

Energia Solar para o Restaurante Universitário

**SHS0416 – Sistema de Gestão
Ambiental
Professor Tadeu Fabrício Malheiros**

**Vitor Picinato Cottas de Oliveira 8551991
Graciano Magno Alves 8006161
Miguel Pinto Cabral Neto 7152329**

Sumário

- Energia Solar
 - Vantagens e sustentabilidade
 - Benefícios econômicos
 - Benefícios ambientais
 - Benefícios de manutenção
 - Modos de aproveitamento (plano/inclinado)
 - Custos
 - Preços
 - Instalação
 - Retorno

- O Restaurante Universitário (RU/ bandejão)
 - Local e dimensionamento
 - Demanda de energia
 - Picos de demanda
 - Dimensionamento das placas

- O Projeto
 - Investimentos iniciais
 - Demanda e aproveitamento
 - Vantagens ambientais

- Análise de Investimentos
 - Vale a pena investir no projeto?
 - O projeto é capaz de gerar lucro?
 - Aspectos gerais
- Índices
- Conclusão
- Referências Bibliográficas

Energia solar

Vantagens e sustentabilidade

A energia solar fotovoltaica é uma promissora fonte de energia, porém apresenta ainda alto custo comparado a fontes convencionais como a hidroeletricidade. Diferentes de grandes plantas centralizadas, a geração distribuída fotovoltaica não compete pelo uso do solo, pois é incorporada a edificações já existentes. Neste sentido, um novo agente é incorporado à tomada de decisão, com custos de capital e características distintas às aplicadas no setor elétrico.

O uso de energia solar oferece inúmeros benefícios ambientais, especificamente em termos de sua capacidade de renovação e a redução das emissões de gases de efeito estufa e também benefícios econômicos para aqueles que optam por instalá-los

Benefícios econômicos

- Aquecimento solar não necessita nenhum combustível, somente em dias chuvosos e nublados o sistema necessitará de um auxiliar elétrico e/ou a gás;
- O período de recuperação do investimento em aquecimento solar pode ser muito curto dependendo da quantidade de água quente utilizada no projeto;
- Depois que o investimento inicial foi recuperado, a energia solar é praticamente gratuita e a economia se estenderá por tantos anos quanto o sistema estiver ativo.

Benefícios ambientais

- Aquecimento solar é energia limpa, renovável (diferentemente de gás, óleo e carvão) e sustentável, ajudando a proteger o nosso meio ambiente;
- Os sistemas de aquecimento solar não poluem o ar, uma vez que, não lançam dióxido de carbono, o óxido de nitrogênio ou o mercúrio na atmosfera, como outras formas de energia fazem. Assim, esses sistemas não contribuem para aquecimento global, chuva ácida ou mistura de neblina e fumaça;
- O sistema aquece a água no próprio local onde será usada.

Benefícios de manutenção

- Sistemas de aquecimento solar necessitam de pouca manutenção e sob condições normais têm longa vida útil, durante anos e mesmo décadas;
- O funcionamento é silencioso, sem movimento e sem odores;
- Os sistemas de aquecimento solar podem ser expandidos, acrescentando-se mais coletores e fazendo ajustes nas instalações conforme novas necessidades.

Modos de aproveitamento

Em placas solares há basicamente dois modos de postar as placas, de uma forma fixa (favorecendo o maior aproveitamento) ou móvel, adjunto de dispositivo eletrônico capaz de acompanhar a perpendicularidade da incidência solar. Abaixo temos as relações de aproveitamento:

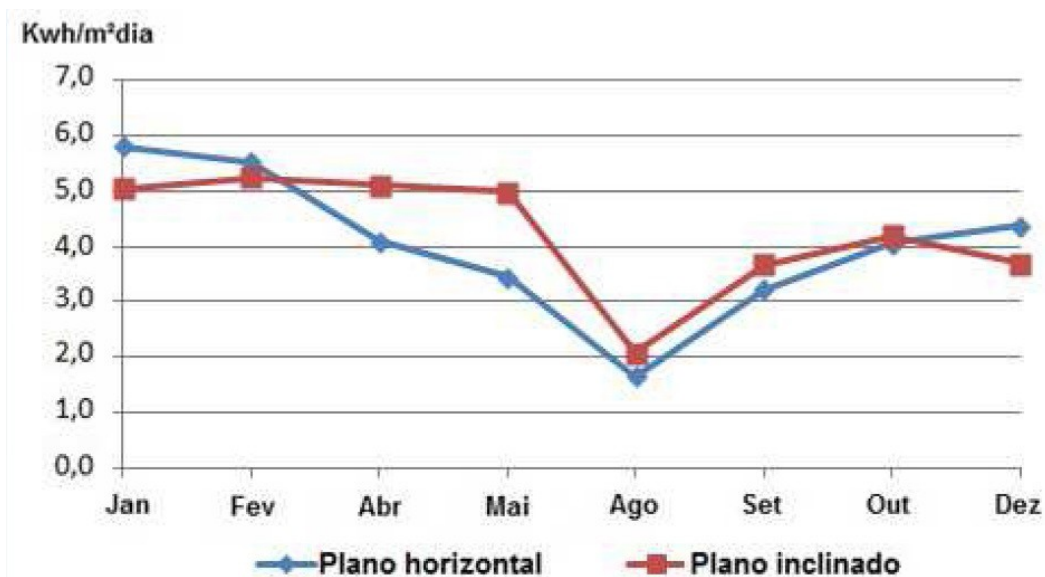


Figura 1: Gráfico que relaciona Kwh por metro quadrado no dia, com o tempo.

Custos

Observando todos os benefícios da energia fotovoltaica, muitas pessoas podem se perguntar: por que então ela ainda não é largamente utilizada?

A principal explicação é o custo, ainda elevado em comparação com as fontes tradicionais de energia. No segundo semestre de 2013, a instalação de sistema fotovoltaico na Alemanha estava em torno de 1,69 mil euros o quilowatt de potência (kWp) (veja imagem abaixo). No Brasil, o custo varia de 7 a 10 mil reais por kWp.

Preços

Este valor vem caindo consideravelmente nos últimos anos. A maior queda nos preços ocorreu entre 2008 e 2009, passando de valores altos como US\$ 3,5 por watt em 2008 para US\$ 2 por watt em dezembro de 2009.

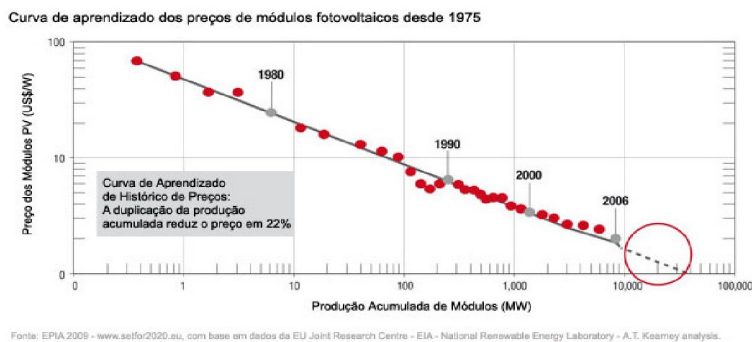


Figura 2: Curva de aprendizado dos preços de módulos ao longo de sua produção.

Instalação

Devido as dimensões do painel e da inclinação adotada, existe um sombreamento causado pelo próprio painel. Este sombreamento deve ser levado em consideração durante a instalação, sendo necessário a aplicação de um espaçamento mínimo entre as linhas consecutivas de painéis.

A partir dos valores de azimute solar e altura solar para a latitude de São Carlos, em diferentes horários (das 8:00 as 16:00 horas) e épocas do ano (dezembro, março/setembro e junho), determinou-se o comprimento de sombra projetado pela inclinação dos painéis instalados na cobertura. Verificou-se que um espaçamento mínimo de 90 cm, permitiria que os painéis de uma fileira não causassem sombreamento sobre parte das fileiras subsequentes, durante um período de mínimo de 8 horas diárias, na maior parte do ano.

Retorno

Os interessados em apostar nas energias renováveis, nomeadamente na energia solar, devem ter em atenção as fases do processo, nomeadamente: comercialização (a escolha acertada da empresa a quem adquirir o material), instalação (uma má instalação pode ter o efeito completamente contrário ao desejado, com fugas de energia e outros problemas) e manutenção (o material deverá ser revisto anualmente, de forma a evitar problemas).

No que diz respeito ao retorno, é importante salientar que este não será visível logo nos primeiros meses, sendo um retorno a longo prazo, vindo diretamente da fatura da eletricidade que passará a ser cada vez mais baixa.

O Restaurante Universitário (RU/ bandejão)

Nosso trabalho chega com a proposta de trazer a energia solar como parte funcional de nosso campus, escolhemos para isso a substituição da matriz energética no restaurante universitário.

Nosso restaurante tem um consumo energético em um horário bem definido, restrito ao horário da manhã e tarde, justamente o período de maior disponibilidade solar. O investimento ainda é retornável ao campus e de uma forma muito mais efetiva, tendo em vista que o investimento retornará em vias de 4-5 anos, como não serão necessários investimentos em armazenamento de energia.

Local e dimensionamento



Figura 3: Visão área pelo Google Maps da área do RU.

Nosso restaurante universitário conta com uma área de 1874 metros quadrados de área útil para implementação de placas solares. Essa região é mais que suficiente para nosso projeto. Vale ressaltar que visamos apenas suprir parte da necessidade energética do restaurante, e não a substituição total da matriz.

Seguem aqui mais algumas fotos para um melhor visualização da área interna de nosso restaurante:



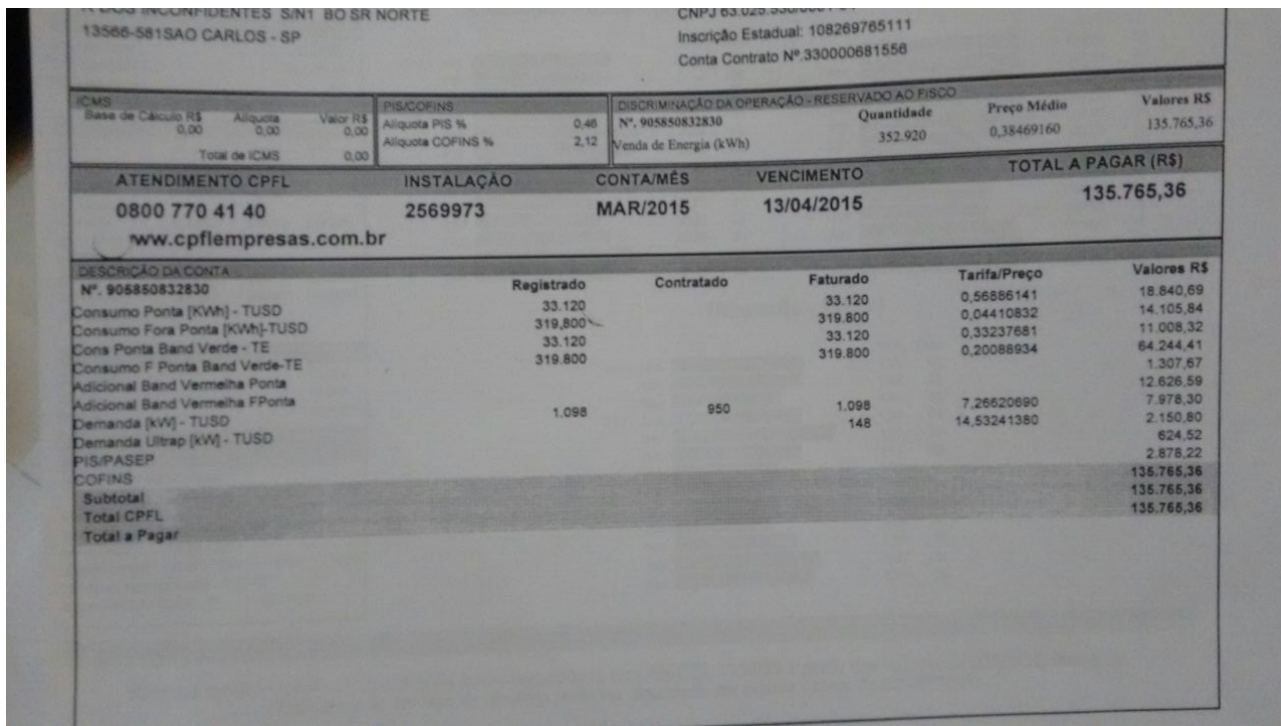
Figura 3: Foto do RU.



Figura 4: Foto do RU.

Demanda de energia

Em nossa visita a prefeitura do campus, pudemos ter acesso somente a conta de energia da área norte do Campus 1 (área esta que integra o restaurante de forma unificada as demais partes), ou seja, não tivemos acesso ao consumo do restaurante propriamente dito.



13566-581SAO CARLOS - SP CNPJ 03.020.000/0001-01
Inscrição Estadual: 108269765111
Conta Contrato Nº.330000681558

| ICMS | | | PIS/COFINS | | DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO | | | Valores R\$ | | |
|--------------------------------|----------|-------------------|-------------------|------------------|--|-------------------|-------------|----------------------------|--------------|------------|
| Base de Cálculo R\$ | Alíquota | Valor R\$ | Alíquota PIS % | 0,46 | Nº. 905850832830 | Quantidade | Preço Médio | | | |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | Alíquota COFINS % | 2,12 | Venda de Energia (kWh) | 352,920 | 0,38469160 | 135.765,36 | | |
| Total de ICMS | | 0,00 | | | | | | TOTAL A PAGAR (R\$) | | |
| ATENDIMENTO CPFL | | INSTALAÇÃO | | CONTA/MÊS | | VENCIMENTO | | 135.765,36 | | |
| 0800 770 41 40 | | 2569973 | | MAR/2015 | | 13/04/2015 | | | | |
| www.cpfl empresas.com.br | | | | | | | | | | |
| DESCRIÇÃO DA CONTA | | | | | | | | Valores R\$ | | |
| Nº. 905850832830 | | | | | | Registrado | Contratado | Faturado | Tarifa/Preço | |
| Consumo Ponta [KWh] - TUSD | | | | | | 33,120 | | 33,120 | 0,56886141 | 18.840,69 |
| Consumo Fora Ponta [KWh]-TUSD | | | | | | 319,800 | | 319,800 | 0,04410832 | 14.105,84 |
| Consumo Ponta Band Verde - TE | | | | | | 33,120 | | 33,120 | 0,33237681 | 11.008,32 |
| Consumo F Ponta Band Verde-TE | | | | | | 319,800 | | 319,800 | 0,20088934 | 64.244,41 |
| Adicional Band Vermelha Ponta | | | | | | | | | | 1.307,67 |
| Adicional Band Vermelha FPonta | | | | | | | | | | 12.626,59 |
| Demanda [kW] - TUSD | | | | | | 1,098 | 950 | 1,098 | 7,26620690 | 7.978,30 |
| Demanda Ultrap [kW]- TUSD | | | | | | | | 148 | 14,53241380 | 2.150,80 |
| PIS/PASEP | | | | | | | | | | 624,52 |
| COFINS | | | | | | | | | | 2.878,22 |
| Subtotal | | | | | | | | | | 135.765,36 |
| Total CPFL | | | | | | | | | | 135.765,36 |
| Total a Pagar | | | | | | | | | | 135.765,36 |

Figura 5: Foto da conta da prefeitura.

Isso nos levou a fazer uma visita ao próprio restaurante buscando, através da observação e de nossa experiência em engenharia elétrica, uma noção do consumo de energia elétrica através do maquinário lá instalado.

Conversamos com Gilberto Marchione, responsável técnico de nosso restaurante e pessoal a qual nos acompanhou em nossa visita. Lá pudemos fazer as seguintes observações:



Figura 6: Grupo com o responsável do RU.

O restaurante conta com:

- 5 câmaras frias de 5x4x2 (ligadas 24 horas)
- 5 fornos elétricos grandes + 1 forno de tamanho ainda maior

- 4 exaustores elétricos
- 1 sistema de monitoramento e segurança + 10 câmeras
- 6 baias refrigeradas



Figura 7: Câmara fria.



Figura 8: Fogões da cozinha.



Figura 9: Caldeiras e bomba d'água.



Figura 10: Sistema de monitoramento.



Figura 11: Sistema de refrigeração.

Em nossas contas, o consumo do restaurante gira em torno de 24000,00 Kwh ao mês, isso é equivalente a aproximadamente uma padaria e meia, aplicando uma tarifa de 0,36778, a conta de energia elétrica de nosso restaurante deverá girar em torno de R\$8.000,00.

Picos de demanda

Os picos de demanda se localizam no período anterior ao início do almoço (das 9 as 11) e início da janta (das 15 as 17), seguido de uma manutenção nas refeições.

Este período coincide com os picos de fornecimento de energia solar, isso é bom não somente para a boa manutenção dos equipamentos, como também gera uma economia por fazer uso de pouquíssimas baterias.

Dimensionamento das placas:

Nosso projeto prevê 78 placas solares do modelo abaixo: ocupando em torno de 124,8 metros quadrados.

Dimensões

Dimensões do painel: (1650 x 990 x 40) mm

Código IP da caixa de junção: IP 65

Número de células e tipo: 60, Silício Policristalino

Peso do módulo: 19,1 kg

Vidro, tipo e espessura: Alta Transmissividade, Baixo Ferro, Vidro Temperado 3,2mm

Figura 12: Dados da placa solar.

O número de placas ocupa confortavelmente o teto de nosso restaurante.

O Projeto

Este trabalho apresenta um estudo de caso de pré-dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico integrado a uma edificação urbana e interligado à rede elétrica pública. O sistema tem por finalidade gerar energia elétrica para a edificação a partir da energia solar fotovoltaica, através de placas solares, sendo realizada uma verificação do percentual do consumo de energia elétrica na edificação, que poderá ser suprido através da aplicação de diferentes tecnologias de painéis.

Investimentos iniciais

Os investimentos referentes ao projeto são referentes ao preço das placas adjunto de sua instalação, segue:



Gerador Grid-Tie 19,5 kWp
PRODUZ ATÉ 2740Wh POR MÊS

YINGLI SOLAR **FRONIUS**

78x 250Wp

neosolarenergia

Gerador Solar Fotovoltaico FRONIUS 19,5 kWp (78x 250Wp) - até 2.740 kWh/mês
10.003.112 [Mais informações](#)

SOB CONSULTA

Disponível: Em estoque

Preço: R\$92.990,00
Preço do Conjunto: R\$92.990,00
em até de 3X de R\$30.996,67 sem juros [ver todos](#)
à vista: R\$89.270,40 no Boleto (4% desconto)

Painel Fotovoltaico
78 x Painel Solar Fotovoltaico Yingli YL250P 29b (250Wp) +R\$0,00

Inversor
1 x Inversor Fronius Symo 17.5-3-M (17.500W) +R\$0,00

COMPARAR PRODUTO

Figura 13: Oferta de um gerador solar.

Temos:

Kit painéis solares (78unidades) *Yingli* YL250P 29b

+

1 Inversor *Fronius* modelo *Symo* 17.5-3-M (com sistema de monitoramento integrado)

O que equivale um total de R\$92.990,00.

Instalação + fiação + disjuntores = R\$12.000,00

Investimento total do projeto = R\$:104.990

Demanda e Aproveitamento

Em etapas anteriores inferimos o consumo do restaurante universitário como sendo de 24000,00 Kwh ao mês, nossas placas solares podem gerar 2.740 kWh/mês, isso corresponde a aproximadamente 12% da energia elétrica.

Vantagens Ambientais

O projeto visa, além de uma economia sustentável, um pequeno incentivo aos usuários do Restaurante Universitário de que energia limpa e sustentável é economicamente viável. Abaixo será feita a Análise de Investimento, mas é importante salientar que o projeto visa trazer o RU à era de energia sustentável, visto que isso seria benéfico para todos. O projeto e sua ação não possuem resíduos, apenas as caixas de papelão dos painéis, das quais serão recicladas. A energia solar não polui o meio ambiente, é renovável, e possui um baixo custo de manutenção dos equipamentos.

Análise de Investimento

Vale a pena investir no projeto?

Considerando a média do valor do kWh analisado na conta da USP, o kWh sai por 0,38469160 , com uma produção de 2740 kWh/mês o valor economizado por mês seria de R\$1054,05.

Considerando que o investimento seria de R\$104990,00, o investimento seria recuperado no total de aproximadamente 99,6 meses que dá um total de 8,3 anos.

Como as placas solares têm// uma garantia de 20 anos, podendo durar mais tempo, o investimento é viável, com um ganho de $252972 - 104990 = R\$147982$ no período mínimo de 20 anos.

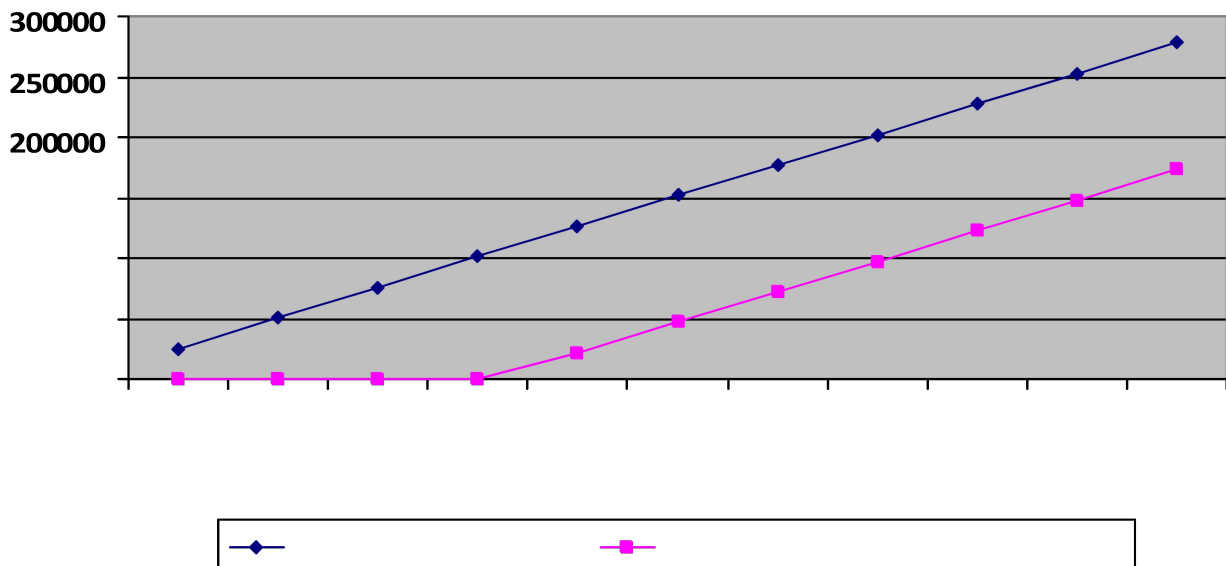


Figura 14: Gráfico para análise de investimento.

Aspectos que devem ser levados em consideração são alterações no preço do kWh devido as variações da produção nacional, e considerando a falta de estrutura nacional é bem capaz que o kWh suba ainda mais favorecendo o tempo de feedback do projeto. O rendimento das placas solares também decai com o passar do tempo, e é algo que deve ser considerado em relação ao projeto desfavorecendo o feedback do projeto. Apesar dos altos valores investidos na parcial substituição da matriz energética do restaurante universitário o investimento se mostrou vantajoso, principalmente na perspectiva ambiental.

O fato de ser uma tecnologia nova, ainda sem muitos incentivos fiscais e abusivamente cara, painéis solares mostram-se um bom investimento a longo prazo. Entendemos também que é papel da universidade ser pioneira em novos métodos e alternativas visando a melhoria da sociedade, vemos também vantagem em uma proposta em que, mesmo sem um lucro propriamente dito, introdução de novas tecnologias em um ambiente universitário é sempre vantajoso.

O projeto é capaz de gerar lucro?

Nossas projeções mostraram um retorno financeiro em 8,3 anos, valendo ressaltar que essa margem é repleta de incerteza e riscos.

Entendemos que caso a gerência disponha de tamanho investimento a implantação de painéis solares seria uma ótima alternativa, já que mesmo com gastos de manutenção e reparos o investimento se mostrou lucrativo.

Aspectos gerais

Ressaltamos neste tópico alguns fatores de risco, tais quais variações nas taxas de crédito bancárias, as incertezas sobre a duração das placas, a possível compra de baterias para armazenamento da energia e o decaimento do rendimento das placas no decorrer no tempo (mesmo este último fator ter entrado em nossas contas).

ÍNDICES

Nomes: GRAIANO Jorge Magno Gonçalves 8006161
 JIUF P. C. De Oliveira 8551991
 Miguel Cabral 7152329

FICHA METODOLÓGICA INDICADORES PARA TRABALHO EM GRUPO

| | |
|---|--|
| Nome do indicador | Investimento por Kw/h |
| Descrição curta do indicador | Avaliar o montante investido no projeto e comparar com o aproveitamento das placas solares. |
| Relevância ou pertinência do indicador | Avalia os projetos mais bem sucedidos em instalações de placas solares. |
| Alcance (o que mede o indicador) | Mede o quão bem foi executado o projeto. |
| Limitações (o que não mede indicador) | Não mede desempenho diário da placa. |
| Fórmula do Indicador | Índice = $\frac{\text{Montante Investido}}{\text{Kw/h gerado}}$ |
| Definição das variáveis que compõem o indicador | <p>Montante investido = todo o dinheiro investido, do início ao término do projeto.</p> <p>Kw/h = Unidade elétrica referente à geração.</p> <p>Índice = $\frac{\text{Mont}}{\text{Kw/h}}$</p> |
| Cobertura ou Escala do indicador | Margem variável (A verificar). |

Figura 15: Primeira parte dos índices


| | |
|--|---|
| Fonte dos dados | Informações técnicas da placa fornecida pelo fabricante e o monitoramento do Projeto |
| Disponibilidade dos dados (qualitativo) | Fáceis. Vem direto do manual técnico e o investimento final acaba por ser um valor preciso |
| Periodicidade dos Dados | Anual Verificar anualmente o rendimento das placas. |
| Período temporal atualmente disponível | Início das placas solares no mercado. |
| Requisitos de coordenação interinstitucionais para que fluam os dados | Não há a falta interinstitucional. |
| Relação do indicador com Objetivos da Política, Norma ou Metas Ambientais ou de DS | O investimento do projeto deve contemplar todas as leis ambientais. |
| Relevância para a Tomada de Decisões | AVALIA OS MELHORES PROJETOS. |
| Gráfico ou representação, com frase de tendência. |  |
| Tendência e Desafios | Diminuir o índice, mantendo o bom desempenho das placas. |
| Periodicidade de atualização do indicador | Anualmente |

Figura 16: Segunda parte dos índices.

Conclusão

Com o crescente aumento da preocupação em relação aos aspectos ambientais, maior eficiência energética e a busca de novas soluções para geração de energia, os sistemas solares fotovoltaicos integrados ao edifício e interligados à rede elétrica estão se tornando uma alternativa promissora para o futuro das edificações. Existem atualmente diversas marcas e modelos de painéis solares disponíveis no mercado, o que proporciona flexibilidade para sua aplicação em edificações novas ou já existentes. Apesar disso, o aspecto construtivo da edificação tem grande influência sobre o projeto do sistema fotovoltaico.

Referências Bibliográficas

- <http://www.neosolar.com.br/loja/kit-gerador-solar-fotovoltaico-1950kwp-2740kwh.html>

- <http://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-yingli-y1250p-29b-250wp.html>

- <http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-bandeirante/utilidades/simulador-de-consumo/Paginas/default.aspx>

- <http://veja.abril.com.br/noticia/economia/leilao-de-energia-de-reserva-nao-tem-lances-por-termicas-movidas-a-biomassa/>