



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Conforto e sustentabilidade: viabilidade da implantação de cobertura com telhado fotovoltaico em ciclovia na cidade de Campos dos Goytacazes

Suzana da Hora Macedo

Instituto Federal Fluminense / Universidade Estácio de Sá

Alberto de Mattos Netto

Universidade Estácio de Sá / CEO – Sunna Engenharia e Energia

Moisés Duarte Filho

Universidade Estácio de Sá

Marcelo da Penha Rodrigues

Universidade Estácio de Sá

Resumo: O presente trabalho investigou a viabilidade econômica da implementação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica de baixa tensão na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. Foi estudada a viabilidade econômica da instalação de um sistema fotovoltaico sobre um telhado padrão sobre um trecho da ciclovia localizada na Avenida 28 de Março na cidade de Campos dos Goytacazes. Tal estudo ajudou na propagação dessa tecnologia no país indicando a importância da busca de novas tecnologias para geração de energia limpa e renovável, o que já é realidade em países desenvolvidos e no Brasil ainda esbarra na questão econômica, visto que o custo da geração de energia por via de painéis fotovoltaicos ainda é elevado em relação à geração por vias hidrelétricas. Ao longo deste trabalho foi apresentado um projeto baseado nas técnicas pertinentes para a geração solar fotovoltaica integrada à rede utilizando o método de dimensionamento da CRESESB adaptado para a situação. O trabalho também apresenta as justificativas para o levantamento do sistema fotovoltaico, bem como um apanhado histórico sobre o desenvolvimento da tecnologia e redução dos custos ao longo dos anos da geração solar fotovoltaica.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Estudo de Viabilidade, Sustentabilidade.

Comfort and Sustainability: Viability study of a photovoltaic rooftop applied to a bicycle path in Campos dos Goytacazes city

Abstract: The present work investigated the economic viability of the implementation of a photovoltaic system connected to the low voltage electric grid in the city of Campos dos Goytacazes - RJ. The economic viability of the installation of a photovoltaic system on a standard roof over a section of the bicycle lane located at Avenida 28 de Março in the city of Campos dos Goytacazes was studied. This study helped to spread this technology in the country, indicating the importance of the search for new technologies for clean and renewable energy generation, which is already a reality in developed countries and in Brazil, still facing the economic issue, since the cost of generating energy by way of photovoltaic panels is still high in relation to the generation by

hydroelectric routes. Throughout this work a project was presented based on the pertinent techniques for solar photovoltaic generation integrated to the grid using the CRESESB sizing method adapted to the situation. The work also presents justifications for the survey of the photovoltaic system, as well as a historical survey on the development of technology and cost reduction over the years of solar photovoltaic generation.

Keywords: Photovoltaic System, Viability Study, Sustainability.

1. Introdução

O sol é a principal fonte de energia do planeta Terra, e todas as outras formas de energia (eólica, hidrelétrica) estão ligadas direta ou indiretamente a ele, fornecendo anualmente cerca de $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia, quase 10.000 vezes mais que o consumo de energia mundial (CRESESB, 2014; EPE, 2015).

A radiação solar incidente é bastante variável com o ciclo de rotação da terra, estações do ano, latitude e períodos de nuvens e chuvas, fazendo-se necessário um sistema de estocagem da energia gerada.

A energia solar fotovoltaica apresenta um custo 5 a 15 vezes maior em relação à energia gerada por uma usina de gás natural que opera com ciclo combinado (ANEEL, 2012). A diferença é que a energia solar ainda não se encontra no topo de seu desenvolvimento tecnológico.

Essa mesma fonte de energia também é responsável pelo desconforto dos ciclistas em seus trajetos casa x trabalho x casa em razão da temperatura alcançada na ciclovia. Este trabalho propõe a instalação de uma cobertura na ciclovia, de forma a proteger o ciclista da ação direta do sol, ao mesmo tempo em que converte esta energia solar em energia elétrica para ser utilizada pelo Município.

2. Estudo de viabilidade

Para o estudo de viabilidade, foi adaptado o método da CRESESB para aplicação de Sistemas Fotovoltaicos (SF). O método consiste em dimensionar o sistema baseado na demanda a ser suprida, complementando até 95% do consumo. Para o estudo foi adaptado de modo que seja provida a demanda do sistema baseando-se no espaço e recurso solar disponíveis para a instalação do SF. Após isso foram colhidos dados e foi feita a análise dos resultados.

2.1. Levantamento do espaço disponível

A ciclovia conta com 5,7 km de extensão, aproximadamente. Seus trechos possuem 6 metros de largura nos pontos mais largos, e 3 metros nos pontos mais estreitos (Google Maps, 2020).

O estudo de viabilidade foi feito em um trecho do princípio da ciclovia na rua Visconde de Inhaúma até o cruzamento com a Rua Coronel Germano de Castro, percurso que tem 300m aproximadamente.

Fazendo o levantamento do espaço disponível para a instalação do sistema fotovoltaico, chegou-se à área de 1200 m² disponíveis.

2.2 Levantamento do Recurso Solar

Utilizou-se o software SunData (CRESESB, 2014), obtendo-se o resultado dos três pontos mais próximos do local medido, coordenadas -21.763464, -41.335721. A Figura 1 mostra os valores para inclinações no lugar dimensionado.

Segundo dados obtidos pelo software, a média de irradiação no local indicado na cidade de Campos dos Goytacazes é igual a 5,10kWh/m² ao dia, para o plano inclinado igual à latitude de 21°.

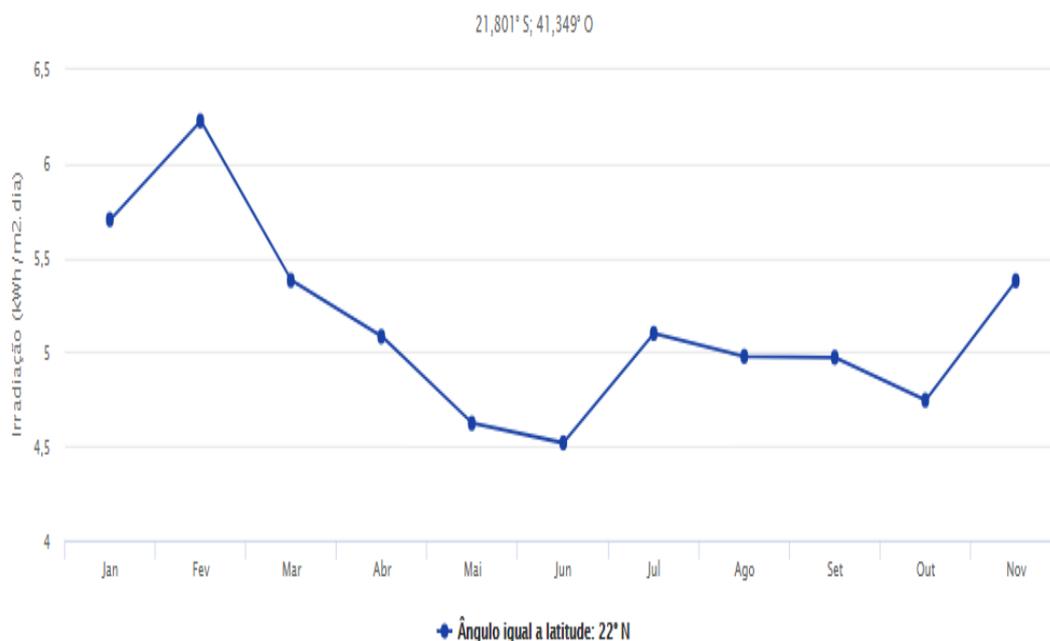
Comparando o ângulo de inclinação, é possível comprovar que o método da CRESESB para instalação de painéis em ângulo igual à latitude do local a ser implantado o sistema é mais eficiente que instalações em planos horizontais, cerca de 4% a mais no valor médio ao longo do ano.

Figura 1 – Valores para inclinações no lugar dimensionado

Estação: Campos dos Goytacazes
Município: Campos dos Goytacazes, RJ - BRASIL
Latitude: 21,801° S
Longitude: 41,349° O
Distância do ponto de ref. (21,763464° S; 41,335721° O): 4,4 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,33	6,54	5,25	4,52	3,79	3,54	3,59	4,37	4,70	5,10	5,15	6,04	4,91	3,01
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	22° N	5,70	6,23	5,38	5,08	4,62	4,52	4,47	5,10	4,98	4,97	4,74	5,38	5,10	1,75
<input type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	5,82	6,31	5,40	5,04	4,54	4,41	4,38	5,03	4,97	5,02	4,83	5,50	5,10	1,93
<input type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	27° N	5,49	6,06	5,33	5,13	4,74	4,67	4,61	5,19	4,97	4,87	4,59	5,16	5,07	1,47

Irradiação Solar no Plano Inclinado -Campos dos Goytacazes-Campos dos Goytacazes, RJ-BRASIL



Fonte: CRESESB (2018)

Tomando como exemplo o painel PHK-36-SERIES-5BB para o estudo de viabilidade, o painel possui dimensões de 1,95 m X 0,98 m, ou seja, 1,9 m² aproximadamente (Aldo Solas, 2020).

Calculando assim a quantidade disponível de painéis para a instalação, visto o espaço disponível dimensionado, com a dimensão da área do painel em comparação com a área total do telhado em cada fase, ocupando no máximo 80% do espaço disponível, mantendo um espaço de sobra para manutenções e evitando a carga total de espaço do telhado. Com

essas informações chegou-se à conclusão que era possível alocar 486 painéis no espaço disponível.

2.3. Dimensionamento do Gerador Fotovoltaico

Para o projeto, foi escolhido o painel solar PHK-36-SERIES-5BB, devido a suas características elétricas e custo benefício. O painel possui potência de 335 W, sendo uma das maiores para o seu tamanho disponível no mercado. Além disso, levou-se em conta o custo e disponibilidade no Brasil, em comparação a outros painéis.

Com a instalação contendo um espaço disponível suficiente para instalação de 505 painéis fotovoltaicos, a potência máxima obtida será:

$$P_{fv} = 486 \times 335 =$$

$$P_{fv} = 162,81 \text{ Wp} = 162,81 \text{ KWp}$$

Após obtida a potência de pico das placas fotovoltaicas calculou-se a demanda obtida pelo sistema, de acordo com o Manual de Engenharia para sistemas fotovoltaicos do CRESESB, que indica que se deve adotar uma taxa de desempenho do sistema igual a 0,7 ou 0,8. Foi adotado 0,8 para esse estudo:

$$E = 162810 \times 5,1 \times 0,8 = 664,2 \text{ KWh/dia}$$

2.4 Dimensionamento do Inversor

O fator de dimensionamento do inversor é a relação entre potência nominal em CA do inversor e a potência de pico do gerador.

O FDI deve estar sempre entre 0,75 e 1,05 para o funcionamento correto do inversor. A Tabela 1 contém os dados de entrada e saída do inversor (CRESESB, 2014).

Tabela 1: Tabela de informações do inversor Refusol 40k

No. do item	REFusol 40K 842P040.010	REFusol 46K-MV 842P046.010
— ESPECIFICAÇÕES DE ENTRADA CC		
Potência FV máxima recomendada (kWp)	60	70
Faixa MPPT (V)	250 ... 900	
Faixa MPPT em potência nominal (V)	490 ... 850	575 ... 850
Tensão CC máxima (V)	1,000	
Tensão CC de start-up (V)	200	
Tensão CC de arranque (V)	350	
Corrente CC operacional máxima (A)	84	82
Corrente de curto-circuito máxima do sistema FV (A)	160	
Número de MPPTs	1	
No. de entradas CC	1 × Plus, 1 × Minus	
CC terminal de entrada	Phoenix Contact T-LOX conexão da alavanca de joelho TW50	
CC cabos de entrada	10 ... 50 mm ² (alumínio / cobre)	
— ESPECIFICAÇÕES DE SAÍDA CA		
Potência CA nominal (kW)	40*)	46
Potência aparente máxima (kVA)	40	46
Conexão de rede CA / Fases de alimentação	L1, L2, L3, N, PE	
Fator de potência nominal / Faixa	1 / 0,8i ... 0,8c	
Tensão CA nominal (V)	400	460
Faixa de tensão CA (V)	320 ... 480	368 ... 529
Frequência nominal / Faixa de frequência (Hz)	50, 60 / 45 ... 65	
Corrente CA máxima (A)	3 × 59	
THD máximo (%)	< 3	
Max. CA protection (A)	80	
CA disjuntor	externo	
Eficiência máxima (%)	98.2	98.3
Eficiência europeia (%)	97.8	98.1
Origem da alimentação (W)	40	
Perdas em stand-by (W)	< 0.5	
CA terminal	Phoenix Contact T-LOX conexão da alavanca de joelho TW50	
CA cabos	10 ... 50 mm ² (alumínio / cobre)	

*138.8 kW / kVA a 380 V de tensão de rede

Fonte: Refusol (2019)

2.5 Aquisição dos Equipamentos

Buscando por fornecedores que entreguem os projetos de maneira prática e confiável, a Aldo Solar, fornece kits fotovoltaicos dimensionados, com cabeamento correto e string box configurada para toda a proteção de corrente contínua do sistema.

A Aldo Solar, tem em seu estoque o kit GERADOR DE ENERGIA SOLAR REFUSOL LAJE SOLAR GROUP ALDO SOLAR ON GRID (Aldo Solar, 2020), que serve exatamente para o propósito proposto no estudo de viabilidade. A Tabela 2 demonstra todos os componentes inseridos no Kit.

Tabela 2 – Componentes inseridos no kit

Equipamento	Quantidade	Unidade
STAUBLI CONECTOR MC4 320016P0001-UR PV-KBT4/6II-UR ACOPLADOR FEMEA	30	unidades
STAUBLI CONECTOR MC4 32.0017P0001-UR PV-KST4/6II-UR ACOPLADOR MACHO	30	unidades

CABO SOLAR NEXANS 40023 ENERGYFLEX AFITOX 0,6/1KV 1500V DC PRETO	900	metros
CABO SOLAR NEXANS 47819 ENERGYFLEX AFITOX 0,6/1KV 1500V DC VERMELHO	900	metros
INVERSOR SOLAR REFUSOL 842P040010 40KW TRIF380V OU 22KW TRIF220V DPS 10 ENTRADAS LAN	3	unidades
COMBINER BOX PROAUTO DEHN 20030 CBF-10E-1S-1000DC QUADRO 10 ENTRADAS 1 SAIDA 10STR 1000V 1 MPPT	3	unidades
PAINEL SOLAR PLACA FOTOVOLTAICA BYD 335PHK-36 POLICRISTALINO 144 CEL. 335W HALF CELL 17% EFICIENCIA	486	unidades

Fonte: Aldo Solar (2020)

2.6 Investimento inicial

De forma a auxiliar na escolha do melhor projeto, analisou-se o lado econômico, pois o sistema fotovoltaico requer um investimento com retorno de médio a longo prazo.

Os valores apresentados na Tabela 3 correspondem a valores para compras individuais para os produtos no mercado tradicional varejista, sem qualquer promoção ou desconto para valor em atacado, com valor final para pessoa física.

Tabela 3 – Análise dos preços para investimento inicial

Investimento inicial	
Kit Geração 16,2 KWp	Total
	R\$ 507.639

Fonte: Aldo Solar (2020)

A Enel apresenta diversas opções de tarifação para diversos tipos de consumidores. Para analisar o resultado, as taxas cabíveis são: B3 Demais Classes, B4a - Iluminação pública e B4b – Iluminação Pública.

Tabela 4 – Tarifas de energia da concessionária no estado do RJ

MODALIDADE TARIFÁRIA CONVENCIONAL		
SUBGRUPO / CLASSE / SUBCLASSE (R\$/kWh)	Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) (R\$/kWh)	Tarifa de Energia TE (R\$/kWh)
B1- RESIDENCIAL	0,28551	0,24868
B1- RESIDENCIAL - BAIXA RENDA		
Consumo mensal até 30kWh	0,07379	0,08704
Consumo mensal entre 31 e 100kWh	0,12650	0,14921
Consumo mensal entre 101 e 220kWh	0,18975	0,22381
Consumo mensal superior a 220kWh	0,21083	0,24868
B2- RURAL	0,23411	0,20392
B2- COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL	0,23411	0,20392
B2- SERVIÇO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO	0,21698	0,189
B3- DEMAIS CLASSES	0,28551	0,24868
B4- ILUMINAÇÃO PÚBLICA		
Iluminação Pública (B4a)	0,15703	0,13677
Iluminação Pública (B4b)	0,1713	0,14921

Fonte: ENEL (2020)

Com tarifa básica B4 destinada à iluminação pública cobrada pela ENEL, de R\$ 0,28 para tarifa verde (ENEL,2020), com o sistema gerando 664,2 KWh por dia, a economia de energia mensal seria equivalente a R\$ 5579,28. Dessa forma calcula-se o tempo de *payback* dividindo o investimento, pelo rendimento mensal:

$$Payback = \frac{507639}{5579,28}$$

Tal economia representa um tempo de *payback* de 90 meses aproximadamente, um total de sete anos, representando um investimento com retorno de médio prazo e, apesar do custo inicial elevado, o sistema conectado à rede apresenta baixo custo de manutenção por abdicar do banco de baterias que encarecem a manutenção e inviabilizam SFs.

A economia com o cálculo feito para inflação média do aumento da taxa de energia se encontra nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Evolução dos gastos e fluxo de caixa do investimento

Ano índice	Geração Anual Estimada (kWh)	Geração Mensal Estimada(kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Retorno Financeiro	Gasto Anual
0	271.272,67	22606	R\$ 0,21	R\$ 56.967,26	-R\$ 512.618,09
1	269.102,49	22425	R\$ 0,23	R\$ 62.162,68	-R\$ 2.979,23
2	266.932,31	22244	R\$ 0,25	R\$ 67.827,50	-R\$ 3.169,07
3	264.762,13	22064	R\$ 0,28	R\$ 74.003,66	-R\$ 3.371,41
4	262.591,95	21883	R\$ 0,31	R\$ 80.736,78	-R\$ 3.587,11
5	260.421,77	21702	R\$ 0,34	R\$ 88.076,49	-R\$ 3.817,10
6	258.251,58	21521	R\$ 0,37	R\$ 96.076,77	-R\$ 4.062,36
7	256.081,40	21340	R\$ 0,41	R\$ 104.796,34	-R\$ 4.323,96
8	253.911,22	21159	R\$ 0,45	R\$ 114.299,06	-R\$ 4.603,04
9	251.741,04	20978	R\$ 0,50	R\$ 124.654,36	-R\$ 4.900,83
10	249.570,86	20798	R\$ 0,54	R\$ 135.937,73	-R\$ 5.218,65
11	247.400,68	20617	R\$ 0,60	R\$ 148.231,23	-R\$ 5.557,91
12	245.230,50	20436	R\$ 0,66	R\$ 161.624,05	-R\$ 5.920,14
13	243.060,31	20255	R\$ 0,72	R\$ 176.213,13	-R\$ 7.806,99
14	240.890,13	20074	R\$ 0,80	R\$ 192.103,77	-R\$ 6.720,21
15	238.719,95	19893	R\$ 0,88	R\$ 209.410,42	-R\$ 7.161,70
16	236.549,77	19712	R\$ 0,96	R\$ 228.257,36	-R\$ 7.633,51
17	234.379,59	19532	R\$ 1,06	R\$ 248.779,58	-R\$ 8.137,83
18	232.209,41	19351	R\$ 1,17	R\$ 271.123,67	-R\$ 8.677,05
19	230.039,23	19170	R\$ 1,28	R\$ 295.448,79	-R\$ 9.253,72
20	227.869,04	18989	R\$ 1,41	R\$ 321.927,69	-R\$ 9.870,59
21	225.698,86	18808	R\$ 1,55	R\$ 350.747,88	-R\$ 10.530,64
22	223.528,68	18627	R\$ 1,71	R\$ 382.112,83	-R\$ 11.237,07
23	221.358,50	18447	R\$ 1,88	R\$ 416.243,30	-R\$ 11.993,35
24	219.188,32	18266	R\$ 2,07	R\$ 453.378,73	-R\$ 12.803,21
25	217.018,14	18085	R\$ 2,28	R\$ 493.778,82	-R\$ 13.670,69

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5 – Evolução dos gastos e fluxo de caixa do investimento

Subtotal Anual	Total Acumulado	Gasto sem solar	Economia Anual	Economia Mensal
-R\$ 455.650,82	-R\$ 455.650,82	-R\$ 57.219,26	R\$ 54.418,18	R\$ 4.534,85
R\$ 59.183,45	-R\$ 396.467,38	-R\$ 62.439,88	R\$ 59.460,65	R\$ 4.955,05
R\$ 64.658,43	-R\$ 331.808,95	-R\$ 68.132,42	R\$ 64.963,35	R\$ 5.413,61
R\$ 70.632,25	-R\$ 261.176,70	-R\$ 74.339,07	R\$ 70.967,66	R\$ 5.913,97
R\$ 77.149,67	-R\$ 184.027,03	-R\$ 81.105,74	R\$ 77.518,62	R\$ 6.459,89
R\$ 84.259,39	-R\$ 99.767,64	-R\$ 88.482,34	R\$ 84.665,24	R\$ 7.055,44
R\$ 92.014,41	-R\$ 7.753,23	-R\$ 96.523,20	R\$ 92.460,85	R\$ 7.705,07
R\$ 100.472,39	R\$ 92.719,15	-R\$ 105.287,42	R\$ 100.963,46	R\$ 8.413,62
R\$ 109.696,02	R\$ 202.415,18	-R\$ 114.839,25	R\$ 110.236,21	R\$ 9.186,35
R\$ 119.753,53	R\$ 322.168,71	-R\$ 125.248,57	R\$ 120.347,74	R\$ 10.028,98
R\$ 130.719,09	R\$ 452.887,80	-R\$ 136.591,35	R\$ 131.372,71	R\$ 10.947,73
R\$ 142.673,32	R\$ 595.561,12	-R\$ 148.950,22	R\$ 143.392,31	R\$ 11.949,36
R\$ 155.703,91	R\$ 751.265,03	-R\$ 162.414,94	R\$ 156.494,79	R\$ 13.041,23
R\$ 168.406,14	R\$ 919.671,17	-R\$ 177.083,10	R\$ 170.776,11	R\$ 14.231,34
R\$ 185.383,57	R\$ 1.105.054,74	-R\$ 193.060,74	R\$ 186.340,54	R\$ 15.528,38
R\$ 202.248,72	R\$ 1.307.303,46	-R\$ 210.463,09	R\$ 203.301,39	R\$ 16.941,78
R\$ 220.623,85	R\$ 1.527.927,31	-R\$ 229.415,29	R\$ 221.781,79	R\$ 18.481,82
R\$ 240.641,75	R\$ 1.768.569,06	-R\$ 250.053,31	R\$ 241.915,47	R\$ 20.159,62

R\$ 262.446,62	R\$ 2.031.015,68	-R\$ 272.524,77	R\$ 263.847,72	R\$ 21.987,31
R\$ 286.195,07	R\$ 2.317.210,75	-R\$ 296.990,00	R\$ 287.736,28	R\$ 23.978,02
R\$ 312.057,10	R\$ 2.629.267,84	-R\$ 323.623,02	R\$ 313.752,43	R\$ 26.146,04
R\$ 340.217,24	R\$ 2.969.485,08	-R\$ 352.612,74	R\$ 342.082,10	R\$ 28.506,84
R\$ 370.875,76	R\$ 3.340.360,84	-R\$ 384.164,18	R\$ 372.927,11	R\$ 31.077,26
R\$ 404.249,95	R\$ 3.744.610,79	-R\$ 418.499,79	R\$ 406.506,43	R\$ 33.875,54
R\$ 440.575,52	R\$ 4.185.186,32	-R\$ 455.860,87	R\$ 443.057,65	R\$ 36.921,47
R\$ 480.108,13	R\$ 4.665.294,45	-R\$ 496.509,16	R\$ 482.838,47	R\$ 40.236,54

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 6, por sua vez, mostra a diferença de gastos sem energia solar e com energia solar.

Tabela 6 – Diferença de gastos com e sem energia solar

Sem Solar	Com Solar
R\$ 57.219,26	R\$ 2.801,09
R\$ 62.439,88	R\$ 2.979,23
R\$ 68.132,42	R\$ 3.169,07
R\$ 74.339,07	R\$ 3.371,41
R\$ 81.105,74	R\$ 3.587,11
R\$ 88.482,34	R\$ 3.817,10
R\$ 96.523,20	R\$ 4.062,36
R\$ 105.287,42	R\$ 4.323,96
R\$ 114.839,25	R\$ 4.603,04
R\$ 125.248,57	R\$ 4.900,83
R\$ 136.591,35	R\$ 5.218,65
R\$ 148.950,22	R\$ 5.557,91
R\$ 162.414,94	R\$ 5.920,14
R\$ 177.083,10	R\$ 6.306,99
R\$ 193.060,74	R\$ 6.720,21
R\$ 210.463,09	R\$ 7.161,70
R\$ 229.415,29	R\$ 7.633,51
R\$ 250.053,31	R\$ 8.137,83
R\$ 272.524,77	R\$ 8.677,05
R\$ 296.990,00	R\$ 9.253,72
R\$ 323.623,02	R\$ 9.870,59
R\$ 352.612,74	R\$ 10.530,64
R\$ 384.164,18	R\$ 11.237,07
R\$ 418.499,79	R\$ 11.993,35
R\$ 455.860,87	R\$ 12.803,21
R\$ 496.509,16	R\$ 13.670,69

Fonte: Elaboração própria

3. Conclusão

O trabalho teve como objetivo apresentar e analisar o método proposto para o dimensionamento de um SF conectado à rede, pensando no grande potencial que o Brasil possui para implementação de fontes renováveis de energia no Brasil, onde as condições climáticas são favoráveis em grande parte do território.

Com a adaptação do método CRESESB para a obtenção dos resultados a partir do levantamento do espaço disponível e recurso solar, pode-se obter os resultados para a análise dos dados obtidos com o SF, além do detalhamento técnico do desempenho do sistema fotovoltaico dimensionado para um trecho da ciclovia localizada na Avenida 28 de Março da cidade de Campos dos Goytacazes, sendo esse projetado sobre um telhado padrão com as normas técnicas vigentes.

São apresentados os investimentos necessários inicialmente para o levantamento do projeto, bem como o tempo de *payback* e o estudo financeiro de retorno do sistema fotovoltaico.

Os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho permitem concluir a eficácia das medidas da implantação dos sistemas em amplos ambientes.

Por fim, o trabalho mostra que é viável a instalação do sistema por trazer vantagens à população. Mesmo sendo um investimento com retorno financeiro a longo prazo, os ganhos ultrapassam a questão financeira, trazendo, de imediato, o conforto, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes da cidade de Campos dos Goytacazes.

4. Referências

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, disponível em <<http://www.aneel.gov.br/>> Acesso em 12 abr. 2018.

Aldo Solar, disponível em <<https://www.aldosolar.com.br/loja/>> Acesso em 15 set. 2020.

CRESESB Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, **Tutorial de Energia Fotovoltaica**, 2014. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>> Acesso em 12 abr. 2018.

CCEE. **Regras de Comercialização**. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/portal/faces>> Acesso em 13 jul. 2018.

ENEL Distribuidora. **Tarifas, taxas e impostos**. disponível em <<https://www.eneldistribuicao.com.br/RJ/TaxasETarifas.aspx>> Acesso em 15 set. 2020.

Google Maps, disponível em <<https://www.google.com.br/maps/preview>> Acesso em 15 set. 2020.

PALZ, W. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. Hemus, 2002.