

172



Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Ciências
Departamento de Física

FÍSICA E TECNOLOGIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Tema:

**ANÁLISE COMPARATIVA DE FOGÕES E
GUBIYA CARACTERÍSTICA VFI DE PAINEL SOLAR**
I×V

Docente: Dr. Boaventura Cuamba
Monitor: dr. Ataide

Discente: José Abílio Zandamela
Curso de Física Aplicada

Maputo, Novembro de 2004

Índice

1. Introdução	2
2. Objectivos	2
2.1 Fogões solares.....	2
2.2 Painéis solares.....	3
3. Metodologia.....	3
3.1 Fogões Solares.....	3
3.2 Painel solar.....	3
3.1.1 Fogão Solar.....	3
3.1.2. Vantagens.....	4
3.1.3. Resultados Obtidos.....	5
3.1.4 Conclusão.....	10
3.2.1. Painéis Solares.....	10
3.2.1.1 Descrição da tecnologia.....	10
3.2.1.2. Os diferentes tipos de painéis solares fotovoltaicos.....	12
3.2.1.3. Vantagens e desvantagens.....	12
3.2.1.3. Resultados esperados.....	13
3.2.1.4. Conclusão.....	15
4. Referência Bibliográfica.....	15

1. Introdução

O aumento do conhecimento e de desenvolvimento no mundo sugere a necessidade de criar alternativas na cozinha, como resultado temos a expansão dos fogões solares. Esta espansão combina com a globalização e desenvolvimento na indústria de fogões solares.

O projecto do fogão tem sua origem na Alemanha. Um grupo de jovens ligados a pastoral da Diocese de Pascal, próximo a Munique, que haviam trabalhado nas experiências que resultaram no citado modelo, resolveram trazer uma unidade e doar a comunidade, onde cinco famílias passaram a utilizar o fogão combinatoriamente. A experiência obteve bastante sucesso, tendo o uso do fogão sido muito bem aceite e, graças ao alto índice de insolação da região, proporcionado uma grande economia de gás, ou madeira e carvão, em alguns casos.

Dois anos após a doação, veio uma nova proposta: A implantação de uma unidade fabril na comunidade. A resposta foi imediata, tendo os membros se organizado e, em conjunto, construído o prédio para abrigar a fábrica, providenciando também toda a mobília necessária. E, conforme as coordenadas recebidas da Alemanha, toda a matéria prima a ser empregada na produção das primeiras unidades, que foi adquirida no comércio local, executando-se a superfície reflexiva, que é proveniente da Alemanha. Também foram escolhidos dentro da comunidade, os futuros responsáveis pela sua operação. Um dos critérios adoptados para a habilitação dos candidatos foi a condição activa de estudante.

Os fogões solares são utilizados na conversão térmica da radiação solar para cozinhar alimentos ou para produzir água destilada.

As células fotovoltaicas convertem a irradiação solar em electricidade a partir de processos que se desenvolvem ao nível atómico nos materiais de que são constituídas. A verdadeira compreensão deste fenómeno, leva cerca de cem anos a esclarecer

Tem havido um grande esforço de investigação e desenvolvimento tecnológico no sentido de aumentar cada vez mais a eficiência da conversão. Melhorando a eficiência da célula fotovoltaica. Os sistemas fotovoltaicos tornam-se cada vez mais competitivos relativamente à produção de energia com combustíveis fósseis.


2. Objectivos

2.1 Fogões solares

- Medidas de teste de fogões solares
- Determinação da eficiência
- Determinação da potência de cada fogão

• *Definição dos fogos dife-re-tes.*

2.2 Painéis solares

- Medidas de teste de painéis solares
- Determinação da curva característica 

3. Metodologia

3.1 Fogões Solares

Colocar os fogões no terraço do departamento de física, onde não há presença de sombra. Colocar sensores de temperatura no interior das painelas que estão no interior dos fogões para registar a variação da mesma de 10 em 10 minutos.

3.2 Painel solar

Instalar o painel no local com muita radiação, derivar uma lâmpada e uma resistência e daí fazer o levantamento dos dados.

3.1.1 Fogão Solar

Os fogões Solares são utilizados na conversão térmica da radiação solar para cozinhar alimentos ou para produzir água destilada.

O fogão solar apresenta algumas restrições e exigências no seu uso. A maior restrição é que a sua utilização só poder ser feita durante os períodos de radiação solar, o que exige um local de instalação isento de sombras durante o dia e, principalmente, outro tipo de fogão para atender as necessidades de cozimento nos horários sem radiação solar e nos dias de chuva e ou céu nublado. Requer o suporte de um de modelo convencional para os períodos de baixa insolação. Necessita de local com bom nível de radiação solar directa, isento de sombras e ou muito vento.

A operação do fogão solar também apresenta algumas exigências, como por exemplo a necessidade de ajuste de foco a pelo menos cada 10 minutos e, quando do preparo de alimentos que exigem muita manipulação, a exposição ao sol forte.

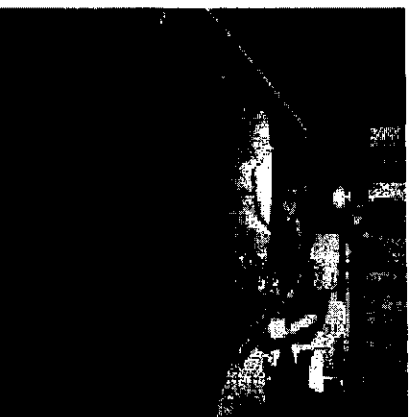
O uso de fogão solar economiza-se muito gás ou, nos casos onde substitui a lenha ou carvão, evita-se o desmatamento e as queimadas feitas para permitirem a retirada de madeira mais facilmente. O aproveitamento da energia solar com trabalhos na áreas de baixa e alta concentração incluindo: aquecimento d'água, destiladores, fogões solares, secadores de frutas, motores térmicos, bombeamento d'água, fornos de alta temperatura para utilização siderúrgica e sistemas para obtenção de hidrogênio, entre outras.

Na área de fogões solares, existe vários modelos, avaliando desempenho e resultado do emprego de novos materiais em sua construção. Os modelos incluíam os dois tipos de fogões solares mais difundidos; o de concentrador parabólico e o de efeito estufa ou "caixa quente".

A parábola é a figura geométrica que apresenta como uma das suas características o fato de reflectir todos os raios que nela incidem para um único ponto, chamado de foco da parábola. Esta característica lhe confere muitas utilidades práticas, tais como a utilização da radiação solar para fins domésticos, por exemplo, para cozinhar alimentos. Para isso deve-se concentrar essa radiação em pequenas regiões, utilizando-se lentes ou espelhos. Os fogões solares utilizam espelhos parabólicos para a concentração do calor. Os raios solares incidem na superfície do espelho e ao se reflectirem passam pelo foco do espelho. O calor concentrado neste ponto é suficiente para cozinhar alimentos. As antenas parabólicas apresentam funcionamento semelhante: as ondas electromagnéticas são captadas pelas antenas e reflectidas num único ponto, donde serão conduzidas a um decodificador que as transformará em imagem ou som.



Caixa quente



Concentrador parabólico

3.1.2. Vantagens

Com a implantação de fogões solares, as poluidoras chaminés industriais passam a inexistir, os gases tomam outro caminho, e ganham utilidade, passando, após o devido processo, a substituir o ácido, empregado para neutralizar os referidos efluentes. Assim ao mesmo tempo, contribui para eliminar gases promotores do efeito estufa e chuva ácida, e permite a economia na compra do ácido, afastando ainda, os perigos de seu transporte e manuseio.

Isto irá contribuir para o aumento da capacidade de remoção do dióxido de carbono da atmosfera

Dispensa combustível, sistemas de ignição ou procedimentos de activação. Isento de fumaça, poluição atmosférica e dos perigos relativos ao uso dos combustíveis.// Evita desmatamento e ou transporte e queima de combustível. Baixo custo para os modelos mais simples.

3.1.3. Resultados Obtidos

O desempenho do fogão solar pode ser calculado, de forma simples, através da comparação entre a radiação solar disponível num período de tempo e o aumento de temperatura de um volume de água no interior do recipiente.
A potência do fogão é dado pela relação:

$$P = \frac{m * C_p * (T_f - T_i)}{dt}$$

C_p representa o calor específico a pressão constante da água, igual a 4186[J/(kg.°c)]

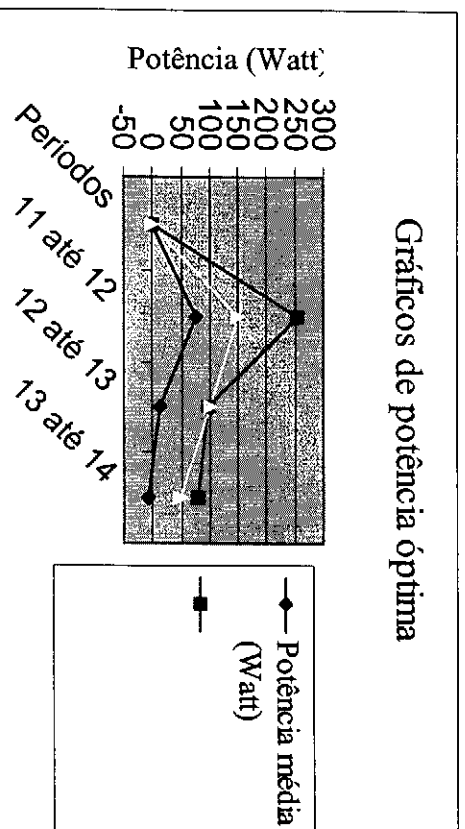
A potência ótima é dada pela relação

$$P_o = p \frac{700}{H}$$

Tabela de potência

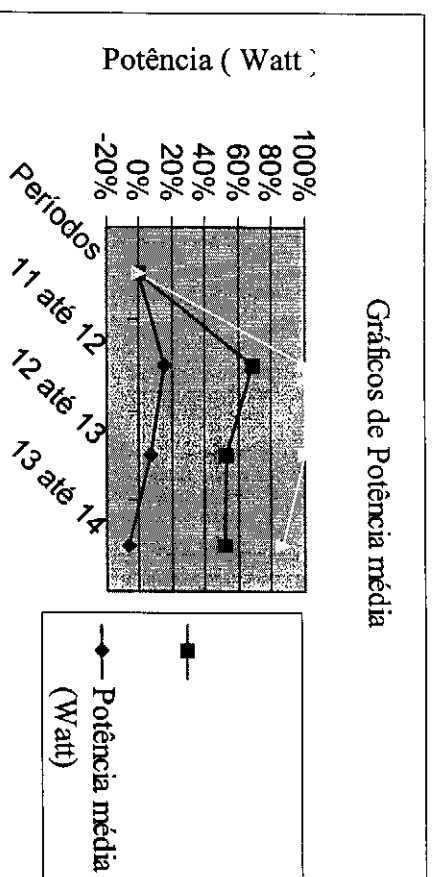
Períodos	Potência média (Watt)		
	Scook	T.16	Parab.
11 até 12	75.2	252.96	151.2
12 até 13	14.5	96.59	101.03
13 até 14	-9.22	80.42	48.17

Gráficos de potência ótima



Potência média (Watt)			
Períodos	Scook	T.16	Parab.
11 até 12	79.82	267.9	160.45
12 até 13	19.96	132.95	139.06
13 até 14	-12.28	107.16	64.18

Gráficos de Potência média



A primeira figura de mérito F_1 é definido pela expressão:

$$F_1 = \frac{T_{ps} - T_a}{I_s}$$

I_s representa a insolação global no plano horizontal

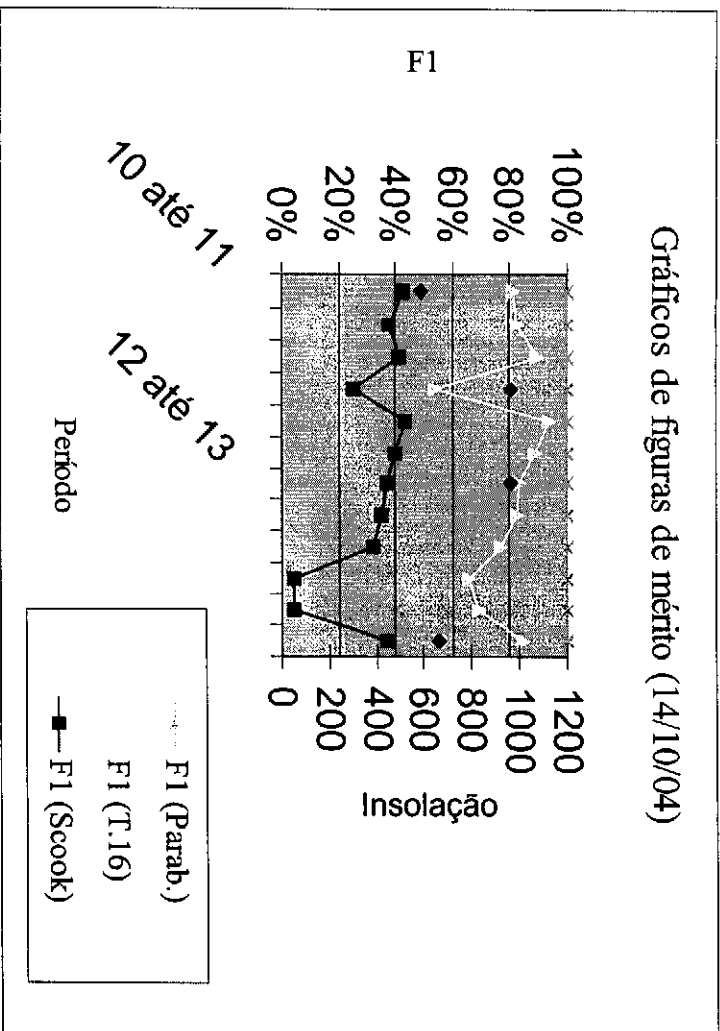
T_{ps} Representa a temperatura de estagnação

T_a representa a temperatura ambiente

Tabela de ensaio do dia 14 de Outubro

Período	Insolação (W/m ²)	F1 (Scook)	F1 (T.16)	F1 (Parab.)
10 até 11	591.2	0.03	0.027	0.013
		0.039	0.047	0.018
		0.039	0.046	0.01
11 até 12	963.5	0.027	0.031	0.05
		0.028	0.033	0.004
		0.039	0.047	0.011
12 até 13	963.5	0.046	0.057	0.021
		0.063	0.085	0.031
		0.07	0.099	0.051
		0.01	0.137	0.076
		0.01	0.161	0.076
13 até 14	662	0.12	0.153	0.05

Gráficos de figuras de mérito (14/10/04)



A segunda figura de mérito F_2 dado pela relação:

$$F_2 = \frac{F_1 (MC_p)_w}{A\tau} \ln \left[\frac{1 - \frac{1}{F_1} \left(\frac{T_{w1} - T_a}{H} \right)}{1 - \frac{1}{F_1} \left(\frac{T_{w2} - T_a}{H} \right)} \right]$$

Tabela de dados do ensaio do dia 15 de Outubro

Período (h)	Insolação (W/m2)	F2(Scook)	F2(T.16)	F2(Parab.)
10 até 11	592.1	-0.073	-0.066	-0.707
		-0.07	-0.612	
11 até 12	742.8	-0.03	-0.187	
		-0.17	-0.145	
		0	-0.0057	
		-0.013		
12 até 13	963.5	-0.326	-0.234	
			0.077	-1.187
13 até 14	932.7			

Figuras de Mérito (15/10/04)

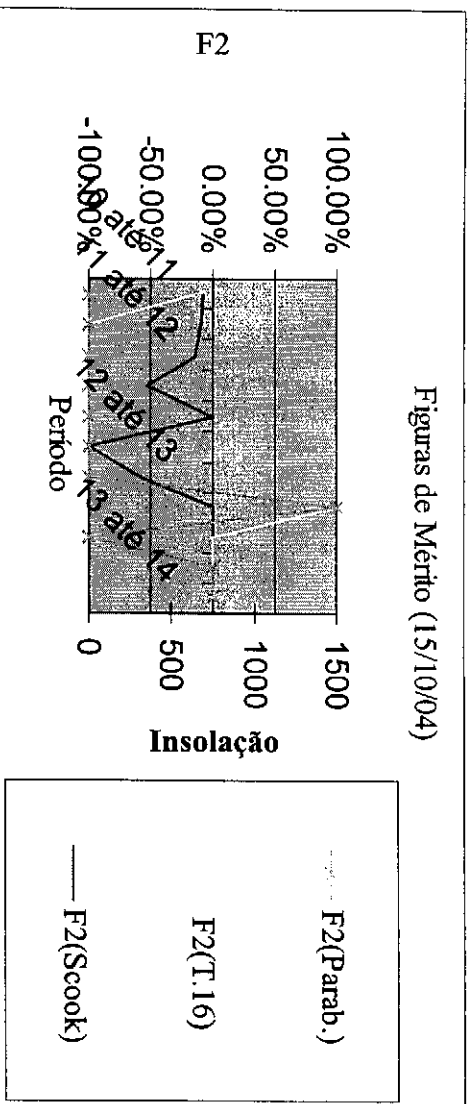


Tabela de dados de ensaio para F2

Período (h)	Insolação (W/m2)	F2(Scook)	F2(T.16)	F2(Parab.)
10 até 11	592.1	0.26	-0.062	-10.333
11 até 12	742.8	-1.317	-1.399	-1.399
12 até 13	963.5	-0.452	-0.452	0.424
13 até 14	932.7	0.654	-1.234	-0.592

Gráficos de figuras de mérito (15/10/04)

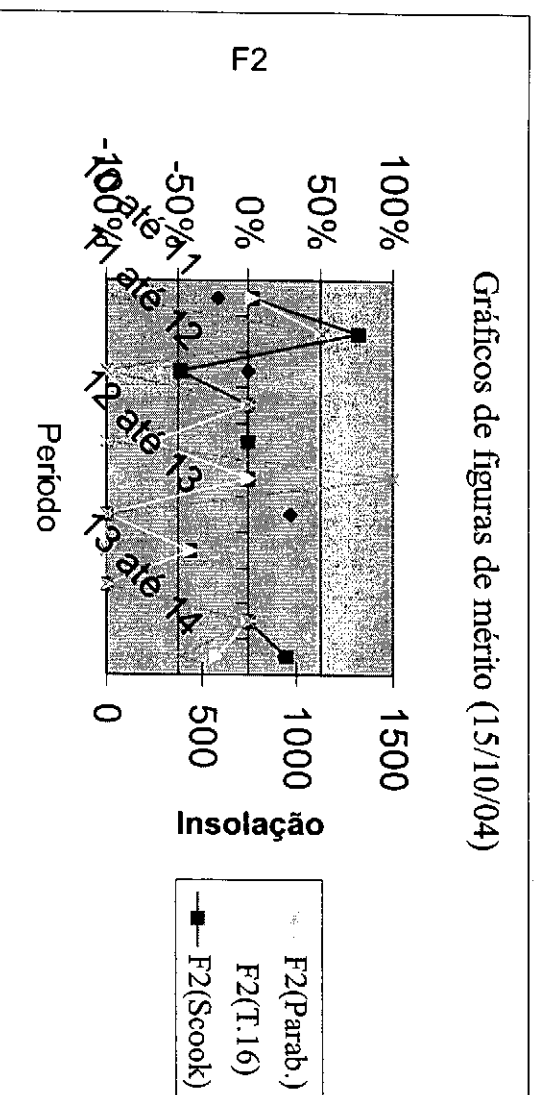
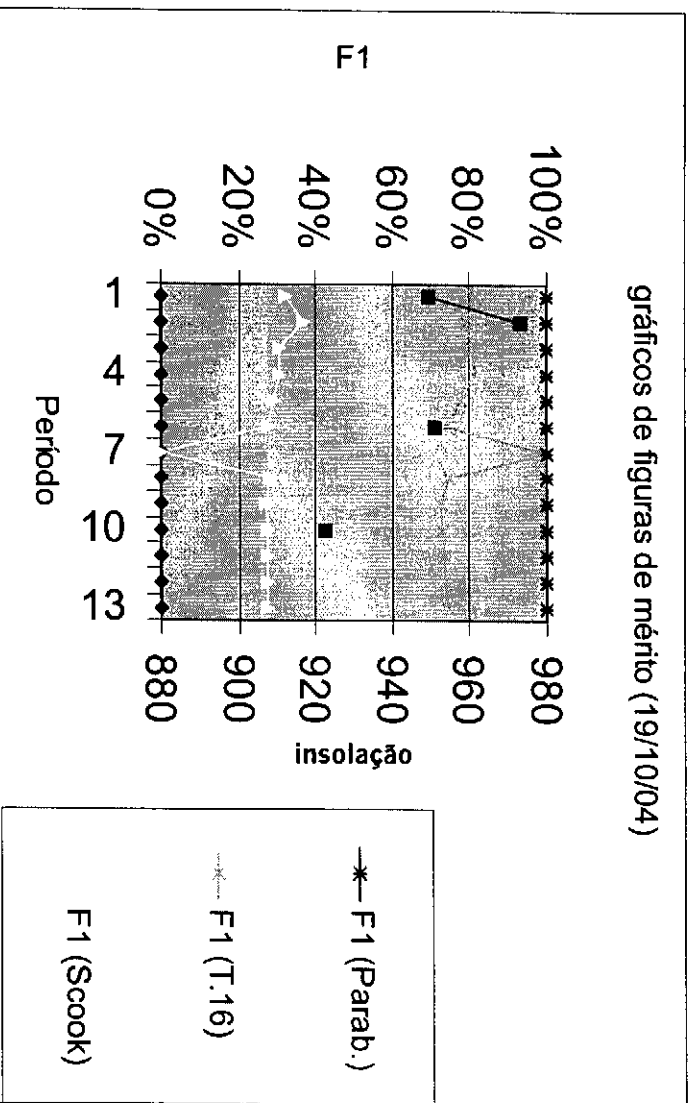


Tabela de dados de ensaio do dia 19 de Outubro

Período	Insolação (W/m ²)	F1 (Scook)	F1 (T.16)	F1 (Parab.)
10 até 11	949.3	0.059	0.091	0.034
11 até 12	973.5	0.077	0.09	0.043
		0.076	0.124	0.047
		0.078	0.131	0.048
		0.072	0.119	0.055
12 até 13	951.1	0.076	0.131	0.072
		0.075	124	0.073
		0.077	0.13	0.07
		0.077	0.13	0.078
13 até 14	922.7	0.08	0.134	0.078
		0.082	0.139	0.08
		0.08	0.135	0.078
		0.079	0.133	0.073

gráficos de figuras de mérito (19/10/04)



O rendimento do fogão é dado pela relação:

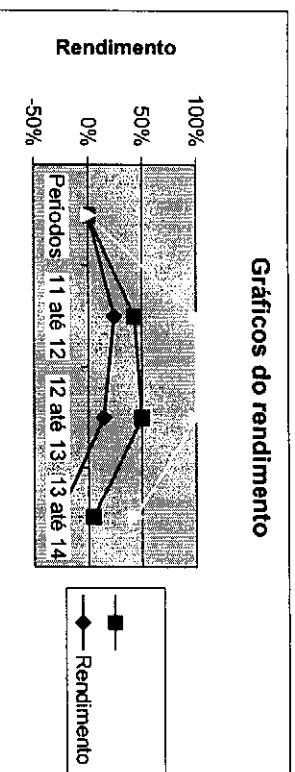
$$\eta = \frac{m * C_p * (T_f - T_i)}{I_g * A_{col} * dt}$$

I_g representa a radiação global em [w/m²]

A_{col} representa a área do vidro em [m²]

Rendimento			
Períodos	Scook	T. 16	Parab.
11 até 12	0.062	0.047	0.145
12 até 13	0.007	0.018	0.025
13 até 14	-0.013	0.015	0.018

Gráficos do rendimento



3.1.4 Conclusão

As experiências foram executadas quando a temperatura ambiente esta entre 20 e 35 °C para garantir rendimento satisfatório. A temperatura antedita no interior do recipiente vai depender da quantidade de radiação solar que entra no fogão, bem como do nível de protecção térmica de que dispõe. As vezes a temperatura da água baixava devido a radiação difusão provocada pelo albedo. *(o que é albedo?)*
 A variação de radiação solar e medido no plano perpendicular ao raiu directo de radiação. A temperatura atingida no interior do recipiente depende da radiação solar que entra no fogão, bem como do nível de protecção térmica.

3.2.1. Painéis Solares

3.2.1.1 Descrição da tecnologia

A função de uma célula solar consiste em converter directamente a energia solar em electricidade. A forma mais comum das células solares o fazerem é através do efeito fotovoltaico.

Os principais componentes da célula fotovoltaica corresponde às camadas de materiais semicondutores onde é produzida a corrente eléctrica.

Além dos materiais semicondutores, a célula fotovoltaica apresenta dois contactos metálicos, em lados opostos, para fechar o circuito eléctrico. O conjunto encontra-se encapsulado entre um vidro e um fundo, essencialmente para evitar a sua degeneração com os factores atmosféricos (vento, chuva, poeira, vapor, etc).

Existem três tipos principais de células solares (ver figura 1):

- **As células mono-cristalinas** representam a primeira geração. O seu rendimento eléctrico é relativamente elevado (aproximadamente 16%, podendo subir até cerca de 23% em laboratório), mas as técnicas utilizadas na sua produção são complexas e caras.

Por outro lado, é necessária uma grande quantidade de energia no seu fabrico, devido à exigência de utilizar materiais em estado muito puro e com uma estrutura de cristal perfeita.

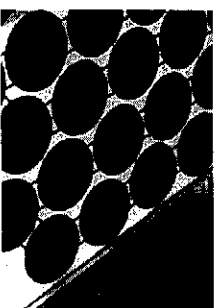
- **As células poli-cristalinas** têm um custo de produção inferior por necessitarem de menos energia no seu fabrico, mas apresentam um rendimento eléctrico inferior (entre 11% e 13%, obtendo-se até 18% em laboratório). Esta redução de rendimento é causada pela imperfeição do cristal, devido ao sistema de fabrico.
- **As células de silício amorfo** são as que apresentam o custo mais reduzido, mas em contrapartida o seu rendimento eléctrico é também o mais reduzido (aproximadamente 8% a 10%, ou 13% em laboratório). As células de silício amorfo são películas muito finas, o que permite serem utilizadas como material de construção, tirando ainda o proveito energético.



a)



b)



c)

- a) Células mono-cristalinas num painel
- b) Painel de células poli-cristalinas
- c) Painel solar a-Si

Figura 1 – Principais tipos de células fotovoltaicas

A conversão directa da radiação solar em electricidade consegue-se em materiais semicondutores, com campos electricos internos capazes de acelerar os pares electrão lacuna criados por incidência dos fótons solares por forma a gerar uma corrente eléctrica que alimenta um circuito eléctrico exterior.

3.2.1.2. Os diferentes tipos de painéis solares fotovoltaicos

Uma célula individual, unidade de base dum sistema fotovoltaico, produz apenas uma reduzida potência eléctrica, o que tipicamente varia entre 1 e 3 W, com uma tensão menor que 1 Volt. Para disponibilizar potências mais elevadas, as células são integradas, formando um módulo (ou painel). Ligações em série de várias células aumentam a tensão disponibilizada, enquanto que ligações em paralelo permitem aumentar a corrente eléctrica. A maioria dos módulos comercializados é composta por 36 células de silício cristalino, conectadas em série, para aplicações de 12V. Quanto maior for o módulo, maior será a potência e/ou a corrente disponível (ver figura 2).

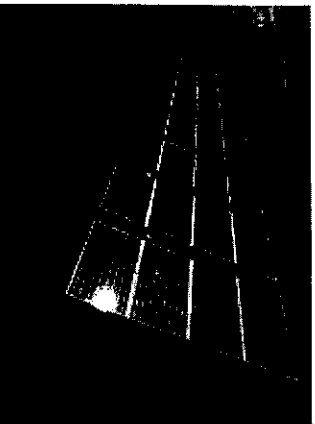


Figura 2 – Painéis solares fotovoltaicos

Encontram-se, geralmente, 3 tipos de painéis solares:

- ✓ Painéis de baixa voltagem / baixa potência feito de 3 até 12 pequenos segmentos de silício amorfo, com uma superfície total de alguns centímetros quadrados. A voltagem encontra-se entre 1.5 e 6 V, e a potência é de alguns miliwatts. O uso de este tipo de módulos é frequente em relógios, calculadoras...etc.
- ✓ Pequenos painéis de 1-10 W e 3-12 V. A utilização principal destes módulos é feita em rádios, jogos, pequenas bombas de água...etc.
- ✓ Grandes painéis de 10 até 60 W, com uma tensão de 6 ou 12 V.

A utilização principal é feita essencialmente em grandes bombas de água, para responder às necessidades de electricidade de caravanas (luz e refrigeração), e também em casas (ver figura 3).

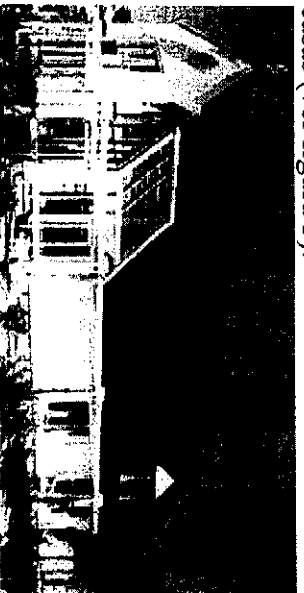


Figura 3 – Exemplo de aplicação de painéis solares fotovoltaicos.

3.2.1.3. Vantagens e desvantagens

A tecnologia solar fotovoltaica apresenta um grande número de **vantagens**:

– **Alta fiabilidade** – não tem peças móveis, o que é muito útil em aplicações em

locais isolados.

— **A fácil portabilidade e adaptabilidade dos módulos** - permite montagens simples e adaptáveis a várias necessidades energéticas. Os sistemas podem ser dimensionados para aplicações de alguns miliwatts ou de kiloWatts.

— **O custo de operação é reduzido** - a manutenção é quase inexistente: não necessita combustível, transporte, nem trabalhadores altamente qualificados.

— A tecnologia fotovoltaica apresenta **qualidades ecológicas** pois o produto final é não poluente, silencioso e não perturba o ambiente.

No entanto esta tecnologia apresenta também algumas **desvantagens**:

— O fabrico dos módulos fotovoltaicos necessita **tecnologia muito sofisticada** necessitando de um custo de investimento elevado.

— O **rendimento** real de conversão dum módulo é reduzido (o limite teórico máximo numa célula de silício cristalino é de 28%), face ao custo do investimento.

— Os geradores fotovoltaicos **raramente são competitivos do ponto de vista económico**, face a outros tipos de geradores (e.g. geradores a gás/óleo). A exceção restringe-se a casos onde existam reduziadas necessidades de energia em locais isolados e/ou em situações de grande preocupação ambiental.

— Quando é necessário proceder ao armazenamento de energia sob a forma química (baterias), o **custo** do sistema fotovoltaico torna-se ainda mais elevado.

3.2.1.3. Resultados esperados *de 27 a 111 dias*.

Tensão (V)	Corrente (mA)
0	0.76
3.7	0.7
8	0.66
9.5	0.63
11	0.58
12.1	0.49
14.5	0.37
15.5	0.32
16	0.28
16.5	0.27
16.7	0.25
17	0.23
17.8	0.21
17.8	0.2
17.8	0.19

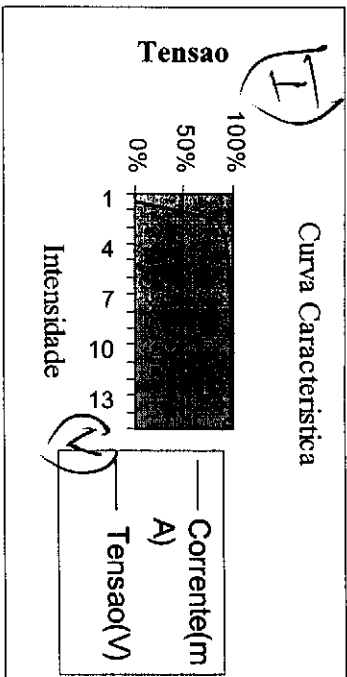
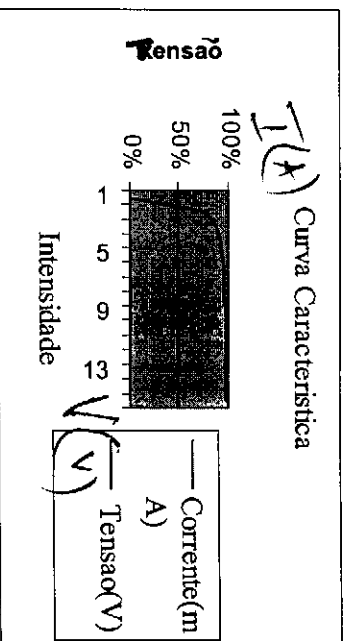


Fig. 7

Tensão (V)	Corrente (mA)
0	0.77
2.5	0.69
5	0.68
8.5	0.66
9	0.64
11	0.58
12.5	0.5
13	0.46
14	0.4
16	0.28
16.5	0.24
17	0.22
17.5	0.21
17.5	0.2
17.5	0.19

Tabela 7



3.2.1.4. Conclusão

A energia que um painel fotovoltaico produz depende em primeiro lugar da radiação que recebe.

Durante a variação da tensão em relação a intensidade de radiação nota que, quando a corrente é mínima a lâmpada apaga-se, isto é a sua tensão torna-se máxima.

4. Referência Bibliográfica

- Renewable energy resources, JOHN TWIDELL and TONY WEIR ansi/niso 1992
www.aondevomos.engbr/boletins/edição 10
www.aondevomos.engbr/produtos/fsobr
 HIMALAYA, Guia da energia solar