



Universidade de São Paulo

BRASIL

Escola de Engenharia de São Carlos

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**



PROJETO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NA USP SÃO CARLOS

Coordenador: Prof Dr Elmer Cari

Colaborador: Mestrando Francisco Lemes

Bolsistas PUB: Bruno Pita

Eduardo Casimiro Sanches Tanizaka

Vinícius Pimenta Bernardo

Vitoria Zerrenner

Agosto de 2018

São Carlos - SP

Resumo:

Este projeto apresenta a proposta de instalação de um sistema fotovoltaico no campus USP São Carlos, realizado por bolsistas do projeto unificado PUB 467.

O projeto foi elaborado em várias fases desde a escolha da localização apropriada, dimensionamento por cálculos em softwares especializados, projeto do sistema de proteção, orçamento completo, análise do retorno econômico e os demais procedimentos a serem realizados junto à concessionária (CPFL). Para a escolha do lugar foi utilizado uma análise visual utilizando drones para encontrar os lugares com menor índice de sombreamento, facilidade de instalação e manutenção. Também foi considerado as limitações como por exemplo futuras construções (prevista no plano de construções da USP), impedimentos (áreas de preservação ambiental) e outros.

No projeto de instalação foi considerado o campus da área 1 e 2. Na área 1 foram selecionados os blocos E1, SEL, IQSC, Bloco B, Cefer, Marcenaria e Oficina mecânica da química, e na área 2 o estacionamento do centro de convenções. A capacidade instalada na área 1 e 2 foram 489,72 kWp e 548kWp, respectivamente. O orçamento preliminar o custo da instalação na área 1 ficou em R\$ 2.2 milhões e custo da instalação da área 2 ficou em R\$ 3.1 milhões.

O valor economizado pela geração de energia das instalações fotovoltaicas para a área 1 e 2 no primeiro ano é R\$292mil e R\$ 312mil, respectivamente. Em ambos os casos o valor de retorno está em média de 7 anos.

O custo total do projeto não considera custo de engenharia “porque o mesmo já foi realizado pelo grupo de pesquisa” e o custo da instalação será feito pelos próprios funcionários da prefeitura de São Carlos.

Finalmente é possível que exista alguma correção nos valores apresentados em torno de 10%-15% durante a execução do projeto de alguns estudos que ainda não foram considerados no projeto como, por exemplo, o sistema de aterramento e a possibilidade de colocar um transformador para ligar à rede, além das variações dos orçamentos.

Projeto Área 1

Prédios Escolhidos

Área 1 - Bloco E1

Área 2 - Departamento da Elétrica

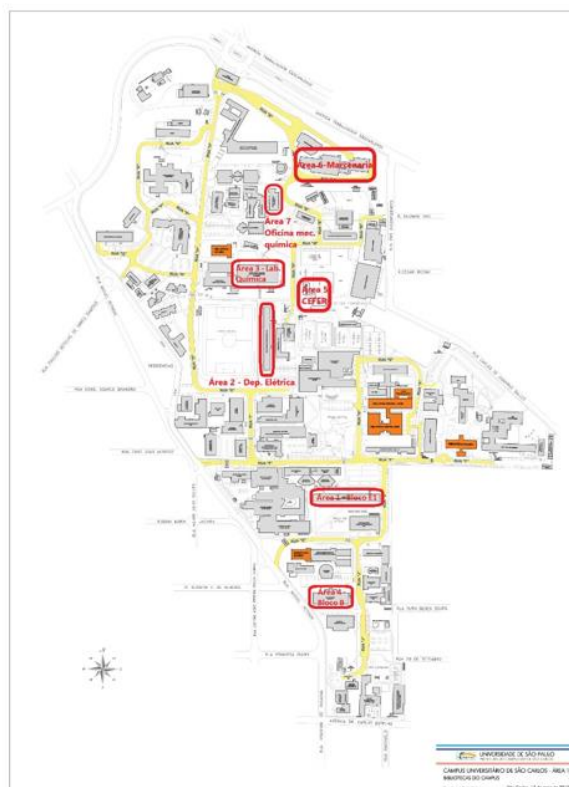
Área 3 - Laboratório da Química

Área 4 - Bloco B

Área 5 - CEFER

Área 6 - Marcenaria

Área 7 - Oficina Mec. da Química



Capacidade Instalada	489,72 kWp
Número de Módulos	1484
Investimento Inicial	R\$ 2.199.969,25
Vida útil	25 anos
Geração no primeiro ano	627 MWh
Economia pela geração do primeiro ano	R\$ 292.816,74
Tempo de retorno de investimento	6 anos
VPL	R\$7.642.062,49
TIR	21,82%

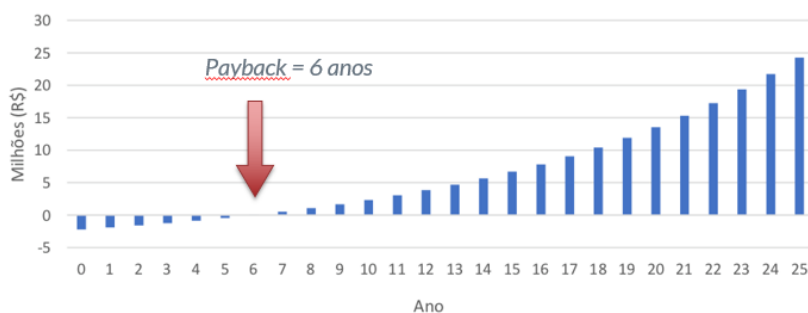
Análise Financeira

Taxas	Valor
Tarifa de energia	R\$ 0,467/kWh
Inflação	5%
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	6,4%
Taxa de manutenção	1% do valor de investimento
Depreciação do sistema	0,5% ao ano
Investimento inicial	R\$ 2.199.969,25

Somado um montante de 20% no orçamento dos sistemas decorrente a sua instalação

Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 7.642.062,49
Taxa Interna de Retorno (TIR)	21,82%

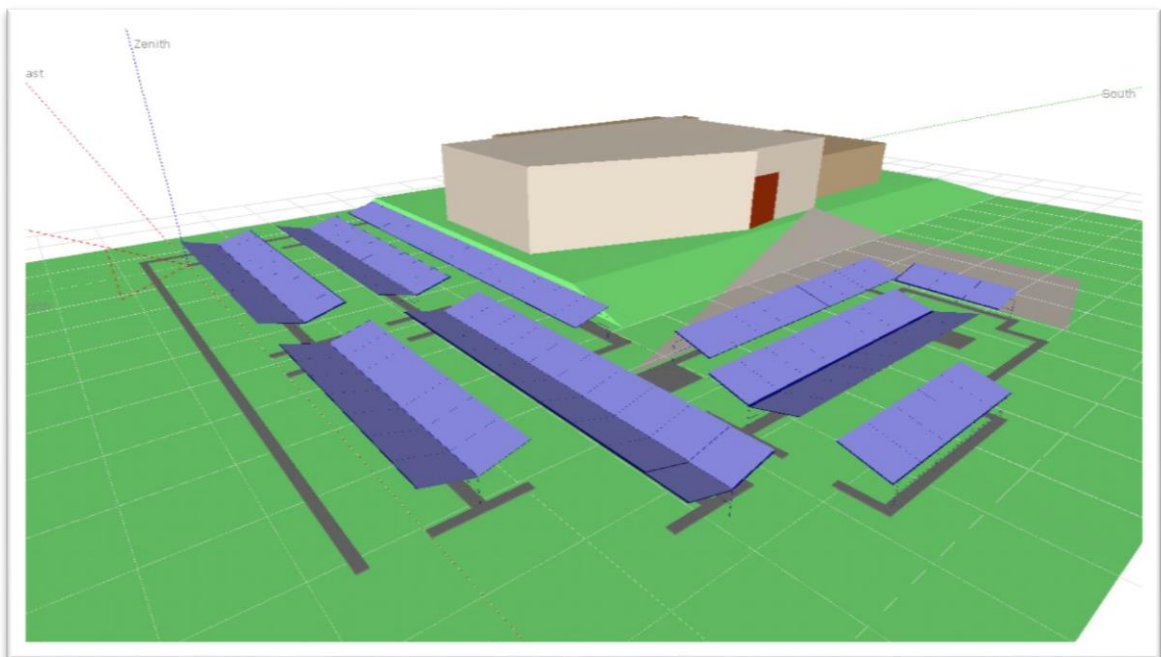
FLUXO DE CAIXA ACUMULADO



Projeção de gastos e retornos de investimento

ANO	GERAÇÃO (kWh)	ECOMONIA PELA GERAÇÃO	MANUTENÇÃO	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUMULADO
0	0,00	R\$-	R\$-	-R\$2.199.969,25	-R\$2.199.969,25
1	627.030,00	R\$292.816,74	-R\$879,99	R\$291.936,75	-R\$1.908.032,50
2	623.894,85	R\$320.487,92	-R\$923,99	R\$319.563,93	-R\$1.588.468,57
3	620.775,38	R\$350.774,03	-R\$970,19	R\$349.803,84	-R\$1.238.664,72
4	617.671,50	R\$383.922,18	-R\$1.018,70	R\$382.903,48	-R\$855.761,24
5	614.583,14	R\$420.202,82	-R\$1.069,63	R\$419.133,19	-R\$436.628,05
6	611.510,23	R\$459.911,99	-R\$1.123,11	R\$458.788,88	R\$22.160,83
7	608.452,67	R\$503.373,67	-R\$1.179,27	R\$502.194,40	R\$524.355,23
8	605.410,41	R\$550.942,48	-R\$1.238,23	R\$549.704,25	R\$1.074.059,48
9	602.383,36	R\$603.006,55	-R\$1.300,14	R\$601.706,41	R\$1.675.765,89
10	599.371,44	R\$659.990,67	-R\$1.365,15	R\$658.625,52	R\$2.334.391,40
11	596.374,59	R\$722.359,78	-R\$1.433,41	R\$720.926,38	R\$3.055.317,78
12	593.392,71	R\$790.622,78	-R\$1.505,08	R\$789.117,71	R\$3.844.435,49
13	590.425,75	R\$865.336,64	-R\$1.580,33	R\$863.756,31	R\$4.708.191,79
14	587.473,62	R\$947.110,95	-R\$1.659,35	R\$945.451,60	R\$5.653.643,39
15	584.536,25	R\$1.036.612,93	-R\$1.742,32	R\$1.034.870,62	R\$6.688.514,01
16	581.613,57	R\$1.134.572,86	-R\$1.829,43	R\$1.132.743,43	R\$7.821.257,44
17	578.705,50	R\$1.241.789,99	-R\$1.920,90	R\$1.239.869,09	R\$9.061.126,53
18	575.811,98	R\$1.359.139,15	-R\$2.016,95	R\$1.357.122,20	R\$10.418.248,73
19	572.932,92	R\$1.487.577,80	-R\$2.117,80	R\$1.485.460,00	R\$11.903.708,73
20	570.068,25	R\$1.628.153,90	-R\$2.223,69	R\$1.625.930,21	R\$13.529.638,94
21	567.217,91	R\$1.782.014,44	-R\$2.334,87	R\$1.779.679,57	R\$15.309.318,51
22	564.381,82	R\$1.950.414,80	-R\$2.451,61	R\$1.947.963,19	R\$17.257.281,70
23	561.559,91	R\$2.134.729,00	-R\$2.574,19	R\$2.132.154,81	R\$19.389.436,51
24	558.752,11	R\$2.336.460,89	-R\$2.702,90	R\$2.333.757,99	R\$21.723.194,50
25	555.958,35	R\$2.557.256,45	-R\$2.838,05	R\$2.554.418,40	R\$24.277.612,90

Projeto Área 2



Orçamento

Item	Descrição	Preço Unitário (R\$)	Unidade	Quantidade	Preço Total (R\$)
Kit 4 vagas	Portal Solar	56.504,06	Kit	2	113.008,12
Kit 6 vagas	Portal Solar	76.511,28	Kit	3	229.533,84
Kit 8 vagas	Portal Solar	97.416,62	Kit	5	487.083,10
Kit 10 vagas	Portal Solar	116.138,71	Kit	11	1.277.525,81
Kit 20 vagas	Portal Solar	214.350,80	Kit	3	643.052,40
DPS CC	Clamper Solar 40kA	358,99	Peça	74	26.565,26
Fusível	FEEO FDS-32	9,34	Peça	202	1.886,68
Cabo Megatron	16mm ²	6,59	Metros	200	1.318,00
Cabo CA Superastic Flex	4 mm ²	2,13	Metros	640	1.361,28
Cabo CA Superastic Flex	10 mm ²	5,14	Metros	1280	6.572,80
Cabo CA Superastic Flex	16 mm ²	8,11	Metros	1760	14.278,88
Cabo CA Superastic Flex	50 mm ²	26,83	Metros	480	12.878,40
				Total	R\$ 2.815.064,57

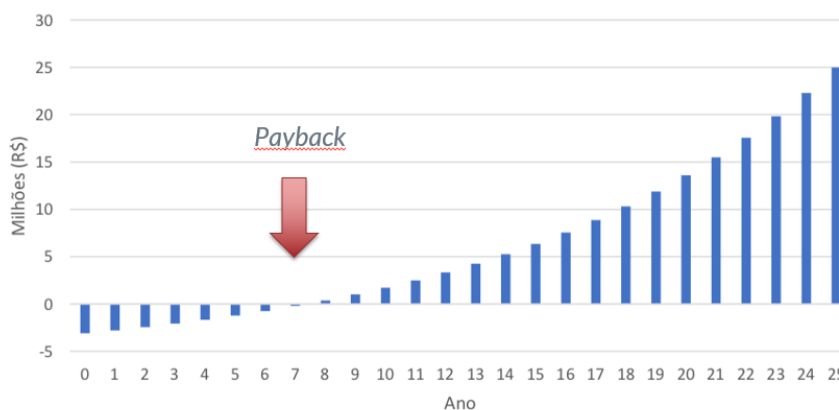
Resumo do projeto do estacionamento

Capacidade Instalada	584 kWp
Número de Módulos	1770
Investimento Inicial	R\$ 3.096.571,03
Vida útil	25 anos
Geração no primeiro ano	668 MWh
Economia pela geração do primeiro ano	R\$ 312.033,38
Tempo de retorno de investimento	7,5 anos
VPL	R\$7.354.516,48
TIR	17,93%

Projeção de gastos e retornos de investimento

ANO	GERAÇÃO (kWh)	ECOMONIA PELA GERAÇÃO	MANUTENÇÃO	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA ACUMULADO
0				-R\$3.096.571,03	-R\$3.096.571,03
1	668.180,00	R\$ 312.033,38	-R\$1.238,63	R\$310.794,75	-R\$2.785.776,28
2	664.830,00	R\$ 341.515,86	-R\$1.300,56	R\$340.215,30	-R\$2.445.560,98
3	661.490,00	R\$ 373.780,15	-R\$1.365,59	R\$372.414,56	-R\$2.073.146,42
4	658.150,00	R\$ 409.082,14	-R\$1.433,87	R\$407.648,28	-R\$1.665.498,14
5	654.810,00	R\$ 447.706,73	-R\$1.505,56	R\$446.201,17	-R\$1.219.296,97
6	651.470,00	R\$ 489.965,42	-R\$1.580,84	R\$488.384,58	-R\$730.912,39
7	648.130,00	R\$ 536.198,77	-R\$1.659,88	R\$534.538,89	-R\$196.373,50
8	644.790,00	R\$ 586.779,15	-R\$1.742,87	R\$585.036,27	R\$388.662,77
9	641.450,00	R\$ 642.113,60	-R\$1.830,02	R\$640.283,59	R\$1.028.946,36
10	638.110,00	R\$ 702.647,16	-R\$1.921,52	R\$700.725,65	R\$1.729.672,00
11	634.770,00	R\$ 768.866,30	-R\$2.017,60	R\$766.848,70	R\$2.496.520,71
12	631.430,00	R\$ 841.302,79	-R\$2.118,47	R\$839.184,32	R\$3.335.705,02
13	628.080,00	R\$ 920.523,26	-R\$2.224,40	R\$918.298,86	R\$4.254.003,89
14	624.740,00	R\$ 1.007.190,92	-R\$2.335,62	R\$1.004.855,30	R\$5.258.859,19
15	621.400,00	R\$ 1.101.986,87	-R\$2.452,40	R\$1.099.534,48	R\$6.358.393,66
16	618.060,00	R\$ 1.205.670,11	-R\$2.575,02	R\$1.203.095,09	R\$7.561.488,75
17	614.720,00	R\$ 1.319.070,13	-R\$2.703,77	R\$1.316.366,36	R\$8.877.855,12
18	611.380,00	R\$ 1.443.093,45	-R\$2.838,96	R\$1.440.254,49	R\$10.318.109,61
19	608.040,00	R\$ 1.578.730,74	-R\$2.980,91	R\$1.575.749,83	R\$11.893.859,44
20	604.700,00	R\$ 1.727.064,54	-R\$3.129,95	R\$1.723.934,59	R\$13.617.794,02
21	601.350,00	R\$ 1.889.246,38	-R\$3.286,45	R\$1.885.959,93	R\$15.503.753,96
22	598.010,00	R\$ 2.066.628,51	-R\$3.450,77	R\$2.063.177,73	R\$17.566.931,69
23	594.670,00	R\$ 2.260.594,59	-R\$3.623,31	R\$2.256.971,28	R\$19.823.902,97
24	591.330,00	R\$ 2.472.687,61	-R\$3.804,48	R\$2.468.883,13	R\$22.292.786,10
25	587.990,00	R\$ 2.704.593,28	-R\$3.994,70	R\$2.700.598,58	R\$24.993.384,68

Fluxo de caixa



Valor Presente Líquido (VPL) R\$7.354.516,48

Taxa Interna de Retorno (TIR) 17,93%