



CEEETA

Centro de Estudos  
em Economia da Energia  
dos Transportes e do Ambiente

# Tecnologias de Micro-Geração e Sistemas Periféricos

# ***Tecnologias de Micro-Geração e Sistemas Periféricos***

**CEEETA – Centro de Estudos em Economia da Energia,  
dos Transportes e do Ambiente**

*Dezembro 2001*

---

*“ Thomas Edison was a man of great foresight, but who would have thought he could have been more than 100 years ahead of his time? When he set up his first heat-and-electricity plant near Wall Street in 1882, he imagined a world of micropower. Edison thought the best way to meet customers’ needs would be with networks of nimble, decentralised power plants in or near homes and offices. What goes around, comes around. After a century that seemed to prove Edison wrong – with power stations getting ever bigger, and the transmission grids needed to distribute their product ranging ever wider – local generation for local consumption is back in fashion. “*

in THE ECONOMIST, 5 de Agosto de 2000

---

# ÍNDICE

<i>Introdução</i>	1
<b>Parte I – Tecnologias de Micro-Geração</b>	<b>4</b>
<b>1 – Micro-Turbinas a gás</b>	<b>5</b>
1.1 – Descrição da tecnologia	6
1.2 – Fabricantes e produtos	9
<b>2 – Pilhas de Combustível</b>	<b>18</b>
2.1 – Descrição da tecnologia	19
2.1.1 – Pilhas de combustível regenerativas	25
2.2 – Fabricantes e produtos	26
<b>3 – Motores de Combustão Interna</b>	<b>29</b>
3.1 – Descrição da tecnologia	30
3.2 – Fabricantes e produtos	37
<b>4 – Sistemas Híbridos Micro-Turbina / Pilha de Combustível</b>	<b>39</b>
4.1 – Descrição da tecnologia	40
<b>5 – Micro-Turbinas Eólicas</b>	<b>42</b>
5.1 – Descrição da tecnologia	43
5.1.1 – Os diferentes tipos de turbinas eólicas	44
6.2 – Fabricantes e produtos	46
<b>6 – Solar Fotovoltaico</b>	<b>48</b>
6.1 – Descrição da tecnologia	49
6.1.1 – Os diferentes tipos de painéis solares fotovoltaicos	51
6.1.2 – Vantagens e desvantagens	52
<b>Parte II – Tecnologias de Aproveitamento de Calor</b>	<b>53</b>
<b>7 – Chillers de Absorção</b>	<b>54</b>
7.1 – Descrição da tecnologia	55
7.1.1 – Componentes e funcionamento de um chiller de absorção	55
7.1.2 – Vantagens e desvantagens	56
7.2 – Fabricantes e produtos	57
<b>8 – Chillers de Adsorção</b>	<b>58</b>
8.1 – Descrição da tecnologia	59
8.1.1 – Aplicações com água quente como fonte de calor	60
8.1.2 – Vantagens e desvantagens	61
<b>Parte III – Tecnologias de Armazenamento de Energia</b>	<b>62</b>
<b>9 – Electricidade</b>	<b>63</b>
9.1 – Baterias	64
9.1.1 – Descrição da tecnologia	65
9.1.1.1 – Princípio funcionamento de uma bateria chumbo-ácido	66
9.1.2 – Definições	68
9.2 – Flywheels	69
9.2.1 – Descrição da tecnologia	70
9.2.2 – Vantagens e desvantagens	75
9.2.3 – Fabricantes e produtos	77
<b>10 – Frio</b>	<b>79</b>
10.1 – Descrição das tecnologias	80
10.1.1 – Os sistemas com gelo típicos	81
10.1.2 – Os sistemas de armazenamento de água	81
10.1.3 – Aplicações	82
<b>Anexo – Lista de fabricantes e contactos</b>	<b>83</b>



# Introdução

Analogamente ao que aconteceu na indústria das telecomunicações, em que as grandes operadoras de redes fixas estão a perder terreno para as recém-nascidas operadoras móveis, a liberalização do mercado e as novas tecnologias irão certamente transformar a indústria de produção e distribuição de electricidade. Há até quem se referencie a esta mudança como “A Revolução Eléctrica”<sup>1</sup>.

Em alternativa às grandes centrais e às redes de distribuição em alta tensão, a produção descentralizada de electricidade, e em particular a micro-geração, ganha cada vez mais razões para se impor como uma solução para o futuro:

- Novas tecnologias permitem produzir electricidade com elevada qualidade de uma forma eficiente no local de consumo final, eliminando as perdas por transporte e custos inerentes às redes de distribuição em alta tensão,
- Essas novas tecnologias utilizam maioritariamente gás natural resultando assim em menores emissões de CO<sub>2</sub> do que nos casos em que se utilizam outros tipos de combustível (particularmente nas grandes centrais térmicas onde o combustível utilizado é o carvão),
- Existe a possibilidade de facilmente aproveitar o calor libertado na produção de electricidade (que de outra forma seria desperdiçado), contribuindo assim para um aproveitamento mais eficiente dos recursos energéticos,
- Com estas novas tecnologias o fornecimento de electricidade é feito com grande fiabilidade, o que representa uma grande vantagem para as empresas de “e-business” já que qualquer falha no fornecimento de electricidade pode resultar em avultados prejuízos para estas.

A liberalização do mercado da electricidade abriu portas para o aparecimento de empresas especializadas na prestação de serviços de energia, as denominadas ESCOs (Energy Services Companies). Por outro lado assiste-se a um forte crescimento do investimento no desenvolvimento das novas tecnologias de geração local de electricidade. Um exemplo ilustrativo é o caso dos EUA, em que no período de 1995 a 1999 se verificou um impressionante aumento no investimento, conforme se pode verificar na figura 1.1.

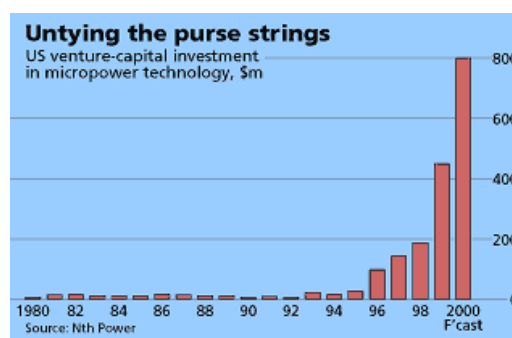


Figura 1.1 – Investimento nas tecnologias de micro-geração de electricidade nos EUA

<sup>1</sup> In “The Electrical Revolution”, THE ECONOMIST, 5 de Agosto de 2000

A dinâmica empresarial existente na indústria dos equipamentos para micro-produção de electricidade é impressionante. Fusões, parcerias, compras de empresas e de patentes acontecem com enorme velocidade transmitindo a ideia de uma grande excitação por parte dos fabricantes e distribuidores. Ninguém parece querer ficar de fora do negócio da micro-geração.

As principais tecnologias para a produção descentralizada de electricidade (disponíveis ou em fase de desenvolvimento) são:

- Motores de combustão interna
- Micro-turbinas
- Pilhas de combustível
- Painéis solares fotovoltaicos

A figura 1.2 ilustra uma projecção (2000-2015) dos custos de produção de electricidade nos EUA, segundo o Electric Power Research Institute.

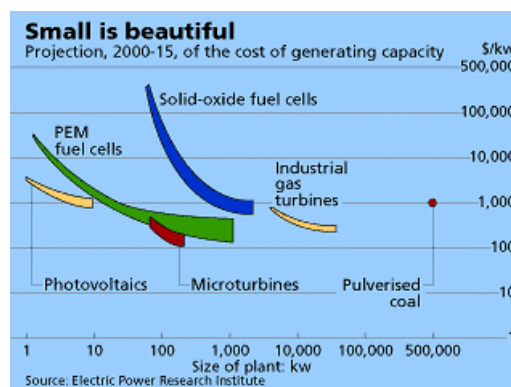


Figura 1.2 – Projecção dos custos de produção de electricidade nos EUA, para o período de 2000 a 2015.

De acordo com as necessidades energéticas ou vantagens económicas, os equipamentos para micro-geração descentralizada de electricidade podem ser utilizados de diferentes formas:

- *Consumo base (baseload)*: O equipamento funciona continuamente à sua potência nominal (rendimento máximo), inferior à potência necessária para satisfazer a totalidade das necessidades,
- *Picos de consumo (peak shaving)*: O equipamento funciona apenas para cobrir os picos de consumo,
- *Equipamento auxiliar de segurança (standby)*: Sistema de segurança que permite fornecer a potência total necessária quando ocorrem falhas inesperadas na rede eléctrica,
- *Fornecimento ininterrupto de electricidade (UPS)*: Sistema que fornece sempre uma potência constante independentemente do que se passe com a rede eléctrica,
- *Geração portátil*: Sistema de produção de electricidade que facilmente pode ser transportado para diferentes locais.

O presente documento pretende reunir informação referente às tecnologias de micro-produção de electricidade existentes actualmente, tipicamente sistemas com uma potência eléctrica máxima unitária até 250kW. É apresentada uma descrição resumida das diferentes tecnologias e avaliadas as vantagens e desvantagens de cada solução.

Pretende-se também que este documento funcione como uma base de dados de fabricantes e características dos seus produtos. Como tal serão feitas actualizações periódicas do documento, tendo sempre em atenção o eventual surgimento de novos produtos ou tecnologias.

A informação contida resulta de pesquisas efectuadas na Internet, de informação disponibilizada pelos próprios fabricantes e ainda de vários estudos realizados por diversas entidades. Muitas vezes a informação disponibilizada pelos fabricantes é escassa devido ao facto de muitos deles se encontrarem ainda em fase de desenvolvimento dos seus produtos e as características finais destes ainda não serem conhecidas. Por outro lado existe uma grande expectativa de competitividade entre fabricantes e, por uma questão de estratégia, muitas vezes preferem não disponibilizar informação sobre os seus produtos.