

Atividade Laboratorial 1.2

# Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico

Alexandre Reis  
Duarte Soares


Henrique Dias  
João Pratas

Ourique, 4 de maio de 2015

No âmbito de  
**Física e Química A**



Agrupamento de Escolas de Ourique  
*Escola Básica e Secundária de Ourique*



*"Few people are capable of expressing with equanimity opinions which differ from the prejudices of their social environment. Most people are even incapable of forming such opinions."*

**- Albert Einstein**



## Resumo

Neste Relatório pretende-mos demonstrar os resultados obtidos numa experiência efetuada em aula, a Atividade Laboratorial (A.L) 1.2, relativa ao âmbito do estudo da Física e ao estudo da radiação e interação desta com o meio.

Na atividade laboratorial efetuada, foi construído um circuito elétrico no qual a fonte de alimentação era um painel fotovoltaico, união de várias células fotovoltaicas, iluminado com uma lâmpada incandescente, com o intuito de testar a eficiência desta com diferentes ângulos de incidência de radiação,  $0^\circ$  e  $45^\circ$ . Para tal, no mesmo circuito foram introduzidos outros dispositivos para simular a resistência dos aparelhos domésticos e fazer leitura do potencial e intensidade da corrente: um reóstato, um voltímetro e um amperímetro, respetivamente.

Ao variar a resistência do reóstato, foram obtidos diferentes resultados, todos estes anotados e processados sobre forma de resistência da corrente ( $R = \frac{U}{I}$ ) em *ohm* ( $\Omega$ ), e sob forma de potencia elétrica ( $P_{elétrica} = UI$ ) em *watts* ( $W$ ).

A colocação da potência elétrica em função da resistência da corrente, permitiu concluir que a inclinação da célula fotovoltaica não só altera a eficiência desta, como que a inclinação de  $0^\circ$  é mais eficiente que a inclinação de  $45^\circ$ , pois assim a célula absorve uma maior quantidade de radiação tornando-se mais eficaz.

**Palavras-chave:** física, radiação, célula fotovoltaica, eficiência.

# Índice

<b>Lista de Figuras</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>v</b>
<b>1 Objetivos</b>	<b>1</b>
<b>2 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>3 Protocolo Experimental</b>	<b>3</b>
3.1 Material . . . . .	3
3.2 Procedimento . . . . .	3
<b>4 Observações</b>	<b>4</b>
<b>5 Tratamento e Análise de Dados</b>	<b>4</b>
<b>6 Conclusões</b>	<b>6</b>
6.1 Exercício . . . . .	6
6.1.1 Resolução . . . . .	6
<b>Referências</b>	<b>6</b>

## Lista de Figuras

1	Fabrico de uma célula fotovoltaica . . . . .	1
2	Esquematização de um sistema de Painéis Solares numa habitação . . . . .	2
3	Esquema de montagem . . . . .	3
4	Potência Fornecida pela Célula Fotovoltaica a $0^\circ$ de inclinação . . . . .	4
5	Potência Fornecida pela Célula Fotovoltaica a $45^\circ$ de inclinação . . . . .	5

## Lista de Tabelas

1	Dados registados . . . . .	4
---	----------------------------	---



# 1 Objetivos

No dia 24 de abril de 2015, na Escola Básica e Secundária de Ourique, foi conduzida uma experiência de forma a testar qual o **grau de inclinação**, entre uma fonte de luz e uma célula fotovoltaica, que permite obter uma melhor **eficácia** relacionada com a quantidade de **energia produzida**.

# 2 Introdução

Na atividade laboratorial aqui relatada foi utilizado um **painel fotovoltaico**, ou seja, uma **associação** de células fotovoltaicas que transforma **radiação solar** (energia solar) em **eletricidade** (energia elétrica) devido à **diferença de potencial** ( $U$ ), ou seja, na diferença de energia elétrica potencial por unidade de carga elétrica entre dois pontos, gerada entre os polos do painel.



Figura 1: Fabrico de uma célula fotovoltaica

Os painéis fotovoltaicos podem ser instalados em diversas quantidades de forma a que possam fornecer energia elétrica a um determinado conjunto de eletrodomésticos. Mas, para que tal seja possível, é necessário o conhecimento de dois valores:

- A **potência média solar** recebida por unidade de superfície terrestre durante o dia;
- A **potência elétrica** a debitar.

A **potência** elétrica ( $P$ ) é a quantidade de energia transferida por unidade de tempo. Exprime-se, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI) em watts ( $W$ ). E pode ser calculada do seguinte modo:

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

Nesta atividade, é utilizado um **reóstato** que irá simular os aparelhos elétricos de uma casa. Um reóstato é um dispositivo que permite variar a **resistência** de um circuito elétrico.

A **resistência** elétrica ( $R$ ) é a capacidade de um corpo de resistir à passagem da corrente elétrica. A unidade do SI da resistência elétrica é o **ohm**, representado pela letra grega ômega, na sua forma maiúscula ( $\Omega$ ).

A resistência pode, então, ser relacionada com duas outras grandezas:

- Com a **diferença de potencial** ( $U$ ) nos terminais do painel fotovoltaico;
- E com a **intensidade da corrente** ( $I$ ), que consiste na taxa de transferência de carga elétrica, que percorre o circuito.

Esta relação pode ser traduzida pela seguinte expressão matemática:

$$R = \frac{U}{I}$$

A potência elétrica é um fator muito importante nesta atividade experimental, pois é através desta grandeza que será determinada a inclinação da luz que permite uma maior eficácia na produção de energia.

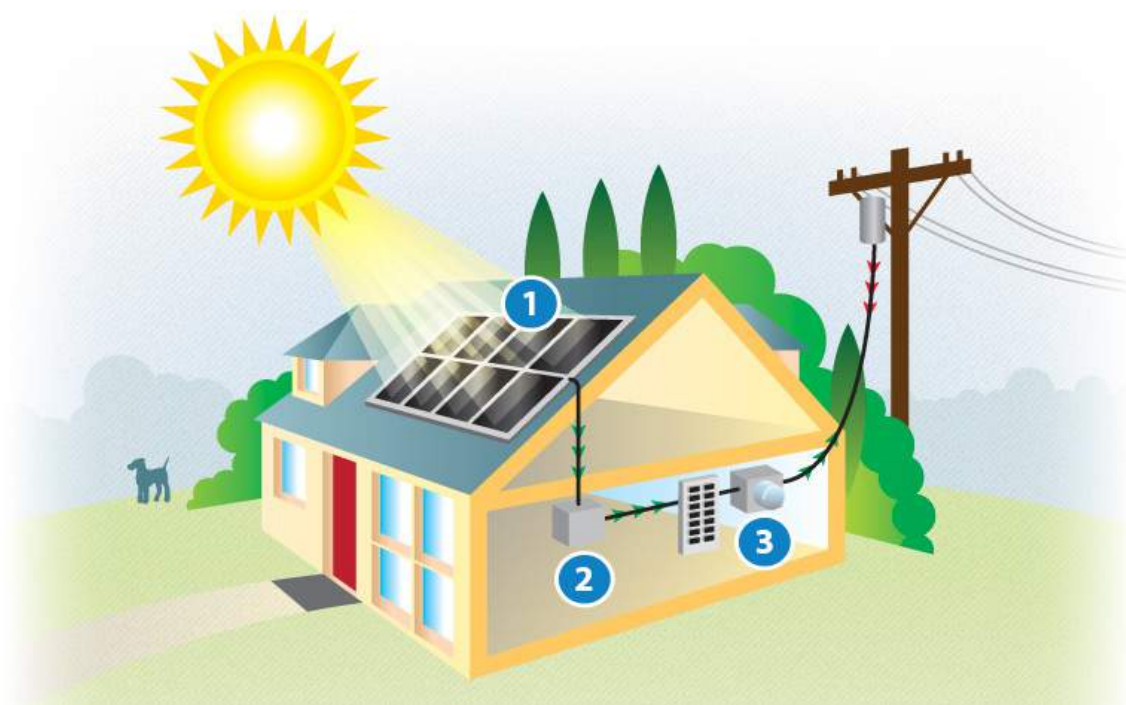


Figura 2: Esquematização de um sistema de Painéis Solares numa habitação

Num circuito elétrico, a potência depende, à semelhança da resistência, da diferença de potencial e da intensidade da corrente. Podemos traduzir esta relação pela seguinte expressão:

$$P_{eletrica} = UI$$

Relacionando a potência elétrica com a resistência, pode-se ainda obter outra expressão:

$$P_{eletrica} = I^2 R$$



### 3 Protocolo Experimental

Nesta seção encontra-se tudo o que se relaciona com o decorrer da atividade laboratorial: desde os materiais utilizados aos passos a efetuar.

#### 3.1 Material

- Célula fotovoltaica;
- Reóstato;
- Amperímetro;
- Voltímetro;
- Candeeiro com lâmpada de incandescência;
- Fios de ligação e interruptor;
- Régua e transferidor.

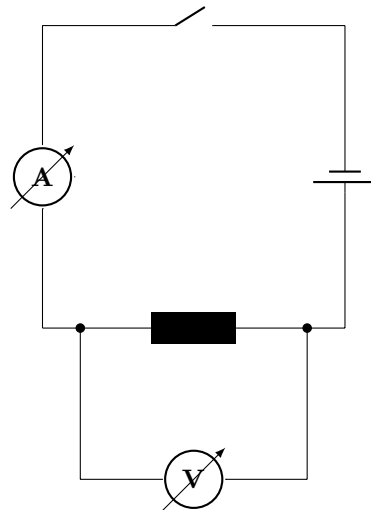


Figura 3: Esquema de montagem

#### 3.2 Procedimento

1. Montamos o circuito elétrico, tal como representado na figura 3. A célula fotovoltaica, fonte de energia deste circuito, foi ligada em série com um reóstato. No circuito foi ligado um voltímetro em paralelo<sup>[1]</sup> e um amperímetro em série<sup>[2]</sup>. Finalizamos o circuito com um interruptor em série com amperímetro e a célula fotovoltaica.
2. De seguida colocou-se uma lâmpada de incandescência a 6.5 cm da célula fotovoltaica a qual ficou com um ângulo de incidência de 0°.
3. A lâmpada foi ligada e registou-se 10 variações da resistência, através da regulação desta pelo reóstato.
4. Por fim, alterou-se o grau de incidência para 45° e repetiu-se o passo 3.

## 4 Observações

Nesta secção encontram-se as tabelas cujos valores representam a intensidade, diferença de potencial, potência e resistência dos 10 registos efetuados para cada uma das partes da atividade.

Há que referir que a **incerteza de leitura** é de 0.1, tanto para o voltímetro como para o amperímetro.

Inclinação: 0°				Inclinação: 45°			
$I/A$	$U/V$	$P/W$	$R/\Omega$	$I/A$	$U/V$	$P/W$	$R/\Omega$
0.3	3.7	1.11	12.33	0.3	3.5	1.05	11.67
0.4	3.6	1.44	9.00	0.3	3.4	1.02	11.33
0.5	3.5	1.75	7.00	0.3	3.0	0.90	10.00
0.5	3.4	1.70	6.80	0.3	2.5	0.75	8.33
0.5	3.3	1.65	6.60	0.3	2.3	0.69	7.67
0.6	3.2	1.92	5.33	0.3	2.0	0.60	6.67
0.6	3.1	1.96	5.17	0.3	1.8	0.48	6.00
0.6	3.0	1.80	5.00	0.3	1.4	0.42	4.67
0.7	2.9	2.03	4.14	0.3	1.0	0.30	3.33
0.7	1.5	1.05	2.14	0.3	0.2	0.06	0.67

Tabela 1: Dados registados

## 5 Tratamento e Análise de Dados

Nesta secção encontram-se os resultados obtidos das diversas observações efetuadas durante a atividade laboratorial.

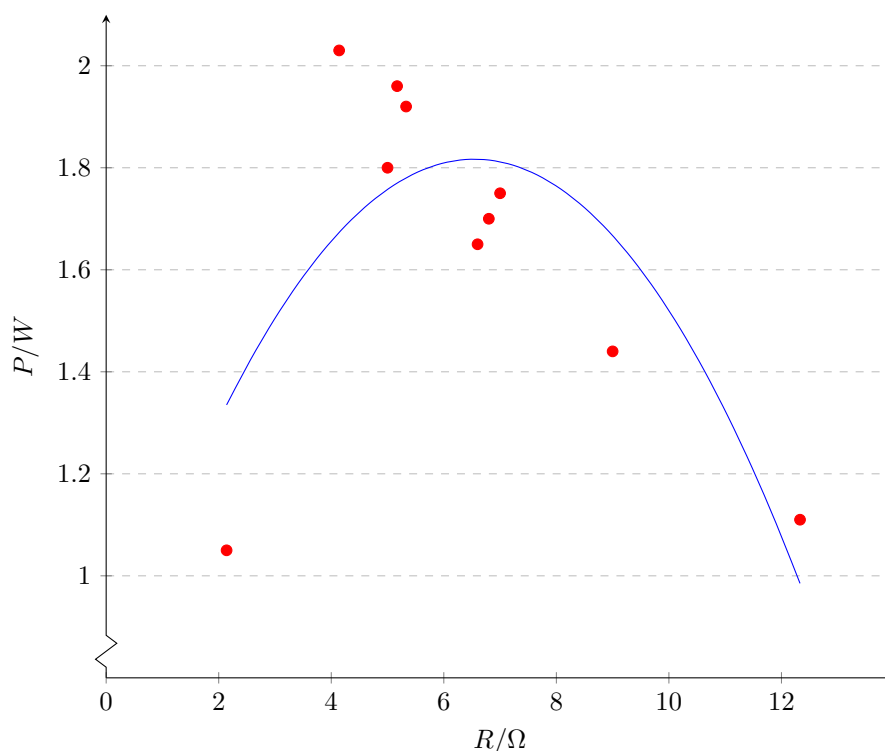


Figura 4: Potência Fornecida pela Célula Fotovoltaica a  $0^\circ$  de inclinação

Na figura 4 é possível observar a potência fornecida pela célula fotovoltaica com a radiação a ser-lhe **incidida** num **ângulo de  $0^\circ$** . Os dados obtidos estão assinalados a vermelho. A azul, encontra-se a função de regressão quadrática correspondente aos dados.

A equação de regressão correspondente à variação da potência em função da resistência com inclinação de  $0^\circ$  é:

$$f_0(x) = 7.531 * 10^{-1} + 3.25x * 10^{-1} - 2.484x^2 * 10^{-2}$$

Analisando tal equação, é possível verificar que o seu **máximo absoluto** é de, aproximadamente, 1.817. Tal valor corresponde à potência máxima produzida pela célula fotovoltaica com uma inclinação de  $0^\circ$ . Então temos:

$$P_0(max) = 1.817 \text{ W}$$

A figura 5 mostra os valores obtidos para um ângulo de inclinação de  $45^\circ$  nas **mesmas** condições. Infelizmente, os dados obtidos não nos permitiram obter um gráfico com curva que tivesse um máximo absoluto no intervalo de resistência testado.

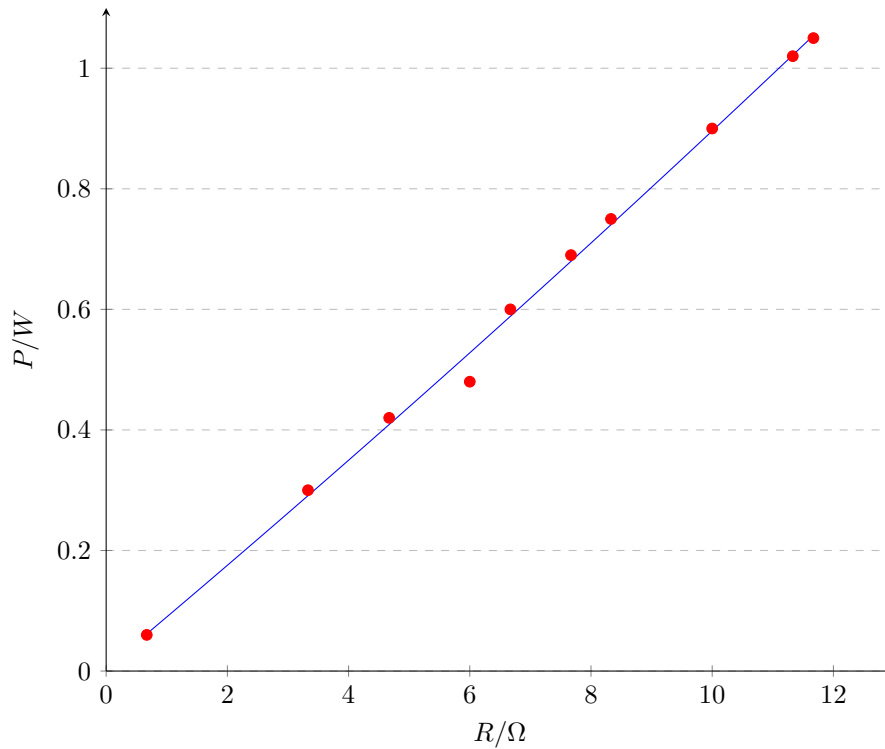


Figura 5: Potência Fornecida pela Célula Fotovoltaica a  $45^\circ$  de inclinação

A equação de regressão correspondente à variação da potência em função da resistência com inclinação de  $45^\circ$  é:

$$f_{45}(x) = 5.044 * 10^{-3} + 8.44x * 10^{-2} + 4.871x^2 * 10^{-4}$$

Mesmo não tendo curva, podemos observar que, para os mesmos valores de resistência, a potência obtida é menor com uma inclinação de  $45^\circ$  do que com  $0^\circ$ . Temos que:

$$P_{45}(max) = 1.05 \text{ W}$$

$$P_0(max) > P_{45}(max)$$

E ainda podemos verificar que:

$$f_0(6.544) \approx 1.817 \text{ W}$$

$$f_{45}(6.544) \approx 0.578 \text{ W}$$

$$f_0(6.544) > f_{45}(6.544)$$

Tais dados levam-nos a concluir que a instalação de painéis solares com um ângulo de inclinação, relativamente à fonte de luz, de  $0^\circ$  é mais eficaz do que com um ângulo de  $45^\circ$ .

## 6 Conclusões

A atividade experimental realizada permitiu-nos consolidar os nossos conhecimentos relativos à matéria das células fotovoltaicas.

Concluimos que a inclinação mais adequada de forma a que o painel aproveite ao máximo a radiação incidente é de  $0^\circ$ . Tal quer dizer que os painéis solares devem ser montados perpendicularmente às radiações solares.

Algumas das perguntas indicadas no caderno de atividades laboratoriais já foram respondidas ao longo do relatório, mas a última não foi. Aqui está a pergunta e a respetiva resposta.

### 6.1 Exercício

Suponha que pretende instalar numa habitação painéis fotovoltaicos de modo a colocar em funcionamento os seguintes eletrodomésticos:

- Fogão elétrico ( $P = 2000 \text{ W}$ );
- Máquina de lavar ( $P = 1000 \text{ W}$ ).

Estima a área desses painéis solares, sabendo que cada painel utiliza a potência de  $75 \text{ W}$  de radiação solar por cada metro quadrado.

#### 6.1.1 Resolução

$$P_{\text{util}} = P_{\text{fogao}} + P_{\text{maquina}} = 2000 + 1000 = 3000 \text{ W}$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ ————— } 75 \text{ W}$$

$$A \text{ ————— } 3000 \text{ W}$$

$$A = 3000/75 = 40 \text{ m}^2$$

A área necessária de painéis solares necessária para satisfazer as necessidades elétrica da habitação em questão é de  $40 \text{ m}^2$ .

## Referências

- [1] Vários. Circuito paralelo - wikipédia, a enciclopédia livre. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_paralelo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito_paralelo).
- [2] Vários. Circuito série - wikipédia, a enciclopédia livre. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_s%C3%A9rie](https://pt.wikipedia.org/wiki/Circuito_s%C3%A9rie).