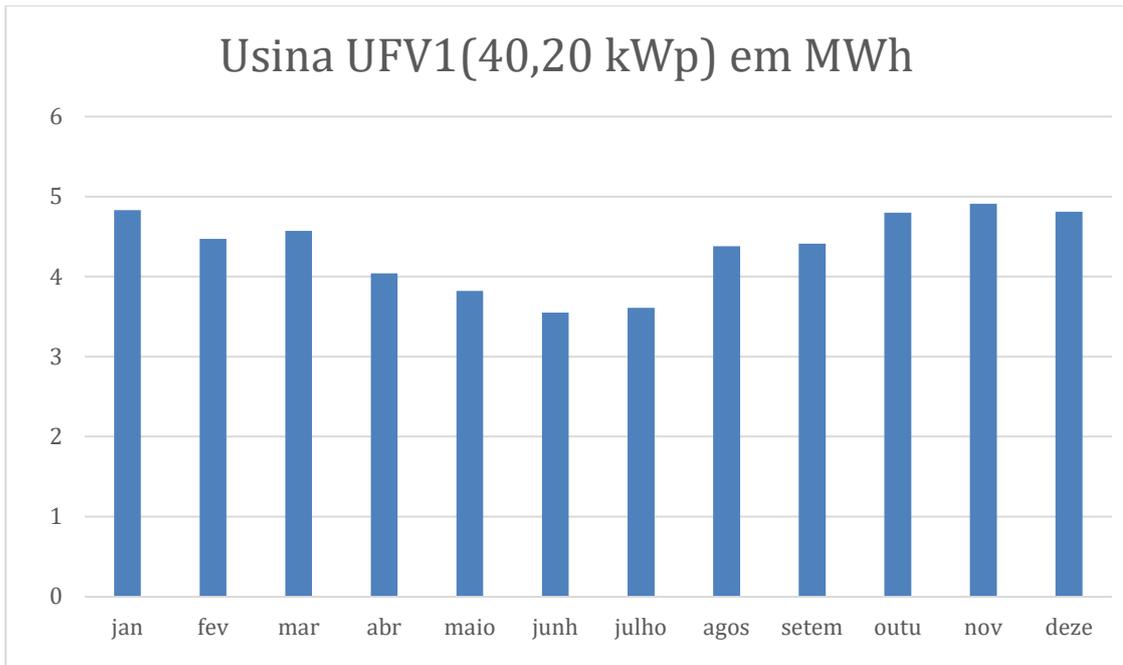


Figura 2. Previsão de geração de energia no período de um ano para a usina UFV1(40,20 kWp).

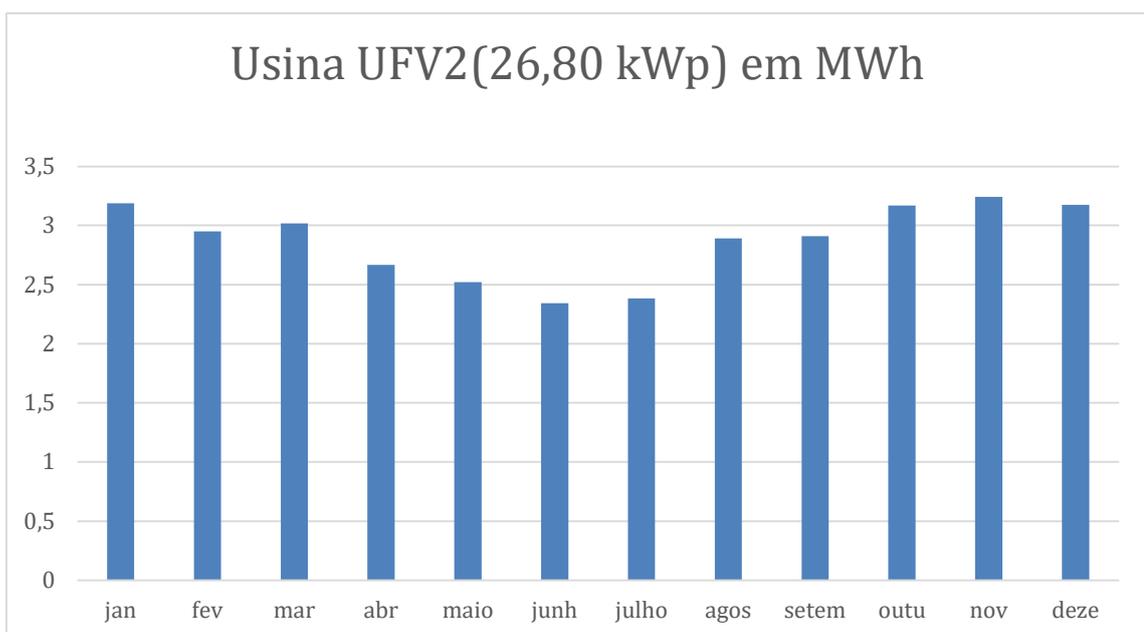


Figura 3. Previsão de geração de energia no período de um ano para a usina UFV2(26,80 kWp)

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:

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (2)$$

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:

$$CA_T = \sum_n CA_n \quad (3)$$

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

$$CA_n = CE_n \cdot \frac{CT}{CE_T} \cdot FRC_u \quad (4)$$

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:

$$FRC_u = \frac{i(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} \quad (5)$$

onde: i é a taxa de desconto considerada

Para o benefício anualizado, tem-se:

$$BA_T = (EE \cdot CEE) + (RDP \cdot CED) \quad (6)$$

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. O valor total do projeto foi orçado, inicialmente em R\$ 1.134.871,45, mas por questões de adaptação de algumas luminárias houve redução do valor do projeto. Assim, o valor total do PEE foi de R\$ 936.261,68.

TABELA 6 – Custos por categoria contábil

TIPOS DE CUSTOS	CUSTOS (R\$)	PORCENTAGEM(%)
Materiais/Equipamento	611.464,86	65,31
Materiais ELEKTRON	65.345,38	6,98
Mão de obra própria	39.726,05	4,24
Mão de obra de terceiros	191.216,57	20,42
Descarte de materiais	3.887,16	0,42
Medição & Verificação	23.680,00	2,53
Transporte	941,66	0,10
TOTAL	936.261,68	100

A tabela 6 apresenta os custos do projeto por categoria contábil, sendo que os valores da mão de obra própria (R\$ 39.726,05) e materiais ELEKTRON (R\$ 65.345,38) que totalizam R\$ 105.071,43 não foram repassados para a FAI. Assim, os valores repassados para a FAI foram R\$ 831.118,97. O projeto, ainda, contou com rendimento financeiro no valor de R\$ 71,28, gerando créditos para a FAI de R\$ 831.190,25. Assim, os créditos da FAI mais os recursos de mão de obra própria e materiais ELEKTRON totalizam R\$ 936.261,68, que corresponde ao custo total do projeto.

Já a tabela 7 apresenta os recursos aplicados em materiais e equipamentos. Os materiais e equipamentos foram divididos, dependendo da vida útil.

TABELA 7 – Recursos aplicados em materiais e equipamentos

TIPO DE EQUIPAMENTO	VIDA ÚTIL (ANOS)	ILUMINAÇÃO (R\$)	FONTE INCENTIVADA UFV1(R\$)	FONTE INCENTIVADA UFV2(R\$)	RECURSOS APLICADOS (R\$)
Itens 1 a 19,	10	83.810,30			83.810,30
Itens 20 a 29	20	210.684,54			210.684,54
Módulo fotovolta.	25		133.624,80	95.764,44	229.389,24
Inversor solar	10		22.270,80	15.960,74	38.231,54
Suporte	25		66.812,40	47.882,22	114.694,62
TOTAL		294.494,84	222.708,00	159.607,40	676.810,24

A tabela 8 apresenta os recursos aplicados em materiais e equipamentos e o cálculo para cada um deles anualizados pela aplicação das equações 4 e 5. Para o cálculo do Fator de Recuperação de Capital foi considerada uma taxa de desconto de 8%.

TABELA 8– Custo dos equipamentos anualizados

TIPO DE EQUIPAMENTO	CUSTO DE CADA GRUPO DE EQUIPAMENTO (CE) (R\$)	VIDA ÚTIL EM ANOS	FATOR DE RECUP. DE CAP. (FRCu) (R\$)	CUSTO ANUALIZADO (R\$)
Itens 1 a 19	83.810,30	10	0,149029	17.278,20
Itens 20 a 29	210.684,54	20	0,101852	29.684,69
Módulo fotovoltaico	229.389,24	25	0,093679	29.726,63
Inversor solar	38.231,54	10	0,149029	788,75

Suporte	114.694,62	20	0,101852	16.160,06
TOTAL	676.810,24			94.238,33

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 6, 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= 412,41,26 R\$/MWh) e custo evitado de demanda (CED=755,03 R\$/kW). A metodologia de cálculo para a determinação de CEE e CED está apresentada no Anexo II. A tabela 9 apresenta o resultado do cálculo da relação custo benefício prevista, baseado nas equações de 1 a 6. Os valores dos custos anualizados para a iluminação e para as fontes incentivadas foram acrescidos aos valores da tabela 8 os valores dos custos de mãos de obra e outros custos indiretos anualizados.

TABELA 9 – Cálculo da relação custo benefício prevista

	ILUMINAÇÃO	FONTE INCENTIVADA	PROJETO
EE(MWh/ano)	290,50	87,00	377,50
RDP(kW)	89,30	0	89,30
CEE(R\$/MWh)	412,41	412,41	412,41
CED(R\$/kW)	755,03	755,03	755,03
CAT(R\$)	46.962,89	46.675,44	93.638,33
BAT(R\$)	187.229,28	35.879,67	223.108,95
RCB	0,25	1,30	0,42

Portanto, a relação custo benefício (RCB) do projeto prevista foi de 0,42.

6. RESULTADOS OBTIDOS

Para apresentar os resultados obtidos, igualmente o que foi feito no item 5, dividiremos, inicialmente, a análise relativa a iluminação e a relativa a geração de energia e em seguida os resultados finais do projeto.

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 10 mostra as medidas das potências médias, a energia consumida e a demanda média na ponta para o período de linha de base. Para o cálculo da demanda de ponta foram utilizados os mesmos Fatores de Coincidência de Ponta – FCP, utilizados no item 5.1.

TABELA 10 – Consumo de energia elétrica e a demanda na ponta realizadas no período de linha de base, para a iluminação.

SISTEMAS	QUANT.	POTÊNCIA (W)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	FUNCIN. HORAS/ANO (h/ano)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh/ano)	FCP (hora/dia)	DEMANDA NA PONTA (kW)
INTERNA 1	70	14,35	1,00	531,85	534,24	0,2814	0,28
INTERNA 2	14	22,60	0,32	531,85	168,27	0,2814	0,09
INTERNA 3	192	40,70	7,81	531,85	4.156,09	0,2814	2,20
INTERNA 4	95	107,40	10,20	531,85	5.426,47	0,2814	2,87

INTERNA 5	180	14,15	2,55	1.193,50	3.039,84	0,6700	1,71
INTERNA 6	4	22,50	0,09	1.193,50	107,42	0,6700	0,06
INTERNA 7	162	41,03	6,65	1.193,50	7.933,03	0,6700	4,46
INTERNA 8	48	107,05	5,14	1.193,50	6.132,68	0,6700	3,44
INTERNA 9	92	14,20	1,31	1.508,15	1.970,25	0,6030	0,79
INTERNA 10	16	21,60	0,35	1.508,15	521,22	0,6030	0,21
INTERNA 11	392	40,65	15,93	1.508,15	24.032,07	0,6030	9,61
INTERNA 12	47	109,15	5,13	1.508,15	7.736,88	0,6030	3,09
INTERNA 13	150	14,45	2,17	2.159,15	4.679,96	0,6834	1,48
INTERNA 14	864	21,55	18,62	2.159,15	40.201,65	0,6834	12,72
INTERNA 15	1340	40,40	54,14	2.159,15	116.887,74	0,6834	37,00
INTERNA 16	250	108,5	27,13	2.159,15	58.566,94	0,6834	18,54
INTERNA 17	66	14,55	0,96	1.139,25	1.094,02	0,3618	0,35
INTERNA 18	60	21,65	1,30	1.139,25	1.479,89	0,3618	0,47
INTERNA 19	31	40,50	1,26	1.139,25	1.430,33	0,3618	0,46
INTERNA 20	131	247,15	32,34	1.193,50	38.641,53	0,6700	21,67
EXTERNA 1	35	55,70	1,95	4.350,80	8.481,88	0,7667	1,50
EXTERNA 2	22	71,00	1,56	4.350,80	6.795,95	0,7667	1,20
EXTERNA 3	22	250,60	5,51	4.350,80	23.986,83	0,7667	4,22
EXTERNA 4	43	102,10	4,39	4.350,80	19.101,32	0,7667	3,37
EXTERNA 5	114	247,25	28,19	4.350,80	122.633,82	0,7667	21,61
TOTAL	4.440	1.790,78	236,00	47.935,85	505.740,30		153,39

A tabela 11 mostra as medidas médias das potências, o consumo de energia e a demanda na ponta para o período de determinação.

TABELA 11 – Consumo de energia elétrica e a demanda na ponta realizadas no período de determinação, para a iluminação.

SISTEMAS	QUANT.	POTÊNCIA (W)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	FUNCIN. HORAS/ANO (h/ano)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh/ano)	FCP (hora/dia)	DEMANDA NA PONTA (kW)
INTERNA 1	70	8,01	0,56	531,85	298,21	0,2814	0,16
INTERNA 2	14	9	0,13	531,85	67,01	0,2814	0,04
INTERNA 3	192	18	3,46	531,85	1.838,07	0,2814	0,97
INTERNA 4	95	40,01	3,80	531,85	2.021,54	0,2814	1,07
INTERNA 5	180	8,02	1,44	1.193,50	1.722,94	0,6700	0,96
INTERNA 6	4	9	0,04	1.193,50	0,043	0,6700	0,03
INTERNA 7	162	18,01	2,92	1.193,50	3.482,18	0,6700	1,96
INTERNA 8	48	40	1,92	1.193,50	2.291,52	0,6700	1,29
INTERNA 9	92	8,01	0,74	1.508,15	1.111,39	0,6030	0,45
INTERNA 10	16	9	0,14	1.508,15	217,17	0,6030	0,08
INTERNA 11	392	18	7,06	1.508,15	10.641,51	0,6030	4,26
INTERNA 12	47	40,02	1,88	1.508,15	2.836,74	0,6030	1,13
INTERNA 13	150	8,01	1,20	2.159,15	2.594,22	0,6834	0,82
INTERNA 14	864	9,02	7,79	2.159,15	16.826,86	0,6834	5,32
INTERNA 15	1340	18	24,12	2.159,15	52.078,70	0,6834	16,48
INTERNA 16	250	40,01	10,00	2.159,15	21.596,90	0,6834	6,83
INTERNA 17	66	8,01	0,53	1.139,25	602,28	0,3618	0,19
INTERNA 18	60	9,02	0,54	1.139,25	616,56	0,3618	0,20
INTERNA 19	31	18	0,56	1.139,25	635,70	0,3618	0,20
INTERNA 20	131	81,01	10,61	1.193,50	12.665,79	0,6700	7,11
EXTERNA 1	35	38	1,33	4.350,80	5.786,56	0,7667	1,02

EXTERNA 2	22	50,01	1,10	4.350,80	4.786,84	0,7667	0,84
EXTERNA 3	22	113,04	2,49	4.350,80	10.819,92	0,7667	1,91
EXTERNA 4	43	50,02	2,15	4.350,80	9.357,96	0,7667	1,65
EXTERNA 5	114	100,01	11,40	4.350,80	49.604,08	0,7667	8,74
TOTAL	4.440	767,24	97,91	47.935,85	214.500,69		63,71

TABELA 12 – Energia economizada e redução de demanda na ponta realizadas, para a iluminação.

RESULTADOS OBTIDOS			
	Antes da substituição	Sistema Proposto	TOTAL
Energia Economizada (MWh/ano)	505,74	214,50	291,24
Energia Economizada (%)	-	-	57,59
Redução de Demanda na Ponta (kW)	153,39	63,71	89,68
Redução de Demanda na Ponta (%)	-	-	58,47

Com a instalação das luminárias mais eficientes obteve-se uma diminuição do consumo de energia de 291,24 MWh/ano e de redução de demanda na ponta de 89,68 kW, como mostra a tabela 12.

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. No projeto executivo fotovoltaico, foi considerada a exportação de dados de produção de energia através do próprio inversor e periféricos (Data Logger). Assim, foi realizado o acompanhamento periódico da produção de energia da usina. Para isso, o projeto executivo considerou um inversor que possuía conexão para exportar esses dados via internet e verificação do ‘status’ operacional do sistema. Na saída do inversor também foi prevista a instalação de um medidor calibrado, padrão Concessionária, com capacidade de armazenamento de dados (memória de massa). Esse equipamento serviu como contingência (no caso de falhas de transmissões de dados do ‘data logger’ conectado ao inversor) e comparações dos registros.

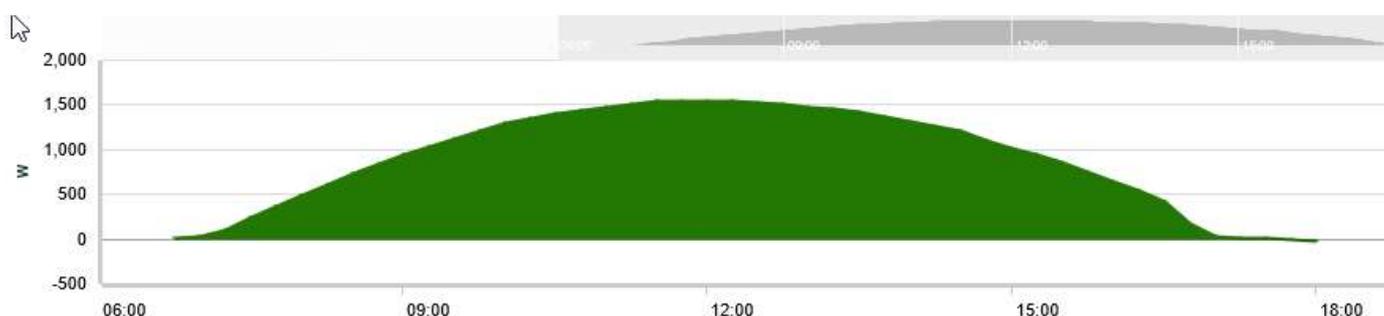


Figura 3. Geração de energia durante o período de um dia sem nuvens da usina instalada de 2,2 kWp no DECiv.

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.

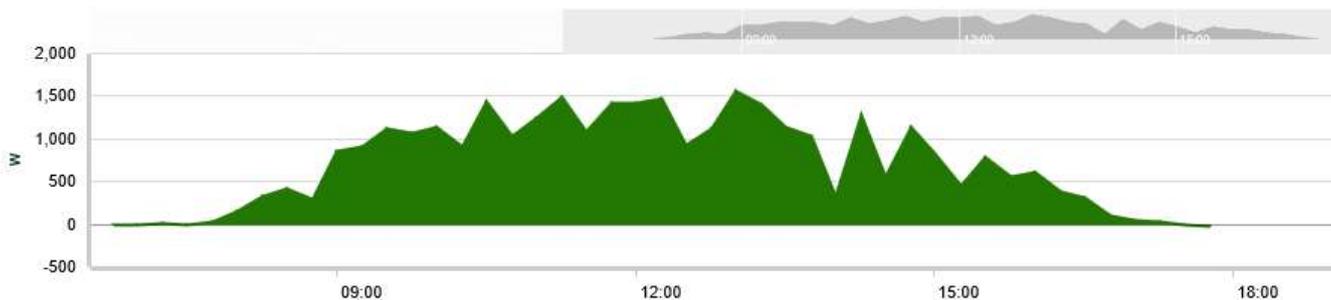


Figura 4. Geração de energia durante o período de um dia nublado da usina instalada de 2,2 kWp no DECiv.

Como a geração de energia das usinas se iniciaram em abril de 2019, o registro delas foram tomados de maio de 2019 a abril de 2020. Maio de 2019 foi o início de funcionamento da usina, durante o mês completo. Os gráficos das figuras 5 e 6 mostram os registros das usinas UFV1 e UFV2, respectivamente. A geração mensal média da usina UFV1 foi de 4,08 MWh com uma geração anual de energia de 48,97 MWh, enquanto que para a UFV2 a média mensal foi de 2,72 MWh e a geração anual de 32,64 MWh, totalizando para as duas usinas 81,61 MWh de geração de energia.

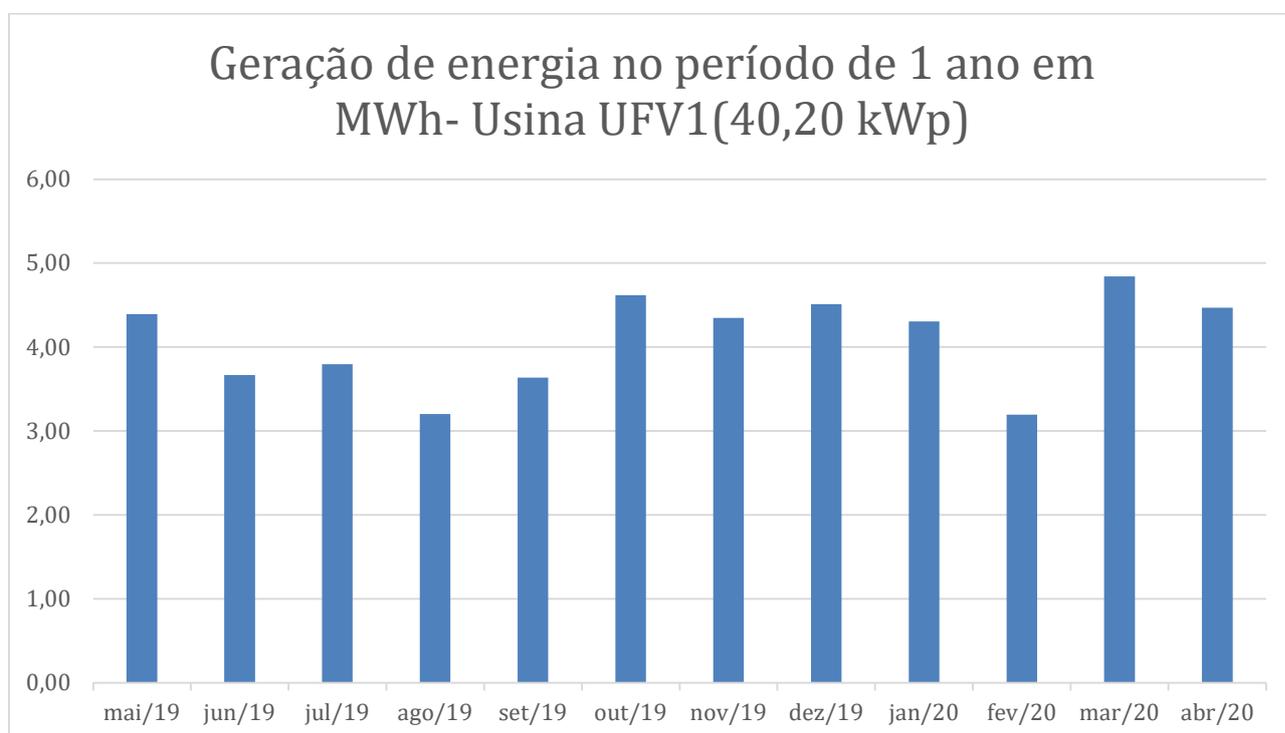


Figura 5. Geração de energia durante o período de um ano para a usina UFV1(40,20 kWp).

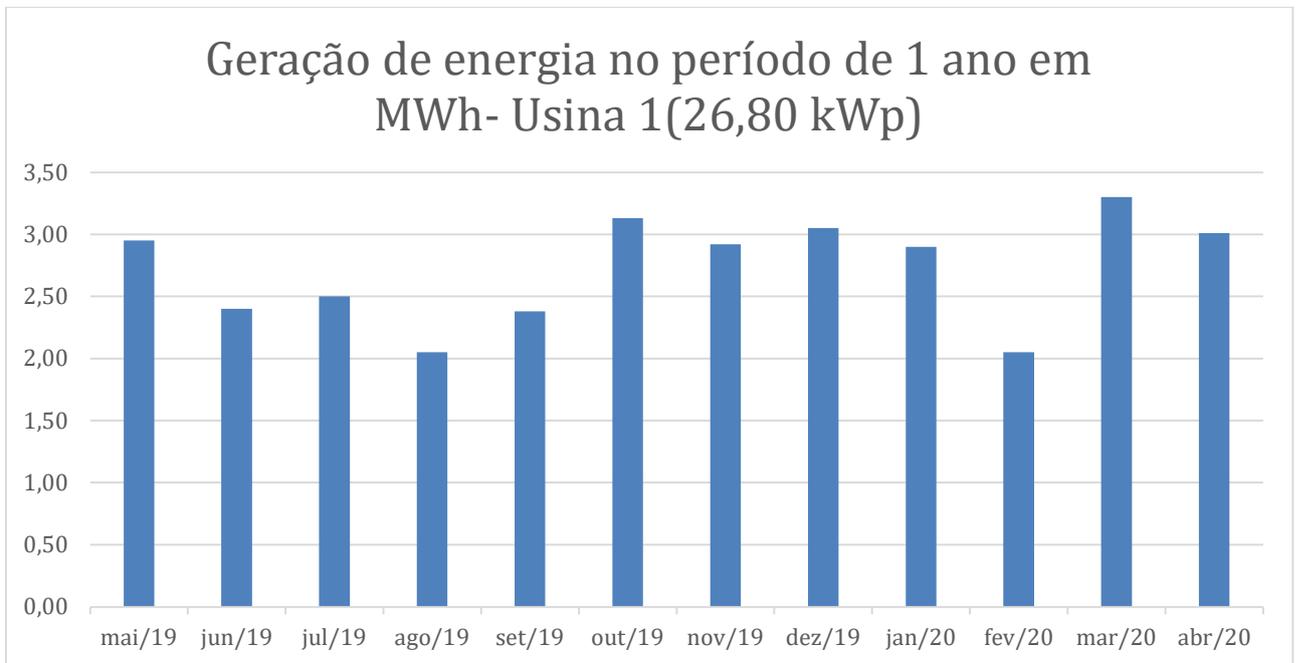


Figura 6. Geração de energia durante o período de um ano para a usina UFV2(26,80 kWp).

O gráfico da figura 6 compara a soma das gerações, entre as 2 usinas UFV1 e UFV2, de energia prevista no projeto com a geração da energia medida no período de um ano. Observa-se que a energia medida e a prevista estão próximas com a energia medida, apresentando resultados ligeiramente inferiores aos da medida. Ao longo de um ano, no período de maio de 2019 a abril de 2020, a energia medida gerada foi de 85,81 MWh, enquanto que a energia prevista foi de 87,00 MWh, apresentando um erro de 1,37% na previsão.

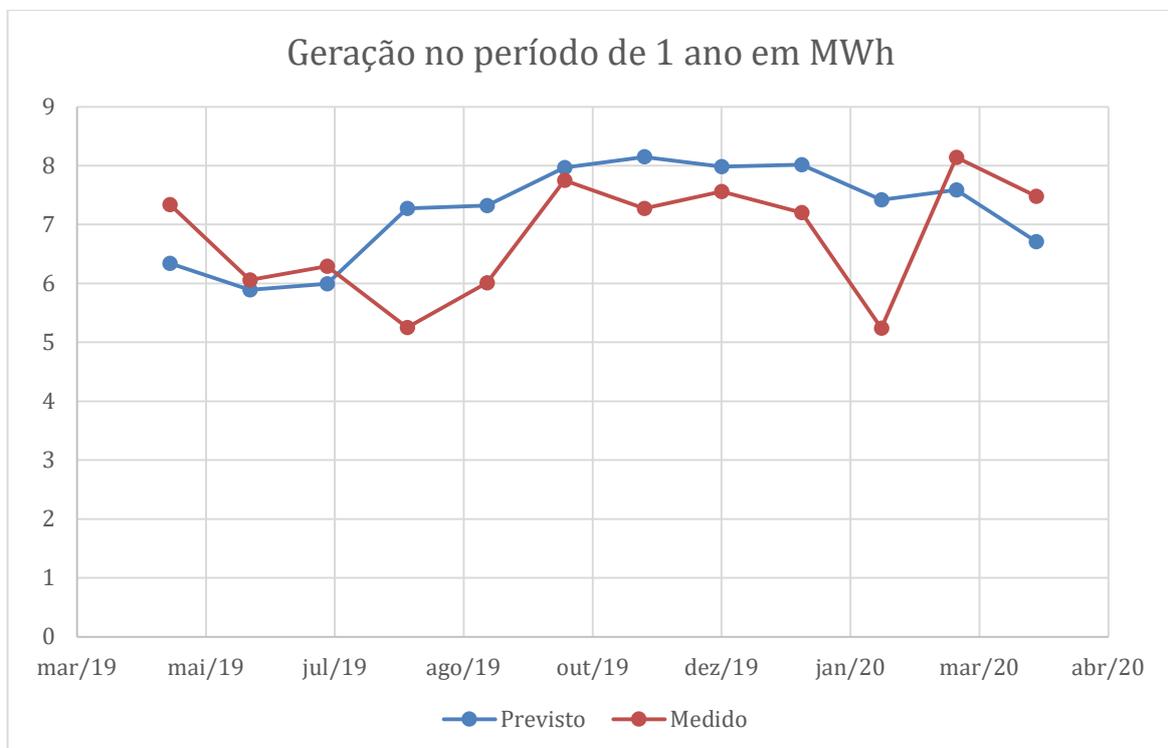


Figura 6. Comparação entre as somas das gerações, entre a UFV1 e a UFV2, de energia prevista e a medida durante 1 ano.

6.3. Cálculo da relação custo benefício (RCB) realizada

Para o cálculo do RCB realizado serão considerados na determinação dos custos os mesmos valores considerados no caso do RCB previsto. Para a determinação dos benefícios serão considerados os valores a partir das medições realizadas, ou seja, a energia economizada de 291,24 MWh/ano e da redução da demanda na ponta de 89,68 kW, para a iluminação. Enquanto para a geração fotovoltaica a energia gerada foi de 85,81 MWh. Seja, então, a tabela 13 atualizada com estes valores.

TABELA 13– Cálculo da relação custo benefício realizada

	ILUMINAÇÃO	FOTOVOLTAICA	PROJETO
EE(MWh/ano)	291,24	81,61	372,85
RDP(kW)	89,68	0	89,68
CEE(R\$/MWh)	412,41	412,41	412,41
CED(R\$/kW)	755,03	755,03	755,03
CAT(R\$)	46.962,89	46.675,44	93.638,33
BAT(R\$)	187.821,38	33.656,78	221.478,16
RCB	0,25	1,39	0,42

Portanto, a relação custo benefício obtida foi de 0,42.

7. JUSTIFICATIVAS AOS RESULTADOS ANTERIORMENTE ENUMERADOS E QUE NÃO ATINGIRAM AS METAS ESTABELECIDAS

Entre o inventário e a execução do projeto houve alterações de alguns tipos de lâmpadas em alguns ambientes. Um exemplo foi a redução de lâmpadas tubulares HO, que pelo fato de serem muito longas são de difícil manutenção. Estas foram substituídas por lâmpadas tubulares menores, o que reduziu a quantidade. Como o projeto foi aprovado em chamada pública em 2017 não poderíamos aumentar a quantidade e remanejar. Por este motivo houve redução da quantidade de luminárias de 5547 para 4440.

Outra alteração ocorrida foi com relação a geração de energia. Estavam previstas a instalação de duas usinas solares fotovoltaicas de 38,4 kWp cada. Alterou-se para a instalação de uma usina de 40,20 kWp e uma outra de 26,80 kWp. Esta alteração se deveu a existência de uma usina já instalada no campus de Araras, que somadas as potências das duas novas usinas ultrapassavam o limite de microgeração. Nestas condições, fomos obrigados a reduzir a potência somadas das duas novas usinas. Estas duas alterações modificou o custo total de projeto, que antes estava orçado em R\$ 1.134.839,87 e passou a ser orçado em R\$ 936.261,68.

Neste relatório a comparação dos resultados anteriores enumerados foi feita assumindo as alterações realizadas. Nestas condições, pode-se dizer que os resultados previstos, praticamente, se confirmaram. No caso da energia economizada a prevista passou a ser 377,50 MWh/ano e a redução de demanda na ponta de 89,30 kW. Já para o realizado, a energia economizada foi de 372,85 MWh/ano e a redução de demanda de ponta foi de 89,68 kW. Assim, o erro de avaliação para a energia economizada foi de 1,23% e da redução de demanda na ponta foi de 0,43%. Para o relação custo benefício(RCB) o previsto foi de 0,41 e o realizado de 0,42 com um erro de avaliação de 2,38%.

8- DETALHAMENTO FÍSICO DO PROJETO

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

Tabela 14-Detalhamento físico do projeto.

Objetivo/Meta	Medida prevista	Medida obtida	Prazo planejado	Prazo realizado
1. Celebração de Convênio com a ELEKTRO	Celebrar Convênio com a ELEKTRO	Celebrou Convênio com a ELEKTRO	Fevereiro de 2018	Maio de 2018
2. Elaboração do projeto e especificação dos materiais e equipamentos	Elaborar projeto e especificar os materiais e equipamentos	Elaborou projeto e especificou os materiais e equipamentos	Fevereiro de 2018	Maio de 2018
3. Contratação dos serviços	Contratar serviços	Contratou serviços	Fevereiro de 2018	Maio de 2018
4. Medições e Verificações iniciais	Medir potência das luminárias a trocar	Mediu potência das luminárias a trocar	Maio de 2018	Junho de 2019
5. Aquisição das luminárias	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	Março de 2018 a Maio de 2018	Julho de 2019 a Outubro de 2019
6. Aquisição das placas solares e inversores	Receber e armazenar	Recebeu e armazenou	Março de 2018 a Maio de 2018	Março de 2019 a Junho de 2019
7. Instalação das luminárias	Instalar as luminárias	Instalou as luminárias	Maio de 2018	Agosto de 2019 a Dezembro de 2020
8. Marketing	Divulgar o projeto	Divulgou o projeto	Março de 2018 e Agosto de 2018	Agosto de 2019
9. Medições e Verificações finais	Medir potência das luminárias trocadas	Mediu potência das luminárias trocadas	Julho de 2018	Dezembro de 2020
10. Instalação das placas solares e inversores	Instalar placas e inversor	Instalou placas e o inversor	Abril de 2018	Janeiro de 2019 a Abril de 2019
11. Descartes de materiais	Transferir material para empresa	Transferiu material para a empresa Apliquim	Junho de 2018 a Agosto de 2018	Dezembro de 2020
12. Fiscalização da execução do projeto	Fiscalizar a execução do projeto	Fiscalizou a execução do projeto	Fevereiro de 2018 a Outubro de 2018	Fevereiro de 2018 a Dezembro de 2020

9- DETALHAMENTO FINANCEIRO DO PROJETO

Para apresentar o detalhamento financeiro do projeto, ele foi dividido em doze etapas, como mostra a tabela 15. Observa-se uma diferença entre os custos previstos e os recursos aplicados. Justifica-se esta diferença por não ter sido utilizado recursos em “Marketing”, previsto no projeto. A ação de “Marketing” se limitou a uma publicação no Informativo da PROCEL(Programa Nacional de Conservação de Energia).

Tabela 15- Detalhamento financeiro do projeto.

Etapa do projeto	Período previsto	Custos previstos R\$	Período realizado	Recursos aplicados R\$
1. Celebração de Convênio com a ELEKTRO	Fevereiro de 2018	-	Maior de 2018	-
2. Elaboração do projeto e especificação dos materiais e equipamentos	Fevereiro de 2018	-	Maior de 2018	-
3. Contratação dos serviços	Fevereiro de 2018	-	Maior de 2018	-
4. Medições e Verificações Iniciais	Maior de 2018	11.840,00	Julho de 2019 a	11.840,00
5. Aquisição das luminárias	Março de 2018 a Maior de 2018	294.494,84	03/07/2018 a 18/01/2019	294.494,84
6. Aquisição das placas solares e inversores	Março de 2018 a Maior de 2018	382.315,40	Março de 2019 a Junho de 2019	382.315,40
7. Instalação das luminárias	Maior de 2018	191.216,57	Agosto de 2019 a dezembro de 2020	142.370,81
8. Marketing	Março de 2018 e Agosto de 2018	21.889,50	Agosto de 2019	-
9. Medições e Verificações finais	Julho de 2018	11.840,00	Dezembro de 2020	11.840,00
10. Instalação das placas solares e inversores	Abril de 2018	48.845,76	Janeiro de 2019 a Abril de 2019	48.845,76
11. Descartes de materiais	Junho de 2018 a Agosto de 2018	3.887,16	Dezembro de 2020	3.887,16
12. Fiscalização da execução do projeto	Fevereiro de 2018 a Outubro de 2018	40.667,71	Fevereiro de 2018 a Dezembro de 2020	40.667,71
TOTAL		958.151,18		936.261,68

10. DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ATIVIDADES

Durante a execução do projeto, de uma maneira geral, as atividades transcorreram normalmente, como substituição das luminárias, instalação das usinas e as medições realizadas. Algumas dificuldades ocorreram, que resultaram no atraso para a finalização do projeto:

- 1) Falta de alinhamento da execução das trocas das luminárias devido a ocupação das salas de aula. Como consequência a liberação dos espaços foi muito lenta.
- 2) Observou-se durante a geração de energia das usinas solares fotovoltaicas perda de produção. Assim, foi promovida uma limpeza das placas. Durante a limpeza constatou-se que 2 strings estavam desligadas e 1 fusível de um inversor queimado. Problemas estes solucionados pela empresa Vitalis.
- 3) Outra dificuldade foram os conflitos ocorridos entre a UFSCar e a ELEKTRO, o que resultou no atraso do início da execução do projeto, consequentemente atraso na finalização do projeto.

Apesar destes problemas observa-se que os resultados foram satisfatórios. Deve-se esclarecer que caso houvesse uma diferença significativa na obtenção do RCB, poderíamos ter problemas com relação ao financiamento do projeto.

ANEXO I – REGISTRO FOTOGRÁFICO

As figuras 7 a 11 apresentam fotos, mostrando alguns equipamentos instalados e também alguns benefícios como de iluminação, além daqueles de economia de energia elétrica que já foram mencionados neste relatório.



Figura 7- Usina fotovoltaica – vista aérea



Figura 8- Usina fotovoltaica já instalada



Figura 9- Iluminação interna – Antes da instalação



Figura 10- Iluminação interna – Depois da instalação.



Figura 11 - Iluminação externa – Depois da instalação.

ANEXO I 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:

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

$$CEE = \frac{(C_p \cdot LE_p) + (C_{fp} \cdot LE_{fp})}{LE_p + LE_{fp}} \quad (A.2)$$

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

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

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:

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

A Resolução Homologatória vigente quando da submissão do projeto era aquela de número **2.290**, datada de **22 de agosto de 2017**. Os valores das tarifas para o nível de tensão **A4/modalidade tarifária azul** encontram-se descritos abaixo.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL

RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.290, DE 22 DE AGOSTO DE 2017.

Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2017, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Elektro Eletricidade e Serviços S/A. - Elektro, e dá outras providências.

TABELA 1 – TARIFAS DE APLICAÇÃO E BASE ECONÔMICA PARA O GRUPO A (Elektro).

SUBGRUPO	MODALIDADE	ACESSANTE	POSTO	TARIFAS DE APLICAÇÃO		
				TUSD		TE
				R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh
A4 (2,3 a 25kV)	AZUL	NA	P	38,89	33,38	396,52
			FP	16,50	33,38	261,37
	AZUL APE	NA	P	38,89	11,82	0,00
			FP	16,50	11,82	0,00

Os parâmetros apresentados na tabela 16 foram calculados a partir das informações da Resolução Homologatória 2290/2017, utilizando as expressões de A.1 a A.5.

Tabela 16 - Detalhamento financeiro do projeto.

C_1	Custo unitário da demanda no horário de ponta.	R\$/kW.mês	38,89
C_2	Custo unitário da demanda no horário fora de ponta.	R\$/kW.mês	16,50
C_p	Custo unitário da energia no horário de ponta na bandeira verde.	R\$/MWh	429,90
C_{fp}	Custo unitário da energia no horário fora de ponta na bandeira verde.	R\$/MWh	294,75
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	314,13
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda sob a ótica do Sistema elétrico.	R\$/kW-ano	575,10
	ICMS (alíquota Estado de São Paulo)		18%
	PIS (média dos últimos 12 meses)		1,04%
	COFINS (média dos últimos 12 meses)		4,79%
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia sob a ótica do Consumidor.	R\$/MWh	412,41
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda sob a ótica do Consumidor.	R\$/kW-ano	755,03

11. 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 Medidas e Verificação de Performance, Conceitos e Opções para a Determinação de Economias de Energia e Água – vol. 1 – EVO 10000 – 1:2012(Br). Sofia: EVO, 2012



Prof. Dr. Walter Libardi
Coordenador do Projeto PRODIN-10661

São Carlos, 25 de janeiro de 2022



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 N° 4/2022/SPDI/R
PROCESSO N° 23112.018792/2020-69
INTERESSADO: SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAIS,
CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS,
WALTER LIBARDI, GABINETE DA REITORIA
ASSUNTO: PARECER SOBRE PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL "EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE ILUMINAÇÃO E INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS-CAMPUS ARARAS

Prezada Senhora;

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 Araras" (0595475) apresentado no Processo 23112.018792/2020-69, observo os seguintes resultados:

- Apesar da alteração do número de lâmpadas substituídas, houve considerável redução no custo total do Projeto, no custo da energia elétrica e também foi observado aumento de geração de energia produzida pelas duas usinas.
- A instalação de uma usina a mais do que era previsto no início do projeto proporcionará impacto considerável do ponto de vista da sustentabilidade para a demanda de energia por parte da Universidade.

Dessa forma, considero que o projeto se alinha com as questões de sustentabilidade e se enquadra no atual cenário de corte de custos pelo qual a Universidade vem sofrendo no decorrer dos anos. Com o aumento da geração de energia proporcionado pelas usinas, a Universidade terá autonomia de gerar anualmente 87,00 MWh e com a instalação das luminárias mais eficientes houve diminuição do consumo de energia de 291,24 MWh/ano e de redução de demanda na ponta de 89,68 kW.

Em função das questões salientadas acima, sou favorável à aprovação do relatório.

Atenciosamente;

Pedro Carlos Oprime
Secretário-Geral de Planejamento e Desenvolvimento Institucionais



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Carlos Oprime, Secretário(a) Geral**, em 11/02/2022, às 10:54, 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 **0599420** e o código CRC **481FD842**.

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

SEI nº 0599420

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