Escola Secundária Morgado Mateus

Disciplina de Física e Química A

“Os Painéis Fotovoltaicos”

Nome: Francisco Manuel Silvano Flórido e Cubal, nº16 – 10ºA

Professora: Alcinda Anacleto

Ano lectivo 2008/2009

Índice

Introdução……3

I – Painéis Solares Fotovoltaicos

1.1- Descrição de um painel ……4
1.2- Diferentes tipos de painéis solares fotovoltaicos……6
1.3- Grandes Instalações solares ……9
1.4- Aplicações dos painéis fotovoltaicos……10
1.5- Vantagens e Desvantagens ……11

II – Anexos

2.1 - Painéis Solares no Espaço ……12

2.2- Os Semicondutores e fotos de instalações solares em edifícios ……13

2.3- Produção mundial de painéis solares ……14

2.4- Excertos de artigos acerca desta temática ……15

2.6- As Energias Renováveis em Vila Real ……16

2.6- Novas Tecnologias……18

Conclusão ……19

Bibliografia ……20

Introdução

O tema do trabalho incide sobre os painéis fotovoltaicos. Foi-me proposto no âmbito da disciplina de Física e Química A, pela professora Alcinda Anacleto.

Quando pesquisei nas diferentes fontes bibliográficas, como seja: manuais escolares, enciclopédias, internet, artigos nos jornais sobre esta temática não encontrei dificuldades, mas vantagens. A selecção da informação foi uma das minhas preocupações ao longo de todo o trabalho. Aprendi que os painéis fotovoltaicos têm vindo a proliferar, estando vários países a apostar nas energias renováveis. Portugal possui já grandes instalações solares e ocupa a terceira posição no ranking europeu, como irei referir neste trabalho. Também no total de energia transformada em energia eléctrica a partir do Sol encontra-se no décimo quinto lugar do ranking europeu.

Espero que este trabalho seja do agrado da professora, pois eu gostei bastante de o realizar.

Descrição de um Painel Fotovoltaico

Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células solares, pois captam, em geral, a luz do Sol. Estas células são, por vezes, e com maior propriedade, chamadas de células fotovoltaicas, ou seja, criam uma diferença de potencial eléctrico por acção da luz (seja do Sol ou não).

Descrição da sua Tecnologia

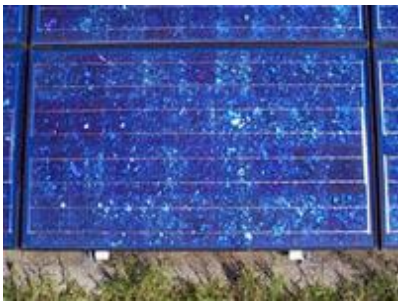
Existem três tipos principais de células solares (ver figuras):

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.
Existem ainda células de Telureto de cádmio (CdTe) e Dissulfeto de cobre e índio (CIS), só que estes são elementos altamente tóxicos (Cd, Se eTe), ou muito raros (Te, Se, In e Cd).

Células mono-cristalinas num painel



Painel de células poli-cristalinas

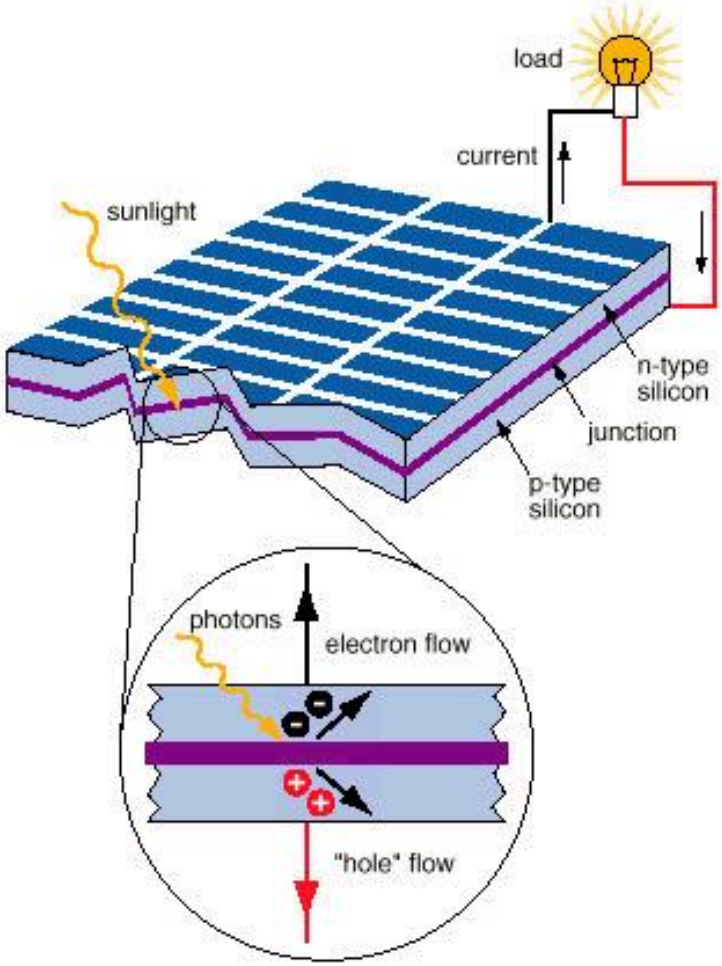
Painel solar a-Si

Principais tipos de células fotovoltaicas (Fonte: Australian CRC for Renewable Energy Ltd)

Rendimento eléctrico dos vários tipos de células fotovoltaicas (Fonte: BP Solar)

	Rendimento típico	Máximo registado em aplicações	Rendimento máximo registado em laboratório
Mono-cristalina	12-15%	22.7%	24.0%
Poli-cristalina	11-14%	15.3%	18.6%
Silício amorfo	6-7%	10.2%	12.7%

A conversão directa da radiação solar em electricidade consegue-se em materiais semicondutores ***(ver em anexos a definição)***, com campos eléctricos internos capazes de acelerar os pares electrão-lacuna criados por incidência dos fotões solares por forma a gerar uma corrente eléctrica que alimenta um circuito eléctrico exterior. (ver figura a seguir)



Conversão directa da radiação solar em electricidade
(Fonte: Australian CRC for Renewable Energy Ltd)

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).

Painéis solares fotovoltaicos

Uma "árvore" Fotovoltaica na Áustria

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).

Produção mundial de energia solar

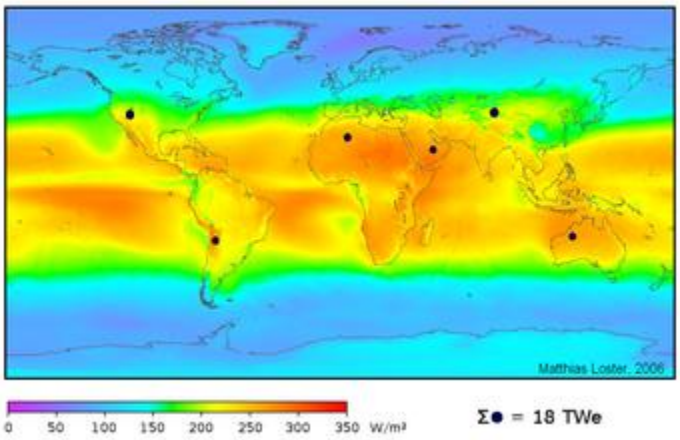
País ou região	****	Fora da rede (MWp)	Ligado à rede (MWp)	Total (MWp)	Wp/capita Total	Preço €/Wp	kW·h/kWp·yr Insolação	Incentivo cêntimos/kW·h
Mundo	2007	127,9	2130	2258		2,5–11,2	800–2902	0–65
	Total	662,3	7178	7841				
Alemanha[3][4]	2007	35	1100	1135	46.8	4,0–5.3	1,000–1,300 [5]	51,8–56,8
	Total	35	3827	3862				
Japão[4][6]	2007	1,562	208,8	210,4	15	2,96	1200–1600	terminou em 2005
	Total	90,15	1829	1919				
Estados Unidos[4][7]	2007	55	151,5	206,5	2,8	2,98	900–2150[5]	1,2–31,04
	Total	325	505,5	830,5				
Espanha[4]	2007	22	490	512	15,1	3,0–4,5	1600–2200	18,38–44,04
	Total	29,8	625,2	655				
Itália[4][8]	2007	0,3	69,9	70,2	2,1	3,2–3,6	1400–2200	36,0–49,0
	Total	13,1	107,1	120,2				
Austrália[4][9]	2007	5,91	6,28	12,19	4,1	4,5–5,4	1450–2902 [10]	0–26,4
	Total	66,45	16,04	82,49				
Coreia do Sul[4][11]	2007	0	42,87	42,87	1,6	3,50–3,84	1500–1600	56,5–59,3
	Total	5943	71,66	77,60				
França[4][12]	2007	0,993	30,31	31,30	1,2	3,2–5,1	1100–2000	30,0–55,0
	Total	22,55	52,68	75,23				
Países Baixos[4][13]	2007	0,582	1,023	1,605	3.3	3,3–4,5	1000–1200	1,21–9,7
	Total	5,3	48	53,3				
Suíça[4][14]	2007	0,2	6,3	6,5	4,9	3,18–3,30	1200–2000	9,53–50,8
	Total	3,6	32,6	36,2				
Áustria[4]	2007	0,055	2,061	2,116	3.4	3,6–4,3	1200–2000	
	Total	3,224	24,48	27,70				
Canadá[4][15]	2007	3,888	1,403	5,291	0.8	3,76	900–1750	0–29,48
	Total	22,86	2,911	25,78				
México[4]	2007	0,869	0,15	1,019	0.2	5,44–6,42	1700–2600	Não tem
	Total	20,45	0,3	20,75				
Reino Unido[4][16]	2007	0,16	3,65	3,81	0.3	3.67–5,72	900–1300	0–11,74
	Total	1,47	16,62	18,09				
Portugal[17]	2007	0,2	14,25	14,45	1.7	6,3-11,4 [18]	1600–2200	65 [19]
	Total	2,841	15,03	17,87				

(Fonte: Yupedia)

Análise da Tabela sobre a produção mundial de energia solar

Estima-se que o total da potência de pico instalada em painéis solares tenha sido da ordem dos 8 GWp (gigawatts-pico). A tabela seguinte compara a capacidade instalada total com a instalada só em 2007. O total de instalações ligadas à rede eléctrica estão separadas das instalações isoladas. A tabela também mostra a capacidade instalada *per capita*, assim como o preço por watt-pico e o valor pago pelos Estados como incentivo à produção de electricidade a partir de energia solar. A chamada insolação é uma medida do rendimento do painel — por cada kWp instalado, quantos kWh são produzidos num ano. Este valor depende de vários factores controláveis como a orientação do painel em relação ao Sol e o material com que o painel é feito. O número de horas de sol por dia é um factor bastante importante e não se pode controlar.

A posição dos painéis fotovoltaicos



Radiância solar média (W/m²). Este valor corresponde a uma superfície horizontal. Os painéis solares são normalmente dispostos obliquamente, recebendo assim, mais energia. Os pontos negros representam a área necessária para satisfazer as necessidades em electricidade do mundo inteiro.

Como está supra indicado, de forma a optimizar a radiação recebida, os painéis solares devem ser colocados voltados para Sul, no caso do Hemisfério Norte, com um ângulo de inclinação variável que depende da latitude.

Grandes Instalações Solares

Posição	Potência de PicoDC	Localização	Descrição	Energia produzida
1	69,6 MW	Puertollano, Espanha[21]	400 000 módulos	consumo de 39 000 lares
2	60 MW	Olmedilla, Espanha[22]	270 000 módulos	85 GWh/ano
3	46,4 MW	Amareleja, Portugal[23]	262 080 módulos	93 GWh/ano
4	40 MW	Brandis, Alemanha[24]	550 000 módulos (em construção)	40 GWh/ano
5	34 MW	Arnedo, Espanha[25]	172 000 módulos	44 GWh/ano

Central Fotovoltaica Hércules em Moura.

O número e a dimensão das centrais solares fotovoltaicas têm aumentado substancialmente nos últimos anos, especialmente em Espanha, onde se localizam 40 das 50 maiores centrais. (**Gráfico da evolução a nível mundial** da utilização dos painéis fotovoltaicos encontra-se nos **anexos**)

(Adaptado de Yupedia)

Aplicações dos Painéis Solares Fotovoltaicos

O baixo rendimento no processo de conversão e o elevado custo das tecnologias empregues são ainda factores impeditivos de uma utilização em larga escala, mas em numerosas aplicações de electrificação no domínio das necessidades de energia eléctrica de baixa e média potência já é viável na:

- Electrificação de casas em locais isolados (meio rural);
- Bombagem de água;
- Sinalização (bóias marítimas, faróis, aeroportos, passagens de nível…);
- Sistemas de telecomunicações (TV, rádio, telefone);
- Dispositivos usados na dessalinização da água salgada);
- Alimentação de parquímetros;
- Aplicações de micro potência (relógios, máquinas de calcular, rádios portáteis, lanternas, etc.);
- Aplicações nocturnas ligadas à iluminação.

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 de combustível, transporte, nem trabalhadores altamente qualificados.
- A tecnologia fotovoltaica apresenta **qualidades ecológicas** pois o produto final não é poluente, é silencioso e não perturba o ambiente.

No entanto esta tecnologia apresenta também algumas desvantagens:

- O fabrico dos módulos fotovoltaicos necessita tecnologia muito sofisticada e necessita 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 gasóleo). A excepção restringe-se a casos onde existam reduzidas 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 (bactérias), o **custo** do sistema fotovoltaico torna-se ainda mais elevado.

Impacto ambiental das centrais solares:

As centrais solares não emitem gases tóxicos para a atmosfera, mas apresentam dois problemas:

- **Impacto Paisagístico;**
- **Ocupação de grandes extensões de terreno.**

(Adaptado da Enciclopédia do Estudante, volume 11 – Física e Química)

Anexos

Artigo retirado da Yupedia:

Painéis solares no Espaço:

"Provavelmente o uso mais bem sucedido de painéis solares é em veículos espaciais, incluindo a maioria das naves que orbitam a Terra e Marte, e naves viajando rumo a regiões mais internas do sistema solar. Nas regiões mais afastadas do Sol, a luz é muito fraca para produzir energia o suficiente e, por isso, são utilizados geradores termoeléctricos de radioisótopos.

Alguns pesquisadores estão a desenvolver satélites de energia solar: plantas solares espaciais — satélites com um grande número de células fotovoltaicas que iriam enviar a energia captada para a Terra usando microondas ou lasers. As agências espaciais Japonesa e Europeia têm anunciado plano de desenvolver este tipo de plantas no primeiro quartel do século XXI.

Ao contrário dos foguetes químicos, que são impulsionados por uma reacção química no propelente, usando os gases de exaustão como massa de reacção, alguns métodos de propulsão de naves espaciais têm uma forma de expelir a massa da reacção alimentados por electricidade. Utilizando energia solar ou energia nuclear, esses métodos possuem um impulso específico. A quantidade de massa necessária para a reacção cresce exponencialmente com o aumento da velocidade a ser produzida, porém reduzidamente se o impulso é alto (mas o impulso não deve ser muito alto porque a energia necessária é proporcional para um impulso específico maior). Com a energia solar, a aceleração que pode ser produzida é muito baixa (baixa para um lançamento), mas de muito maior duração. Os tempos de queima são meses ao invés de minutos, o que significa que há mais trabalho desenvolvido com menos massa ejectada.

As naves espaciais são construídas de modo a que os painéis solares possam orientar-se independentemente do movimento da nave. Assim consegue-se optimizar a produção de energia orientando o painel na direcção da luz, não importando para onde a nave esteja apontando.

Actualmente, a energia solar, além de usada para propulsão, tem sido utilizada em satélites artificiais que orbitam outros planetas. Como exemplo, as sondas Magellan em órbita de Vénus, e a "Mars Global Surveyor", de Marte fazem uso da energia solar, da mesma forma que muitos artefactos que orbitam a Terra, como o Telescópio Espacial Hubble. Para missões futuras, é desejável reduzir a massa dos painéis solares e aumentar a potência gerada por unidade de área. Isto reduzirá a massa total da nave, e possibilitará operações a distâncias maiores do Sol. A sonda espacial Rosetta, lançada em 2 de Março de 2004, usará painéis solares nas proximidades de Júpiter (5,25 UA); anteriormente, o uso mais distante de painéis solares foi com a nave Stardust, à distância de 2 UA."

Os Semicondutores

"Os semicondutores são substâncias que, à temperatura ambiente, não conduzem electricidade. No entanto, se forem submetidos a radiações, por exemplo, do tipo da luz solar, e a aumentos de temperatura, a sua condutividade aumenta e geram uma corrente eléctrica. O germânio, o silício e o selénio são as substâncias mais utilizadas na indústria e no laboratório como semicondutores."

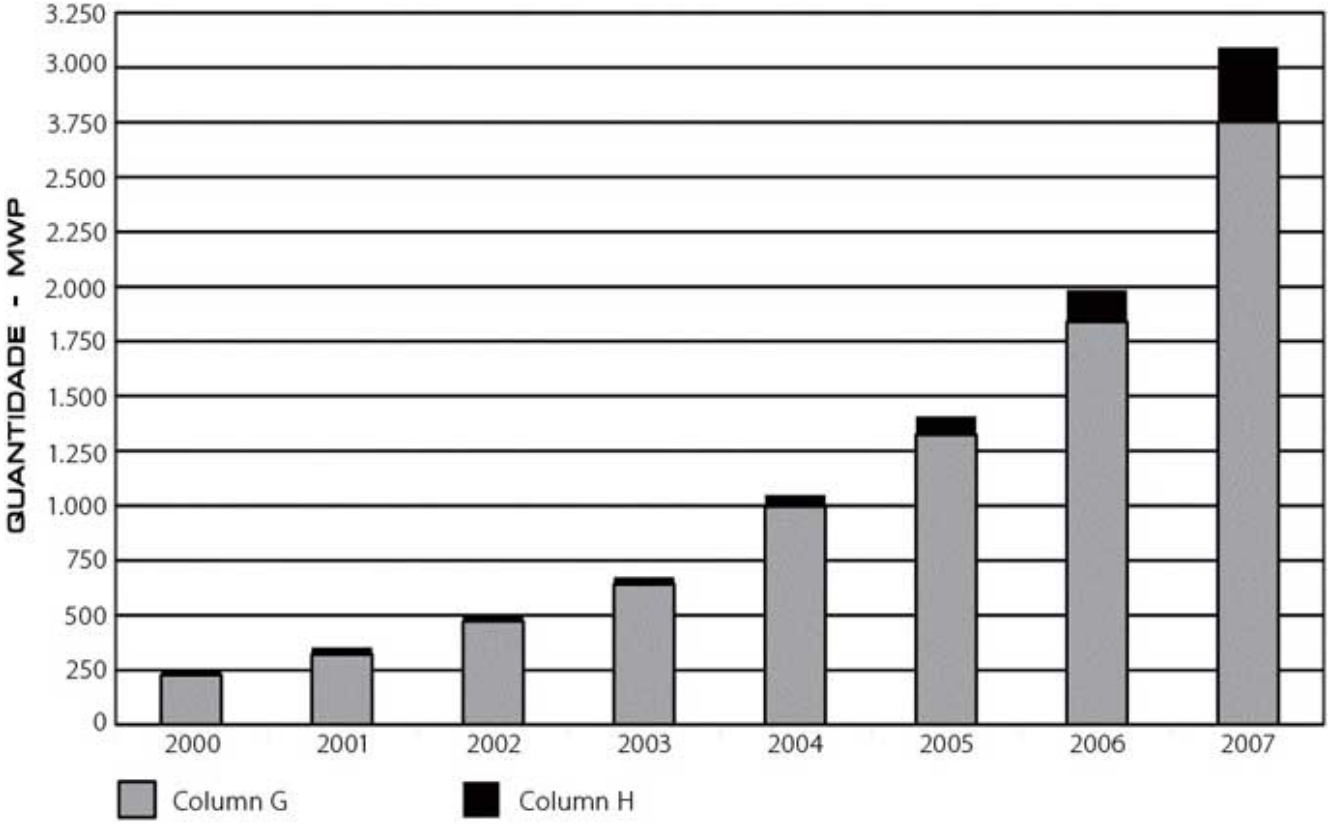
(Adaptado da Enciclopédia do Estudante, Volume 11 – Física e Química)

Edifício em Freiburg, Alemanha, com painéis fotovoltaicos na fachada

Cobertura do London City Hall com sistema fotovoltaico

Sheds com módulos fotovoltaicos no centro de tecnologia da Schüco na Alemanha

Utilização Mundial de Painéis Fotovoltaicos



As principais conclusões retiradas deste gráfico:

Pode-se verificar que existe **um aumento da utilização dos painéis fotovoltaicos** ao longo do tempo, pois é maior a energia eléctrica gerada por estes (conforme representam as colunas).

Verifica-se também que no ano 2000 a quantidade de MWP é de 250 aumentando exponencialmente, terminando no ano de 2007 com a quantidade de aproximadamente 3070 MWP.

Excertos de artigos:

"Portugal é um país com inúmeras disponibilidades em termos de fontes de energia e o recurso à fontes de energia renováveis/alternativas proporcionam uma elevada autonomia em relação ao sector eléctrico (muito dependente das variações do preço do petróleo no mercado internacional)."

Adaptado do site www.brigansol.pt

"Vila Real é um dos distritos portugueses que mais contribui para a produção de energias renováveis.

Quarenta e três por cento da energia consumida em Portugal, em 2008, teve origem em fontes de energia renováveis.

Os números são da Direcção Geral de Energia e Geologia e representam 8151 megawatts de potência renovável.

Para este aumento muito contribuiu a região norte do país, que representa a maior fatia de produção de energia eléctrica, a partir de fontes renováveis.

A produção de energia eléctrica a partir de fontes de energias renováveis está concentrada no Norte do país e entre os distritos de Braga, Coimbra, Viana do Castelo e Viseu, aparecem os distritos de Bragança e Vila Real. "

Adaptado da Rádio Brigantina

"José Sócrates, [Primeiro-Ministro de Portugal] que presidiu a uma cerimónia, apelou aos portugueses para que instalem painéis solares nas suas casas, "poupando na factura energética" e contribuindo para "melhorar a eficiência energética do país" e para que "empresas como a Energie cresçam"."

Extraído da Yupedia

A energia renovável em Vila Real

Artigo elaborado por: Francisco Manuel Silvano Flórido e Cubal

Fotógrafo: Francisco Manuel Silvano Flórido e Cubal

Existem inúmeras fontes de energia. Estas podem ser renováveis ou não-renováveis. A maioria das fontes de energia não-renováveis, são, infelizmente, convencionais, como é o caso : do carvão, do gás natural, do petróleo, da energia nuclear. As fontes de energia não-convencionais são fontes de energia alternativas, que ainda se encontram em desenvolvimento. Deste grupo fazem parte a energia eólica, a solar (térmica e fotovoltaica), a biomassa, a geotérmica e a maremotriz.

A energia solar converte a radiação proveniente do Sol em energia eléctrica; a energia eólica provém do Sol, que aquece de forma desigual as diversas zonas, provocando o movimento de massas de ar, que dão origem aos ventos, que posteriormente gera a energia eléctrica através de vários mecanismos; a energia hidroeléctrica é uma forma simples de aproveitar a energia da água em movimento; a energia geotérmica resulta da desintegração de átomos radioactivos do interior da Terra; a energia maremotriz é obtida a partir do movimento das marés e das ondas e a biomassa é obtida através de vegetais e resíduos orgânicos.

Em Portugal Continental, Vila Real é um dos distritos que mais contribui para a produção de energias renováveis. A produção de energia eléctrica a partir de fontes de energias renováveis está concentrada no norte do país e entre os distritos de Braga, Coimbra, Viana do Castelo e Viseu, aparecem em destaque, os distritos de Bragança e Vila Real.

Na cidade de Vila Real existem vários organismos que utilizam energias renováveis. Na sua maioria utilizam a energia solar. É o caso de casas particulares na Nossa Senhora da Conceição, de fábricas na zona industrial de Vila Real e bombas de gasolina como a Cepsa ao pé do Regimento de Infantaria nº 13.

A região de Vila Real é um dos distritos que já utiliza bastante a energia eólica, principalmente na serra do Marão. O parque Eólico do Alvão, no concelho de Ribeira de Pena, é uma estrutura que, quando estiver terminada, terá a capacidade de produzir 42MW, ficando, assim, a mais potente no distrito de Vila Real.

Existem também instituições que recorrem à energia da Biomassa, como é o caso de escolas primárias, que recorrem a instalações de aquecimento central que utilizam como combustível a Biomassa.

A energia hidroeléctrica é também utilizada, na sua maioria na cidade do Peso da Régua. Esta zona detém variadas barragens que transformam a energia proveniente da àgua em energia eléctrica que será posteriormente fornecida à população. É o caso da: Barragem de Canelas, Barragem de Bagaúste e Barragem do Pocinho.

As energias supra indicadas (geotérmica e a maremotriz) não são utilizadas em Vila Real.

Estas energias renováveis que Vila Real tem vindo a adoptar, são, na minha opinião, uma forma de reduzir as energias poluentes, que danificam a saúde pública e o planeta. Através de uma maneira simples e adequada à região de Vila Real, consegue-se reduzir o consumo dessas energias, garantindo desta forma um melhor ambiente para as futuras e presentes gerações.

Fotografias na cidade de Vila Real:

A utilização da energia solar em habitações, empresas privadas e instituições públicas é uma realidade que está a proliferar na cidade de Vila Real. Vejamos algumas fotografias como exemplo:

Casas Particulares na Nossa Senhora da Conceição que aderiram à energia solar/ utilização de painéis solares.

Bomba de Gasolina Cepsa ao pé do Regimento de Infantaria nº13, que utiliza painéis solares.

A UTAD também utiliza painéis solares.

Esta fábrica na zona industrial de Vila Real também utiliza painéis solares para obtenção de energia eléctrica

Fotografias tiradas por: Francisco Cubal

As Novas Tecnologias

"Actualmente assiste-se a um desenvolvimento tecnológico ao nível, não só das células de silício cristalino de primeira geração, mas muito particularmente nas tecnologias de películas finas e nas células de terceira geração. Algumas apostas interessantes são as películas finas de PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition), as células orgânicas pigmentadas ou ainda a utilização de polímeros condutores. O objectivo é encontrar matérias de custo reduzido, de baixo impacto ambiental e de rendimento elevado, que no caso das células de terceira geração pode superar os 40%.

Foi recentemente criado pela Universidade de Toronto, um material plástico que permite a produção de energia eléctrica a partir de luz infravermelha, atingindo um rendimento de conversão de cerca de 30%. Este material é formado pela combinação de pequenas partículas denominadas como "pontos quânticos" com um polímero."

Conclusão

Com a realização deste trabalho fiquei a saber mais sobre o funcionamento dos painéis fotovoltaicos, que produzem energia eléctrica a partir de uma fonte renovável, o Sol. Estes painéis já são muito utilizados no nosso país, devido ao facto de Portugal ter em média por dia cerca de seis horas de exposição ao Sol o que tem sido uma aposta dos portugueses neste tipo de energias renováveis. Os painéis fotovoltaicos apresentam variadas aplicações como seja na bombagem de água, alimentação de parquímetros e electrificações de habitações rurais. No entanto, também constatei que existem desvantagens tais como: custos de investimento elevado e raramente são competitivos do ponto de vista económico.

Gostei muito de realizar este trabalho, porque fiquei a saber mais sobre este tema e enriqueci os meus conhecimentos na área da Física.

Bibliografia

CALDEIRA, Helena, **BELLO**, Adelaide, *Ontem e Hoje – Física 10,* Porto Editora, Porto, 2008, pp. 8 até 13.

CUBAL, Francisco, *Energias Renováveis em Vila Real*, 2009, artigo elaborado no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia, 10º Ano.

OLGYAY, Victor, *Manual de diseno bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona : Gustavo Gili*, 1998. ISBN 84-252-1488-2. 203p.

RAMOS, Maria, **BERRIO**, Mar, *"et. al", Enciclopédia do Estudante,Santillana Constância, 2004, pp.224 e 225.*

Internet:

http://www.nrel.gov/

http://www.labeee.ufsc.br/

http://habitat.aq.upm.es/internet/

http://www.brigansol.pt/

http://www.yupedia.tk/

http://www.brigantia.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=1989&Itemid=43

Fotógrafias do artigo "As energias renováveis em Vila Real" tiradas por:

Francisco Manuel Silvano Flórido e Cubal