



Reichhold

Três Décadas de Sucesso em Energia Eólica

Fortaleza, 07 de Abril de 2011

Antonio Carvalho Filho

REICHHOLD

Everywhere Performance Matters



TÓPICOS

- Início do aproveitamento eólico
- Turbinas eólicas
- Capacidade
- Custo
- Fabricantes
- Perspectivas





O INÍCIO

- **5000 AC:** Propulsão de embarcações (Egito)
- **200 AC:** Bombeamento de água (China)
- **200 AC:** Moínhos (Pérsia)
- **1000 DC:** Os cruzados trazem a idéia para a Europa
- **Depois de 1000 DC:** Grande impulso na Holanda, para drenagem de lagos e pântanos
- **Final do Século 20:** Início do aproveitamento em grande escala

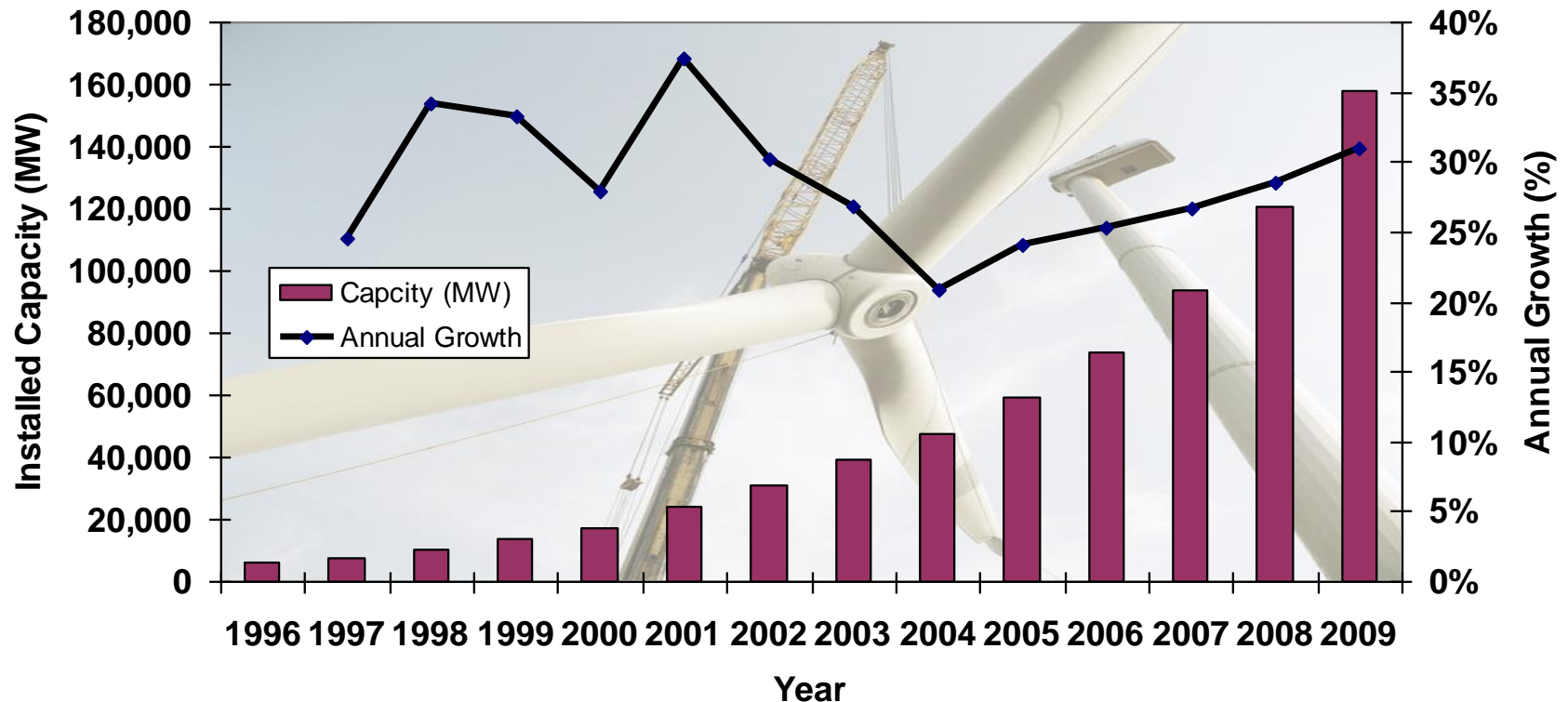


HISTÓRIA MODERNA DA ENERGIA EÓLICA

- **Década de 70:** Crise do petróleo mudou o panorama energético do mundo.
Reichhold na Europa: Início da produção de resinas para pás eólicas.
- **Década de 80:** Políticas governamentais dão início ao aproveitamento eólico na Califórnia.
- **Final de 1982:** 30 turbinas feitas na Europa e instaladas na Califórnia.
- **Ano de 1983:** A Califórnia importa 350 turbinas, com capacidade total de 20 MW.



CAPACIDADE INSTALADA GLOBAL (1996-2009)





10 MAIORES FABRICANTES DE TURBINAS EÓLICAS 2009

1. **Vestas** (Dinamarca) 35,000 MW
2. **Enercon** (Alemanha) 19,000 MW
3. **Gamesa** (Espanha) 16,000 MW
4. **GE Energy** (Alemanha / USA) 15,000 MW
5. **Siemens** (Dinamarca / Alemanha) 8,800 MW
6. **Suzlon** (Índia) 6,000MW
7. **Nordex** (Alemanha) 5,400 MW
8. **Acciona** (Espanha) 4,300 MW
9. **REpower** (Alemanha) 3,000 MW
10. **Goldwind** (China) 2,889 MW

Note: 35-40 Global Suppliers excluding China



5 MAIORES FABRICANTES DE PÁS

1. **LM Glasfiber** (Dinamarca)
2. **Tecsis** (Brasil)
3. **Vestas** (Dinamarca)
4. **Gamesa** (Espanha)
5. **Enercon** (Alemanha)





CAPACIDADE INSTALADA POR REGIÃO 2008/2009 (MW)

Região	Até 2008	Nova 2009	Total até 2009
África & Oriente Médio	635	230	865
Ásia	24,272	14,639	38,909
Europa	65,741	10,526	76,152
America Latina	653	622	1,274
America do Norte	27,606	10,872	38,478
Pacífico	1,643	577	2,221
Total	120,550	37,466	157,899

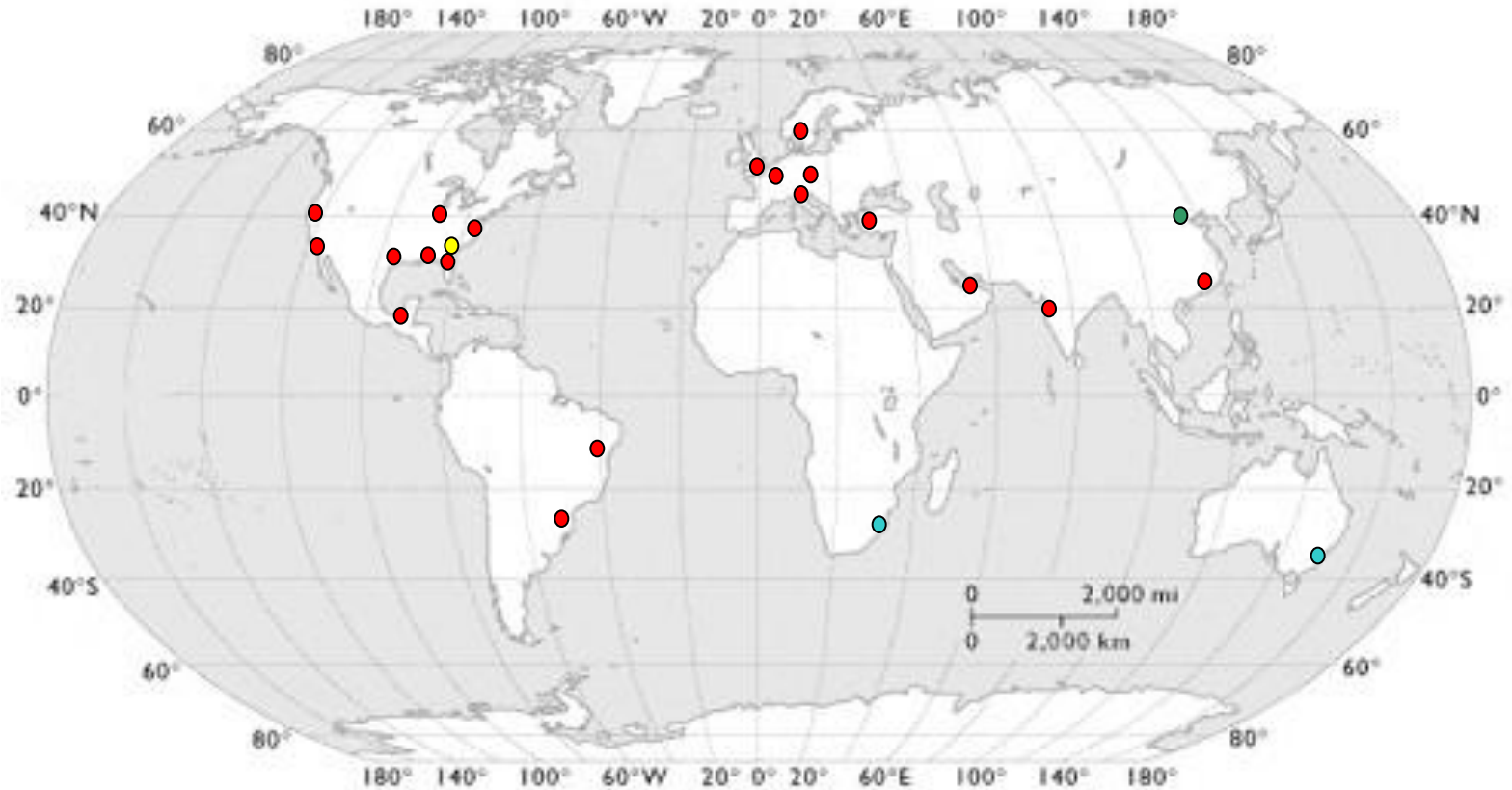


PRESENÇA DA REICHHOLD

- Cerca de 2/3 das pás são feitas com epóxi e 1/3 com poliéster.
- A Reichhold é a principal fornecedora global de resinas poliéster insaturadas para pás eólicas desde 1978.
- Além da resina usada para infundir as pás, a Reichhold também fornece resina para as naceles, gelcoats e pastas de colagem.
- A Reichhold tem presença e liderança global neste mercado.



REICHHOLD – PRESENÇA GLOBAL



- World Headquarters
- Plants
- Licensees
- Future Sites

ASPECTOS ECONÔMICOS

- Amortização do investimento representa mais de 70% do custo da energia.

- Custo relativo de uma turbina típica de 2 MW (€ 2006).

	Investimento (€1000/MW)	Participação no custo
Turbina	928	75.6%
Ligação à rede	109	8.9%
Fundações	80	6.5%
Aluguel da terra	48	3.9%
Instalações elétricas	18	1.5%
Consultoria	15	1.2%
Custos financeiros	15	1.2%
Estradas	11	0.9%
Sistemas de controle	4	0.3%
TOTAL	1227	100.0%



ESTRATÉGIAS PARA REDUZIR CUSTO

- Os esforços são focados nas pás
- Tamanho e geometria das pás
- Processo de fabricação das pás
- Materiais usados para fazer as pás



MELHORIAS NO PROJETO

- Aumentar o diâmetro da turbina
- Melhorar a geometria das pás
- Avanços na análise estrutural

	1981	2000
Capacidade	25 kW	1,650 kW
diâmetro	10 metros	71 metros
Custo total (\$000)	\$65	\$1,300
Custo por kW	\$2,600	\$790
Produção, kWh/ano	45,000	5,6 milhões



MELHORIAS NO PROCESSO

As Pás modernas são feitas por Infusão de Resina:

- As fibras de reforço são colocadas manualmente na cavidade do molde. Isso permite otimizar a orientação das fibras.
- A resina infundida expulsa o ar e produz laminados isentos de vazios.
- A união das partes é feita por colagem.



MELHORIAS NOS MATERIAIS

- As pás maiores exigem grande rigidez e são feitas com fibras de carbono.
- Avanços no tratamento superficial das fibras de vidro e de carbono permitem vida longa sem perda de rigidez por fadiga.
- Avanços nas técnicas de cálculo estrutural indicam substituição de resinas epóxi por resinas poliéster.



INOVAÇÕES NAS PÁS EÓLICAS

Tecnologia atual:

Dificuldades no projeto	Materiais	Processo
Vento variável	Epoxi / Poliéster / VER	Infusão
Transporte complexo	Vidro / Carbono	Prepregs
Materiais disponíveis	Madeira balsa / Polipropileno	Hand Lay-up
Caracterização dos materiais	Gelcoats e pastas de colagem	

Desafios futuros:

Projeto	Materiais	Processos
Pás mais leves e maiores	Poliéster e fibras de carbono	Redução da mão de obra
Facilidade de fabricação	Maior rigidez e menor peso	Redução na variabilidade
Facilidade de transporte	Maior resistência a fadiga	Redução do ciclo de moldagem
Aerodinâmica	Melhor tratamento superficial das fibras	Qualidade consistente
Redução de custos operacionais		



OBRIGADO!

Antonio Carvalho Filho
Gerente de Aplicações para
Ambientes Agressivos

Antonio.carvalho@reichhold.com
www.Reichhold.com