

Recursos Atmosfericos

Professor:
Neyval Costa Reis Jr.



Departamento de
Engenharia Ambiental
Centro Tecnológico
UFES

Programa Detalhado

- Atmosfera
 - Camadas
 - Constituintes
 - Balanço de energia
 - Ventos na atmosfera
- Poluentes Atmosféricos
 - Principais poluentes suas fontes e seus efeitos sobre as propriedades da atmosfera, a saúde humana e animal, os vegetais e os materiais.
 - Qualidade do ar
 - Padrões de qualidade do ar
 - Gestão da qualidade do ar de uma região
 - Monitoramento
 - Estimativa de emissão
- Dispersão de poluentes na atmosfera
 - Meteorologia local e global da poluição do ar
 - Estabilidade atmosférica
 - Mecanismos de remoção
 - Elementos e fatores climáticos.
- Aproveitamento energético eólico. ←

Aula V

Aproveitamento energético eólico



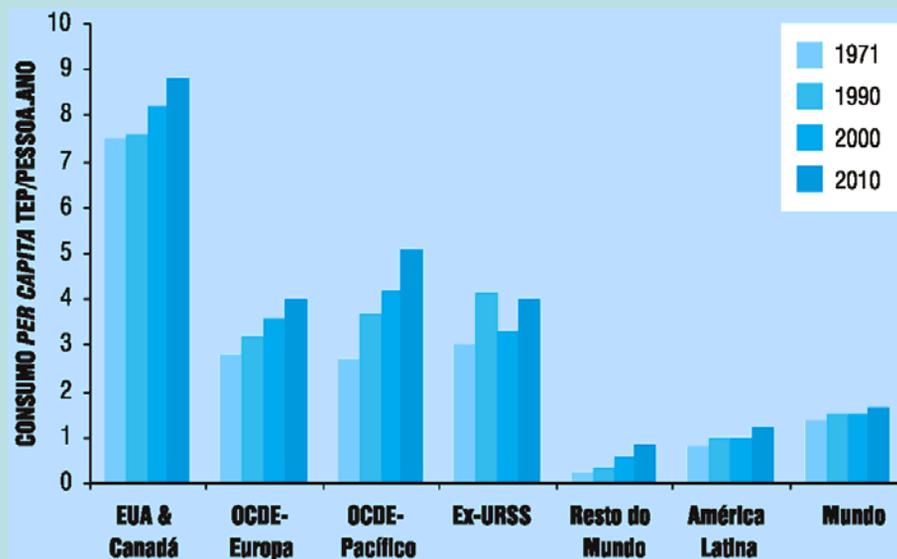
1. Panorama Energético ←

- Consumo médio de energia
- Quantidade de Energia
- Perdas
- Panorama Nacional

2. Fontes de Energia

3. Energia Eólica

CONSUMO DE ENERGIA PER CAPITA NO MUNDO



Fonte: Kiperstok et al., Apostila de Prevenção da Poluição do SENAI, Brasília, 2002

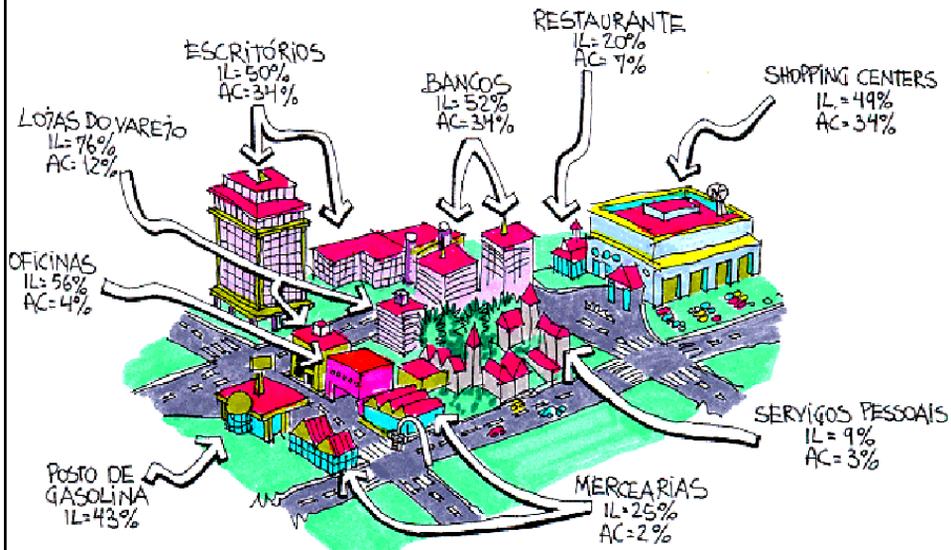
Consumo de Energia em Edificações

Média

AC = 44%

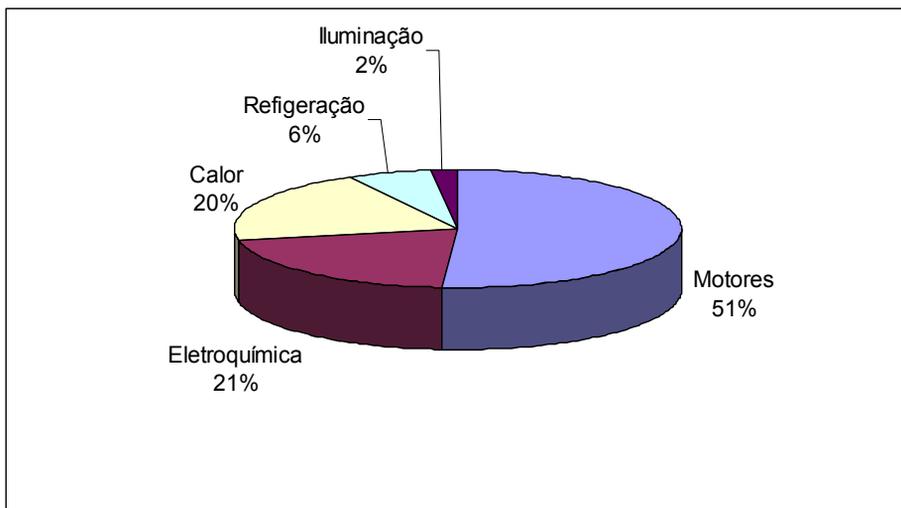
Ilum = 20%

Equip = 36%



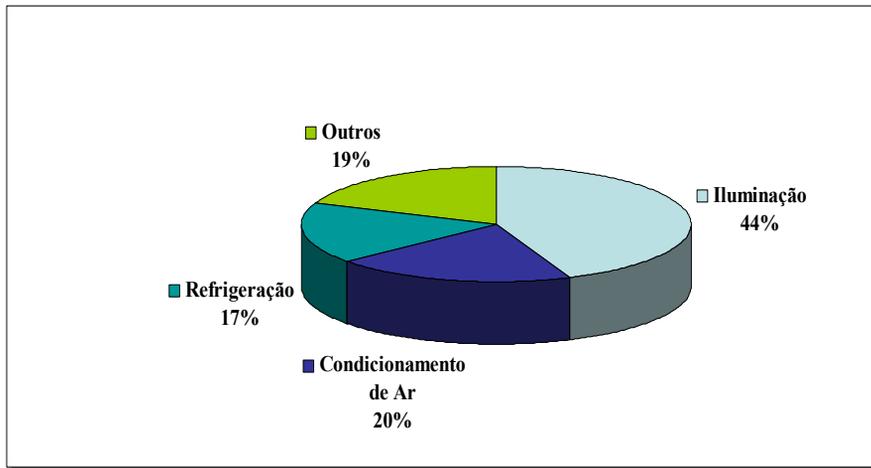
Fonte: <http://www.labee.ufsc.br/>

Energia Elétrica na Indústria



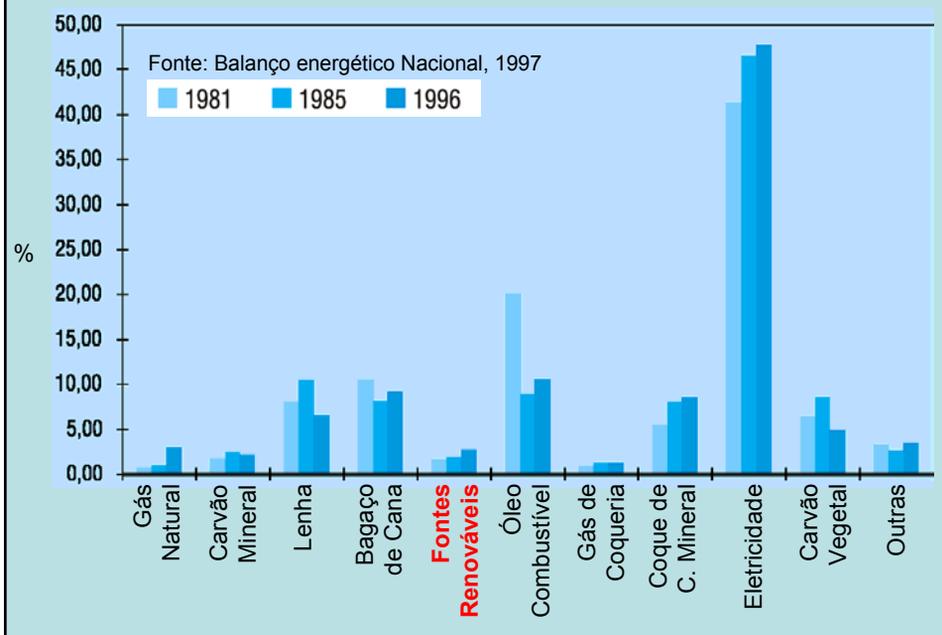
Fonte: Programa de Produção + Limpa, Centro Nacional de Tecnologias Limpas

Participação Energia Elétrica Comércio



Fonte : Programa de Produção + Limpa, Centro Nacional de Tecnologias Limpas

CONSUMO INDUSTRIAL DE ENERGIA POR FONTE



Quantidade Energia

Potência = Quanto rápido se consome aquela quantidade de energia

Energia = Quanto (consumo)

Energia = Potência x tempo

Quantidade Energia

Potência: 600 W

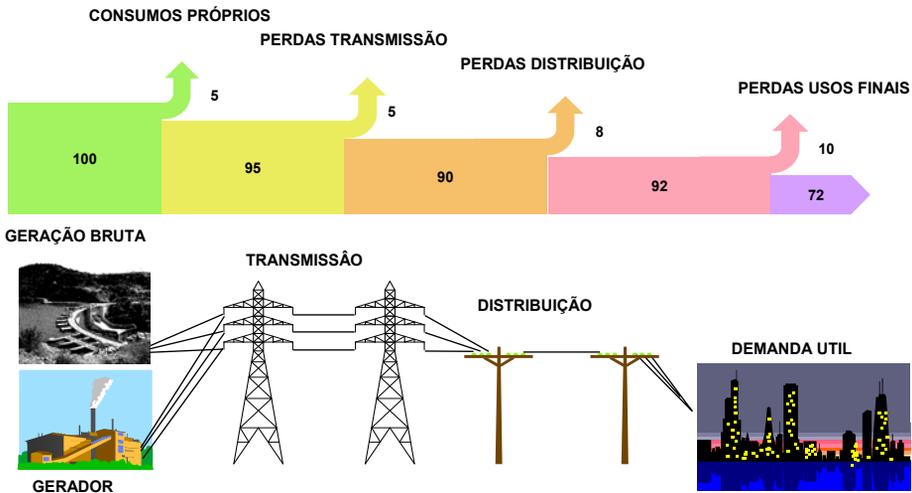
Tempo que o equipamento fica ligado no mês: 400 horas

Energia = Potência x Tempo

Energia = 0,6kW x 400 horas = 240kWh

Custo mês = 240kWh x 0,30R\$/kWh = R\$ 72,00

Sistema Elétrico



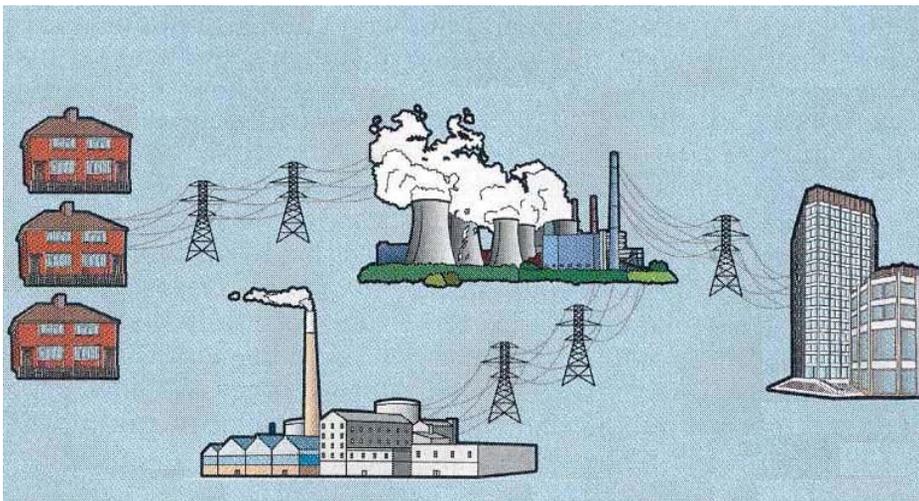
Fonte : Programa de Produção + Limpa, Centro Nacional de Tecnologias Limpas

Balanco de 2000, a energia não renovável responde por 42,3% da oferta interna de energia, sendo 33,8% referente a petróleo e derivados. Nesse caso, a energia renovável fica com 57,7% do total, dos quais 38,1% correspondem a hidrelétricas

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA OU CO-GERAÇÃO

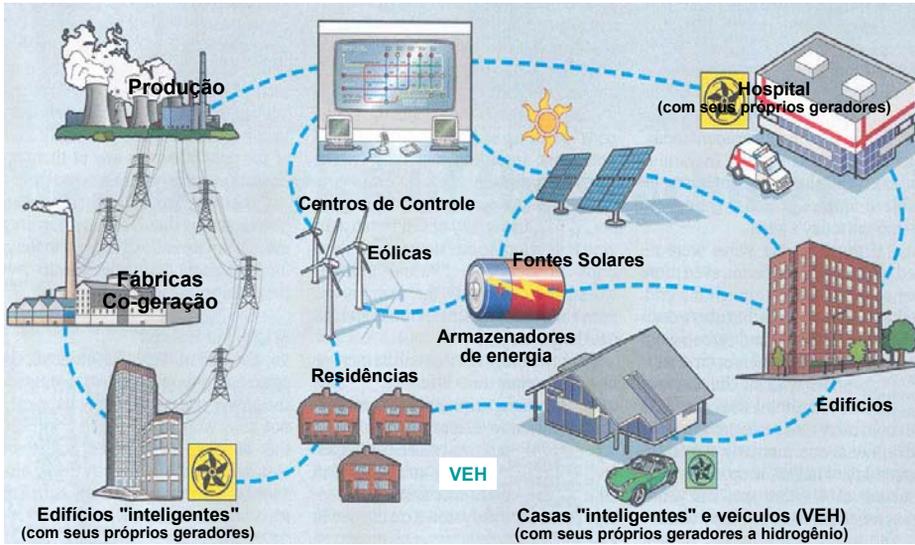
**Geração elétrica junto ou perto
da carga (minimizadora do uso
da malha de transmissão).**

**Sistema Elétrico Convencional
Centrais de geração centralizadas e
distribuição para os consumidores**



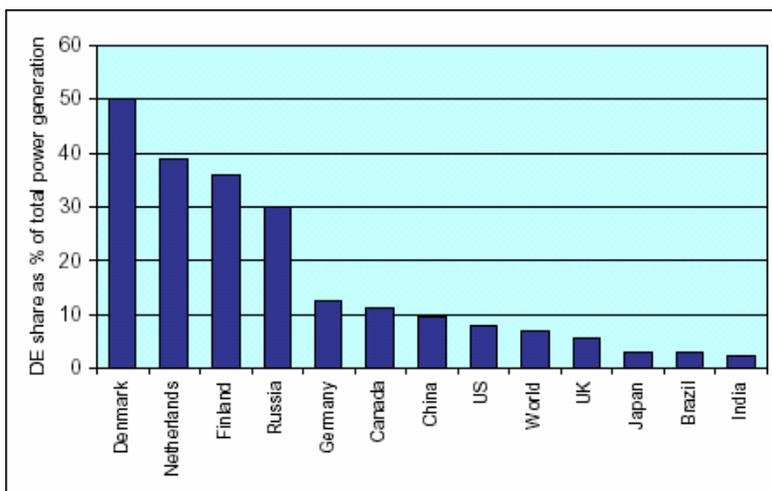
Fonte: Silva, J. B., 2004

Sistema com Geração Distribuída



Fonte: Silva, J. B., 2004

Geração Distribuída no mundo



Fonte : WADE 2003/04

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA OU CO-GERAÇÃO

Até meados do século XX, a co-geração chegou a ser muito usada nas indústrias, perdendo depois a competitividade para a eletricidade produzida pelas concessionárias nas grandes centrais geradoras com ganhos de escala. Assim, a co-geração ficou limitada a sistemas isolados (plataformas submarinas) e indústrias com lixos combustíveis (canaveira e de papel e celulose, por exemplo).

Nos últimos quinze anos, porém, um novo modelo de setor elétrico voltou a estimular a produção elétrica local tornando-a mais eficiente e de baixo custo e levando ao aperfeiçoamento da tecnologia da co-geração, inclusive para pequeno porte.

A necessidade de reduzir emissões de CO₂ também incentivou a adoção deste processo eficiente. Hoje, na Holanda e Finlândia, a co-geração já representa mais de 40% da potência instalada

Quais são as principais tecnologias e equipamentos de geração distribuída (GD)?

Hoje, as tecnologias encontram-se em variados estágios de evolução, algumas já perfeitamente viabilizadas no momento presente e outras ainda com perspectivas de custos decrescentes. Vamos então, a seguir, realizar um breve registro da situação atual.

Gerador Convencional (Diesel/Otto)

Apesar do domínio tecnológico, esta modalidade ainda vem sofrendo aperfeiçoamentos constantes, dirigidos para o seu uso como GD, operando em co-geração e usando gás natural e/ou gases pobres, como os do lixo.

Co-geração

Tecnologia dominada que compete, com vantagens, com a geração central de gás natural em razão de sua elevada eficiência; é insuperável nas situações em que a energia primária deriva-se de resíduos do processo industrial.

Quais são as principais tecnologias e equipamentos de geração distribuída (GD)?

PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas)

Poucas foram construídas na era da geração centralizada (GC) e várias desativadas nos anos 80. Portanto, desprezadas no passado, podem ter um papel importante na GD se integradas a outras unidades de GD que complementem sua sazonalidade. É o caso típico das usinas de cana cuja sazonalidade nas região Sudeste é complementar à da PCH.

Incentivos existentes à PCH são típicos da visão institucional vigente, que privilegia a GC, fato que explica o seu pequeno desenvolvimento.

Sistemas de Controles/Gestão da GD

Os sistemas de controle e de tele-comando são tecnologias dominadas, com custos decrescentes em face da revolução digital. Este fato cria a possibilidade de coordenar unidades de GD, e é fundamental para integrá-las às redes de distribuição públicas, com elevada confiabilidade.

Acumuladores de Energia (baterias e capacitores)

Diversos progressos têm ocorrido no desenvolvimento destes equipamentos, com o aumento da confiabilidade da GD para ciclos mais curtos.

Quais são as fontes primárias da geração distribuída (GD)?

As fontes de energia da GD tanto podem originar-se de combustíveis fósseis tradicionais quanto de outras origens.

Energia de origem fóssil

Dentre as fontes tradicionais, a GD poderá vir a assumir um papel altamente relevante com o crescimento da rede de distribuição do gás natural que, no Brasil, ainda tem uma penetração restrita pois a orientação que norteou a implementação das redes de distribuição de gás foi a de seu uso em grandes centrais térmicas.

Outras Fontes Primárias

Uma vantagem importante da GD reside em permitir o acesso a combustíveis de baixo custo que se inviabilizam quando transportados, mesmo a curtas distâncias, em face de sua baixa densidade energética aliada, muitas vezes, à necessidade de equipamentos especiais.

Estes materiais hoje, em sua grande maioria, representam estorvos para as comunidades locais pois poluem os ambientes onde ocorrem. São eles:

- Resíduos de processo industrial.
- Floresta energética.
- Resíduos agro-industriais.
- Resíduos urbanos (lixo e lodo de esgoto).

SEGMENTOS POTENCIAIS

INDUSTRIAL

- Siderurgia e metalurgia.
- Petroquímica.
- Pneumáticos.
- Refinarias de petróleo.
- Química (menos química fina)
- Papel e celulose
- Alimentos e bebidas.
- Sucro-alcooleiro.
- Frigoríficos.
- Arroz.
- Madeireiro e moveleiro.
- Cerâmica.
- Vidro.
- Cimento.
- Textil (menos confecções).

COMERCIAL

- Shopping centers.
- Supermercados.
- Condomínios e edifícios comerciais.
- Hotéis.

RESIDENCIAL

- Condomínios.

SERVIÇOS

- Lixo urbano.
- Lodo de esgoto.
- Terminais aeroportuários (e rodoviários refrigerados).
- Hospitais.
- Frio ou calor distribuído.

Aula V

Aproveitamento energético eólico



1. Panorama Energético

- Consumo médio de energia
- Quantidade de Energia
- Perdas
- Panorama Nacional

2. Fontes de Energia



3. Energia Eólica

Custo de Geração de Energia Elétrica: (por MWh)

Hidroelétrica	→ R\$ 35,00
Termoelétrica	→ R\$ 100,00
Termoelétricas (móveis emergenciais)	→ R\$ 250,00
Energia Eólica	→ R\$ 210,00**
Solar	→ R\$ 660 – 1200,00***

Fontes: ** Centro Brasileiro de Energia Eólica, ***<http://www.solarbuzz.com/StatsCosts.htm>

Geração Hidroelétrica

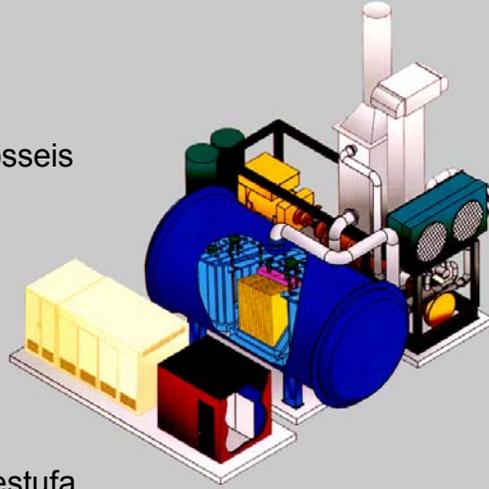
Conseqüências:

- Alargamento de áreas agriculturáveis
- Eliminação de espécies nativas
- Emissão de metano
- Mudanças climáticas na região
- Remoção de pessoas que estão aculturadas na região

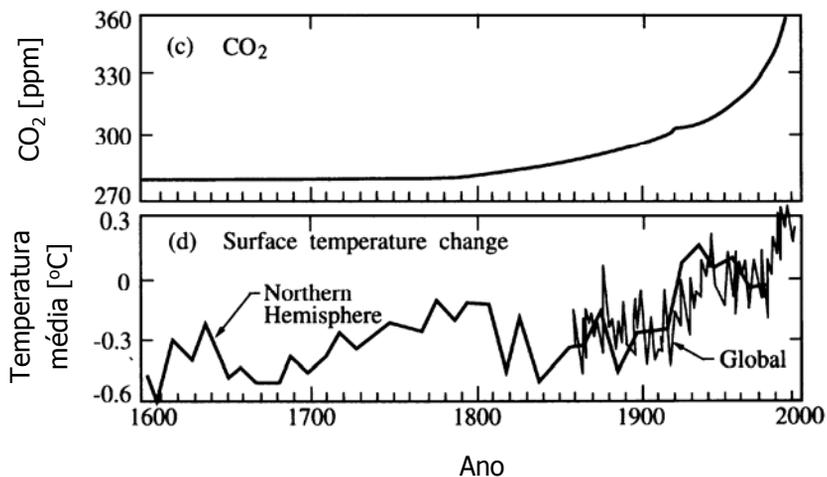


Geração Termoelétrica

- Queima de combustíveis fósseis
- Emissão de CO_2
- Emissão de NO_x e SO_x
- Aumento de O_3
- Chuvas ácidas
- Contribuição para o efeito estufa
- Uso de grande quantidade de água para transformar em vapor



Efeito Estufa



- Além da poluição, os combustíveis fósseis aumentam a dependência externa do país. O maior problema em relação aos derivados de petróleo é o diesel.
- O Brasil importa 100 mil barris/dia de óleo diesel, pois a capacidade de refino não dá conta do consumo. São 2 bilhões de dólares gastos anualmente nessa demanda, que ainda ressalta o déficit do gás liquefeito de petróleo (GLP). Em 1997, eram importados 11,6 mil m³/dia de GLP ou 83 mil barris equivalentes de petróleo.

Biomassa

A abundante vida vegetal do nosso planeta é armazenadora da energia solar e de substâncias químicas, sendo um recurso renovável que chamamos de **BIOMASSA**. Assim, todos os organismos biológicos que podem ser aproveitados como fontes de energia, são chamados de **Biomassa**: a cana-de-açúcar, o eucalipto, a beterraba (dos quais se extrai álcool), o biogás (produzido pela biodegradação anaeróbica existente no lixo e dejetos orgânicos), lenha e carvão vegetal, alguns óleos vegetais (amendoim, soja, dendê), etc.

Biomassa

A Biomassa é formada pela combinação de dióxido de carbono da atmosfera e água na fotossíntese clorofiliana, que produz os hidratos de carbono - a energia solar é armazenada nas ligações químicas dos componentes estruturais da biomassa. Se a biomassa for queimada de modo eficiente, há produção de dióxido de carbono e água. Portanto, o processo é cíclico e dizemos que a biomassa é um recurso renovável.

Biomassa e Eletricidade

A tabela abaixo demonstra a situação de empreendimentos termelétricos no Brasil, classificando por fonte e situação. O bagaço de cana e o licor negro estão entre as fontes mais importantes, nos setores sucro-alcooleiro e de papel e celulose, respectivamente, além de diversos tipos de sistemas híbridos com combustíveis fósseis.

Combustível	Potência (MW)
Bagaço de cana	391,15
Biomassa	82,75
Biomassa e bagaço de cana	4
Biomassa e óleo combustível	8,8
Lenha picada	5,31
Licor negro	310,18
Licor negro e biomassa	142,9
Lixo urbano	26,3
Lixo Urbano e gás natural	600
Óleo e biomassa	
Óleo diesel e biomassa	70,2
Total	1633,59

Fonte: Aneel

Energia Solar

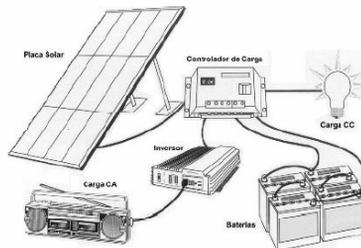
- **No Brasil, aproximadamente, 15% da população não dispõe de energia elétrica.**
- **Pessoas que vivem em comunidades rurais dispersas longe de redes elétricas convencionais podem fazer uso de energia solar.**

Kit solar para eletrificação Rural

Para implantação deste programa foram analisadas 02 alternativas técnicas, com placas de 50W e 70W, tendo sido escolhida a de 70W, que atende a uma residência com 03 lâmpadas de 9W, 12V por 02:50h/dia, 01 TV de 14" P&B por 2,50 h/dia, 01 rádio AM/FM por 3,00 h/dia, 01 receptor de satélite por 2,50 h/dia e 01 liquidificador por 0,25 h/dia.

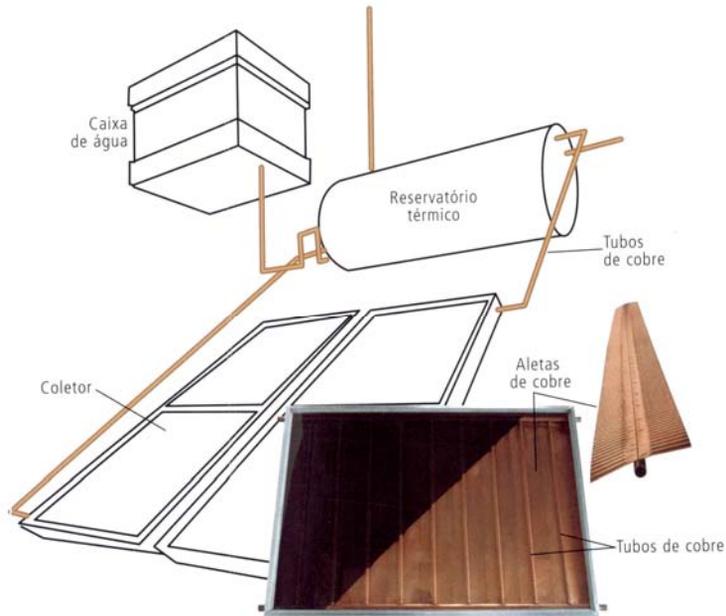
Componentes do Kit Solar da Coelba para residências

- 01 Painel de 70W.
- 01 suporte para painel em alumínio anodizado.
- 03 luminárias fluorescente completas 9W.
- 03 conjuntos interruptor/tomada completos.
- 01 controlador de carga e descarga de 10 A c/ fusível.
- 01 bateria selada/lacrada de 135 Ah.
- 01 Kit acessórios (parafusos, cabos, grampos, fios).



Fonte: Marchesini, 2004

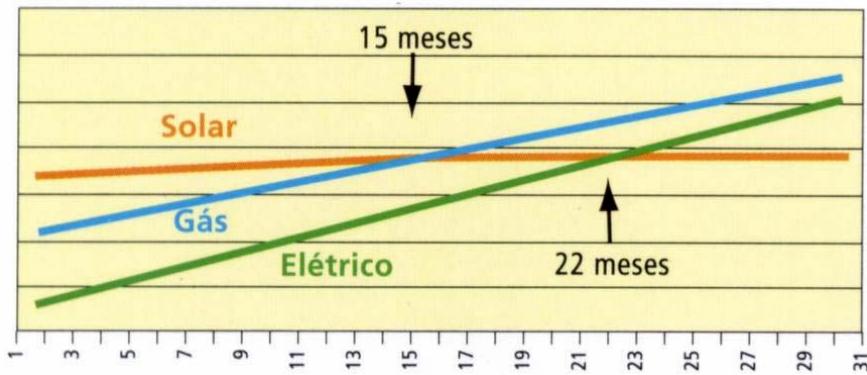
Aquecimento solar da água



Aquecimento solar da água



Custo de aquecimento elétrico, solar e gás



Aula V

Aproveitamento energético eólico



1. Panorama Energético
 - Consumo médio de energia
 - Quantidade de Energia
 - Perdas
 - Panorama Nacional
2. Fontes de Energia
3. Energia Eólica 

Aula V

Aproveitamento energético eólico



- Aspectos Históricos 
 - Potência disponível
 - Tipos de equipamentos
 - Impactos ambientais
3. Energia Eólica 

Origens Históricas

- Em torno de 2800 AC, os egípcios começaram a usar velas para ajudar a força dos remos dos escravos. Eventualmente, as velas ajudavam o trabalho da força animal em tarefas como moagem de grãos e bombeamento de água.
- Os persas começaram a usar a força do vento poucos séculos antes de Cristo, e pelo ano 700 DC, eles estavam construindo moinhos de vento verticais na moagem de grãos.
- A geração de eletricidade pelo vento começou em torno do início do século 20, com alguns dos primeiros desenvolvimentos creditados aos dinamarqueses.

Energia Eólica



Centro Brasileiro de Energia Eólica

A utilização desta fonte energética para a geração de eletricidade, em escala comercial, teve início há pouco mais de 30 anos e através de conhecimentos da indústria aeronáutica os equipamentos para geração eólica evoluíram rapidamente em termos de idéias e conceitos preliminares para produtos de alta tecnologia.

Atualmente, a indústria de turbinas eólicas vem **acumulando crescimentos anuais acima de 30%** e movimentando cerca de 2 bilhões de dólares em vendas por ano (1999).

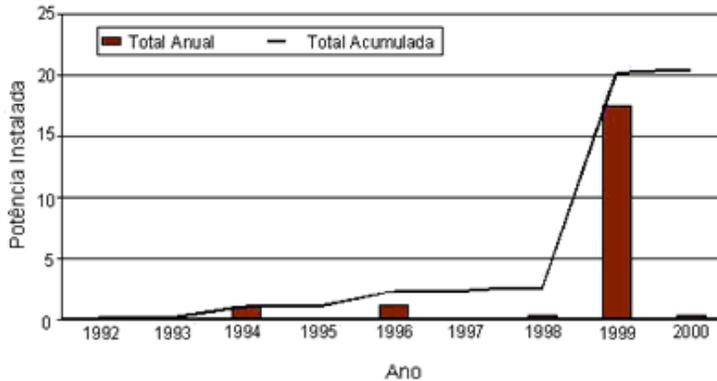
CUSTO DA ENERGIA EÓLICA

- Considerando o grande potencial eólico existente no Brasil, confirmado através de medidas de vento precisas realizadas recentemente, é possível produzir eletricidade a custos competitivos com centrais termoelétricas, nucleares e hidroelétricas. Análises dos recursos eólicos medidos em vários locais do Brasil, mostram a possibilidade de geração elétrica com custos da ordem de US\$ 70 - US\$ 80 por MWh.

CUSTO DA ENERGIA EÓLICA

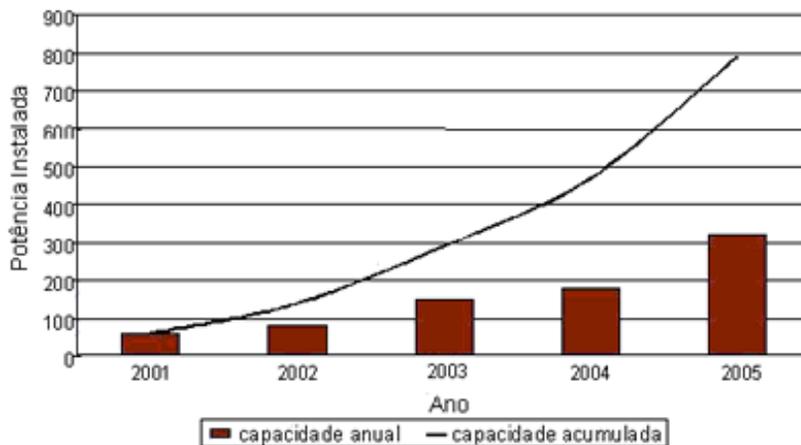
- Existem, atualmente, mais de **30.000 turbinas** eólicas de grande porte em operação **no mundo**, com capacidade instalada da ordem de 13.500 MW. No âmbito do Comitê Internacional de Mudanças Climáticas, está sendo projetada a instalação de 30.000 MW, por volta do ano 2030, podendo tal projeção ser estendida em função da perspectiva de venda dos "Certificados de Carbono".

Evolução da capacidade de geração eólica instalada no Brasil, desde 1992 aos dias atuais. Grande parte da capacidade eólica existente foi instalada no ano de 1999 (primeiros projetos de venda de eletricidade por produtor independente).



Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica

Prognose do aumento da capacidade instalada de energia eólica no país até o final de 2005.



Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica



Aula V

Aproveitamento energético eólico



3. Energia Eólica

- Aspectos Históricos
- Potência disponível ←
- Tipos de equipamentos
- Impactos ambientais
- Outras fontes de informação

POTÊNCIA DISPONÍVEL

É possível expressar matematicamente uma formulação para a potencia gerada por um cata-vento ou turbinas de vento. Todavia é importante lembrar que existe uma diferença entre a potência teórica e a potência real gerada, uma vez que não conseguimos converter toda essa potência (teórica) em potência útil. A taxa de conversão é de aproximadamente de 59% , quando o sistema funciona de maneira otimizada.

É possível expressar a potência como:

$$W = Ec = \frac{mV^2}{2}$$

Trabalho por unidade de tempo

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad P = \frac{\frac{mV^2}{2}}{\Delta t} = \frac{mV^2}{2\Delta t}$$

POTÊNCIA DISPONÍVEL

É possível expressar matematicamente uma formulação para a potencia gerada por um cata-vento ou turbinas de vento. Todavia é importante lembrar que existe uma diferença entre a potência teórica e a potência real gerada, uma vez que não conseguimos converter toda essa potência (teórica) em potência útil. A taxa de conversão é de aproximadamente de 59% , quando o sistema funciona de maneira otimizada.

É possível expressar a potência como:

$$\frac{m}{\Delta t} = \dot{m} = \rho VA$$

Trabalho por unidade de tempo

$$P = \frac{mV^2}{2\Delta t} \quad \Rightarrow \quad P = \frac{\rho V^3 A}{2}$$

POTÊNCIA DISPONÍVEL

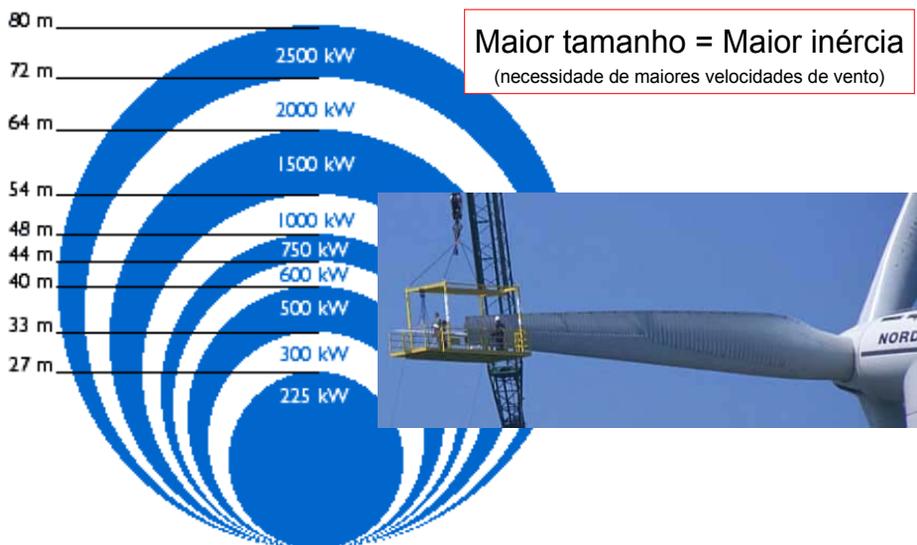
É possível expressar matematicamente uma formulação para a potencia gerada por um cata-vento ou turbinas de vento. Todavia é importante lembrar que existe uma diferença entre a potência teórica e a potência real gerada, uma vez que não conseguimos converter toda essa potência (teórica) em potência útil. A taxa de conversão é de aproximadamente de 59% , quando o sistema funciona de maneira otimizada.

É possível expressar a potência como:

$$P = \frac{\rho V^3 A}{2}$$

Densidade do ar
Velocidade do vento
Área da turbina
Potência máxima teórica

POTÊNCIA VS. DIÂMETRO DA TURBINA



Considerando este resultado a expressão da potência disponível toma a forma mais conveniente:

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

Esta pode ser considerada a expressão mais importante quando se realiza análises visando o aproveitamento a energia eólica. Em analogia a energia específica, define-se a potência específica p_d , como

$$p_d = \frac{1}{2} \rho V^3$$

que é interpretada como a energia transportada pelo vento, através de uma superfície de área unitária, por unidade de tempo. Como a energia transportada por unidade de tempo, através de uma superfície de área A, é obtida pelo produto da potência específica pela área, esta grandeza é apropriada para representar as potencialidades energéticas de um dado sítio.

A tabela abaixo fornece algumas grandezas de interesse e as unidades recomendadas na sua utilização.

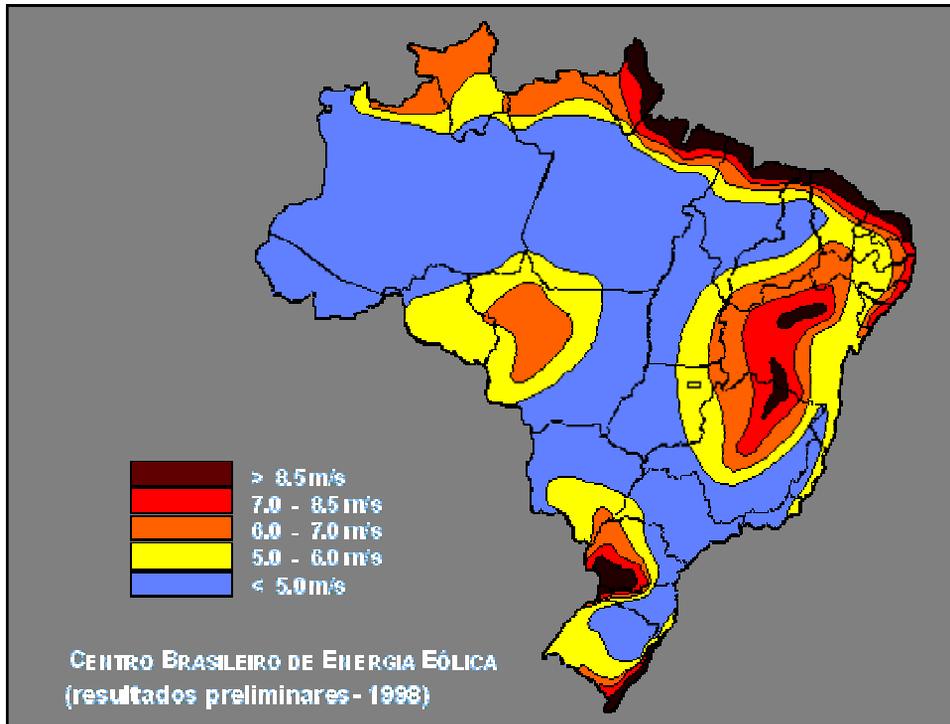
Potência Disponível	Potência Disponível específica	Velocidade do Vento	Área
P_d	p_d	V	A
W ou kW	W/m ²	m/s ou Km/h	m ²

Cabe, finalmente, algumas observações importantes:

- a **potência varia linearmente com massa específica e cresce com o cubo da velocidade.**
- a potência específica, como visto, é uma grandeza adequada para se especificar o potencial eólico de um dado sítio e esta é a grandeza que será preferencialmente utilizada; no entanto, alternativamente, pode-se utilizar a energia para especificar o potencial eólico. Por exemplo, se a potência específica é $p_d = 80 \text{ W/m}^2$, em um ano (8760 horas) tem-se 700 kWh/m^2 , que serve para quantificar as potencialidades de um sítio.
- é interessante comparar o potencial eólico com o potencial solar que pode ser estimado em 1000 W/m^2 ; a tabela abaixo fornece valores da potência específica, nas condições padrões. É importante observar, nesta comparação, que os valores referem-se à potência disponível; para se obter a potência realmente utilizável é necessário levar em consideração o rendimento dos sistemas de captação e conversão de energia, no caso, dos sistemas solar e eólico.

V[m/s]	3	5	7	10	15
P_d [W/m ²]	16.5	76.5	210	612	2067

- na falta de informações mais detalhadas, costuma-se utilizar a velocidade média na especificação do potencial eólico (cálculo da p_d). Este procedimento, no entanto fornece um valor subestimado da potência específica no período, uma vez que o valor médio, \bar{V} , de uma série de valores V, elevado ao cubo, é sempre menor que a média dos valores elevado ao cubo, da série.

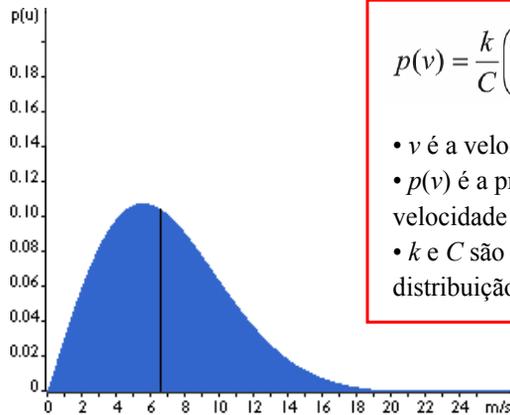


Padrão geral de variação da velocidade do vento

- É extremamente importante para o aproveitamento de energia eólica descrever o padrão de variação da velocidade do vento em uma região, pois este determinará a quantidade de energia disponível.
- Medições da velocidade do vento apontam que ventos muito fortes são extremamente incomuns durante o ano, ventos suaves e moderados são muito mais comuns que ventos fortes.

Padrão geral de variação da velocidade do vento

- A variação típica dos ventos em uma região é usualmente expressa através da distribuição de Weibull.

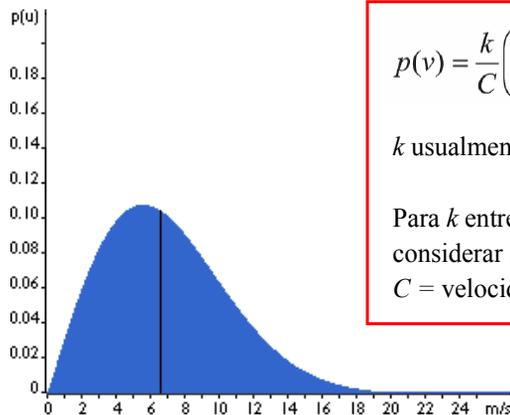


$$p(v) = \frac{k}{C} \left(\frac{v}{C} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{C} \right)^k}$$

- v é a velocidade
- $p(v)$ é a probabilidade de uma velocidade igual a v
- k e C são as constantes da distribuição

Padrão geral de variação da velocidade do vento

- A variação típica dos ventos em uma região é usualmente expressa através da distribuição de Weibull.

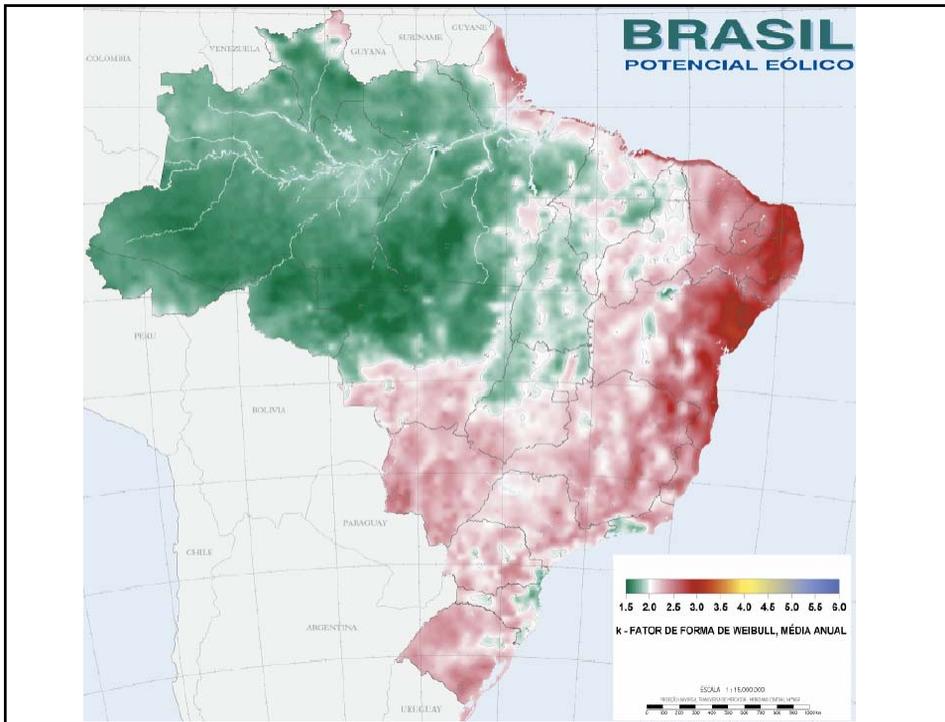


$$p(v) = \frac{k}{C} \left(\frac{v}{C} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{C} \right)^k}$$

k usualmente varia entre 2 e 3

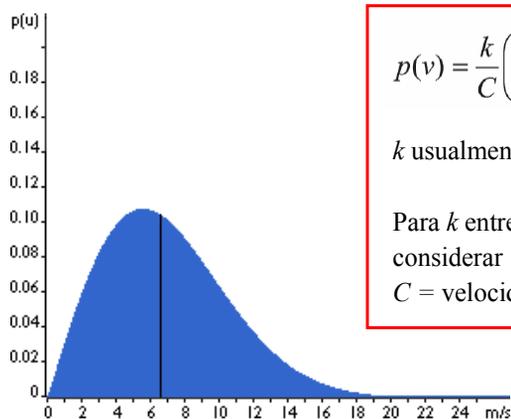
Para k entre 2 e 3 pode-se considerar :

$C = \text{velocidade média} / 0,9$



Potência Disponível

- A variação típica dos ventos em uma região é usualmente expressa através da distribuição de Weibull.



$$p(v) = \frac{k}{C} \left(\frac{v}{C} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{C} \right)^k}$$

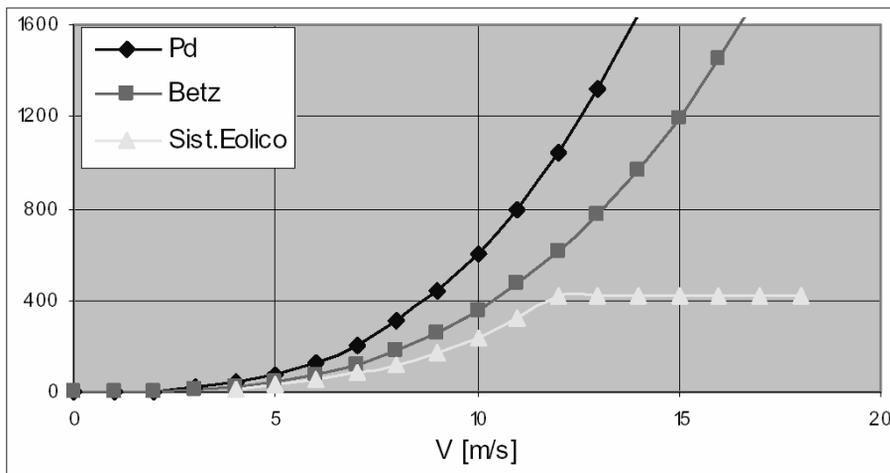
k usualmente varia entre 2 e 3

Para k entre 2 e 3 pode-se considerar :

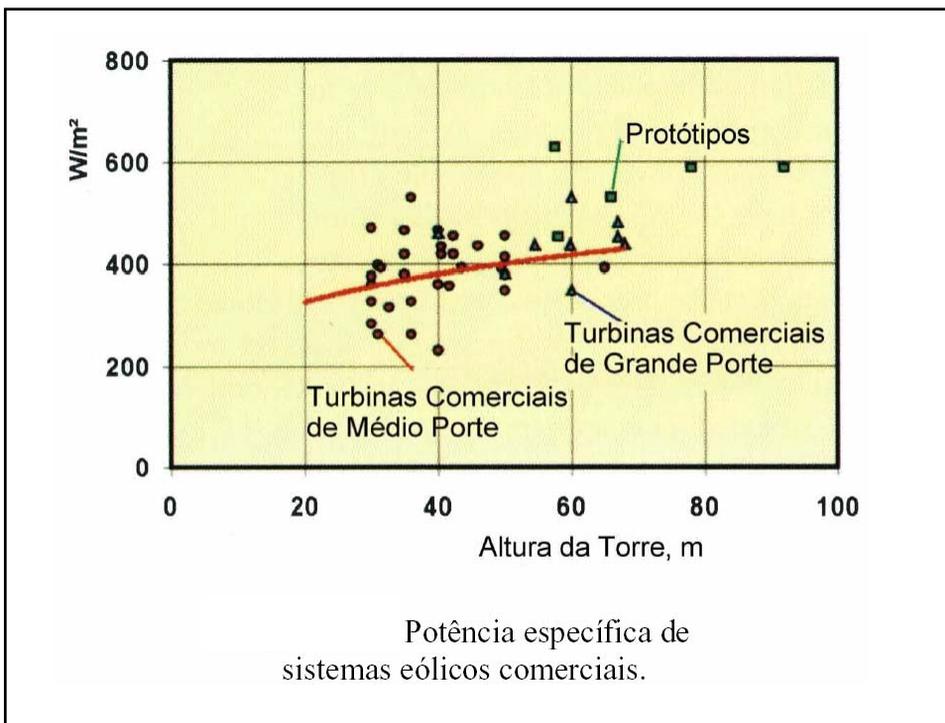
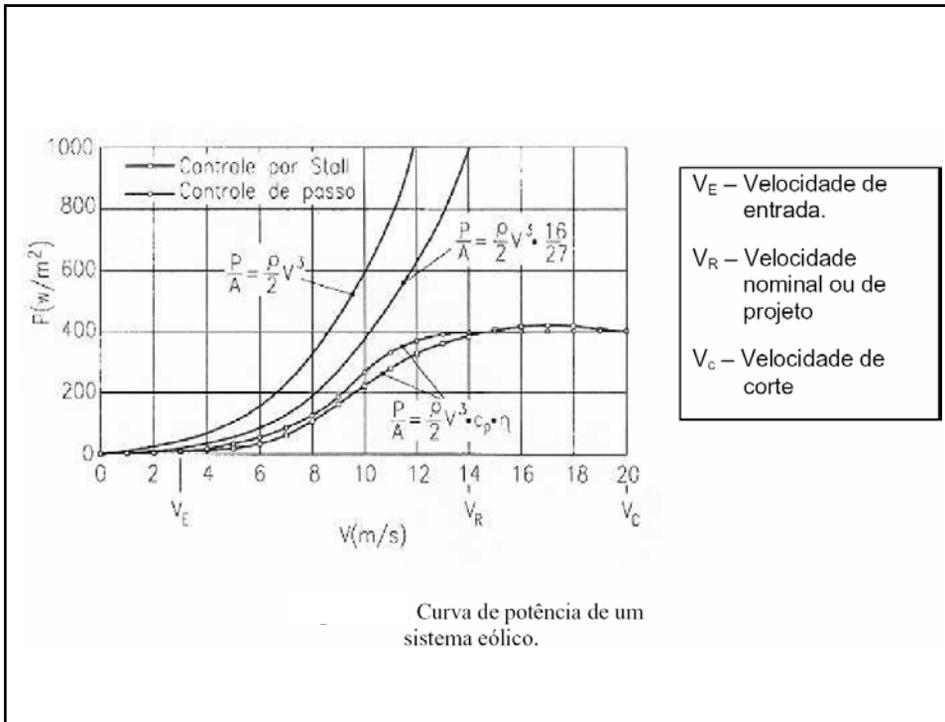
$C = \text{velocidade média} / 0,9$



ANÁLISE DO POTENCIAL EÓLICO DE UM MUNICÍPIO



Curvas de potência.



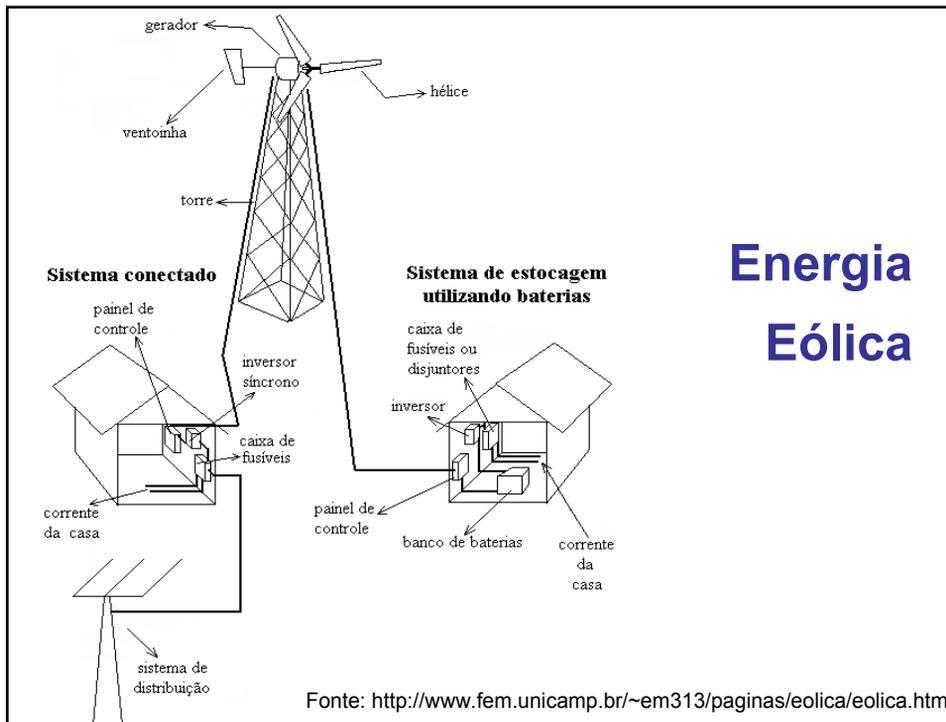
Aula V

Aproveitamento energético eólico

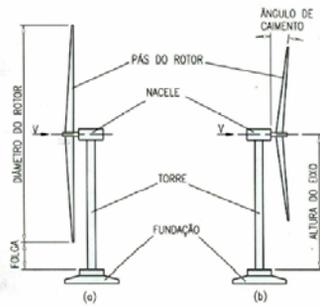


3. Energia Eólica

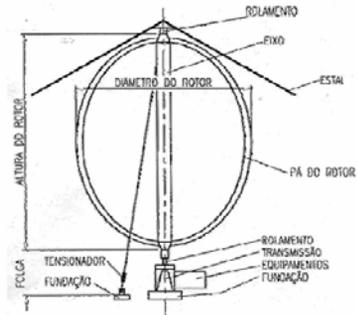
- Aspectos Históricos
- Potência disponível
- Tipos de equipamentos ←
- Impactos ambientais
- Outras fontes de informação



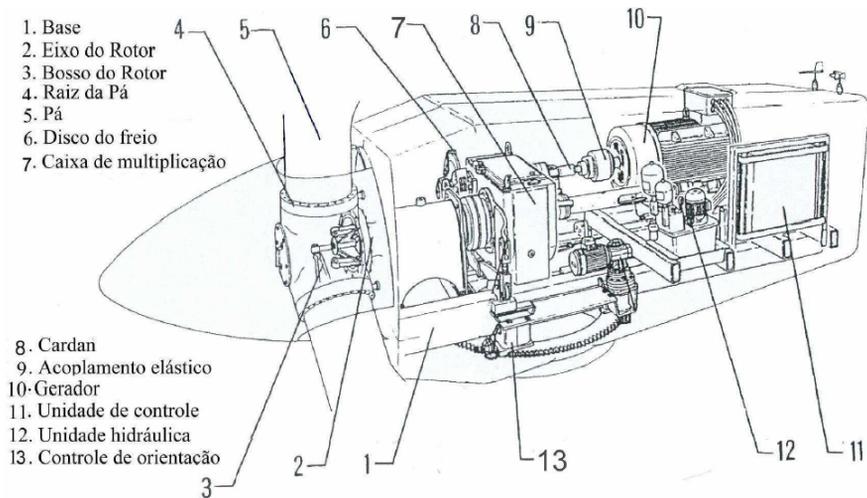
Atualmente, a geração de eletricidade em grande escala, tendo os ventos como fonte de energia, é feita com utilização de sistemas eólicos com rotores de eixo orientado horizontalmente.



Sistema eólico com eixo horizontal.



Sistema eólico com eixo vertical.



Componentes de um sistema eólico convencional.

ENERSUD
energia limpa

Home Empresa Produtos Instalações Sist. Eólico Bombeamento Contato

Produtos [Tabela de Preços](#)

Turbinas Eólicas – Exemplo de Modelos e Custo (Fabricante Nacional – ENERSUD)

notus12 250W	GERAR164 400W	GERAR208 700W	GERAR246 1000W
Bombeamento	Kit Torre	Sistema de Segurança (Controle de Passo)	Manual de Instalação

ENERSUD
energia limpa

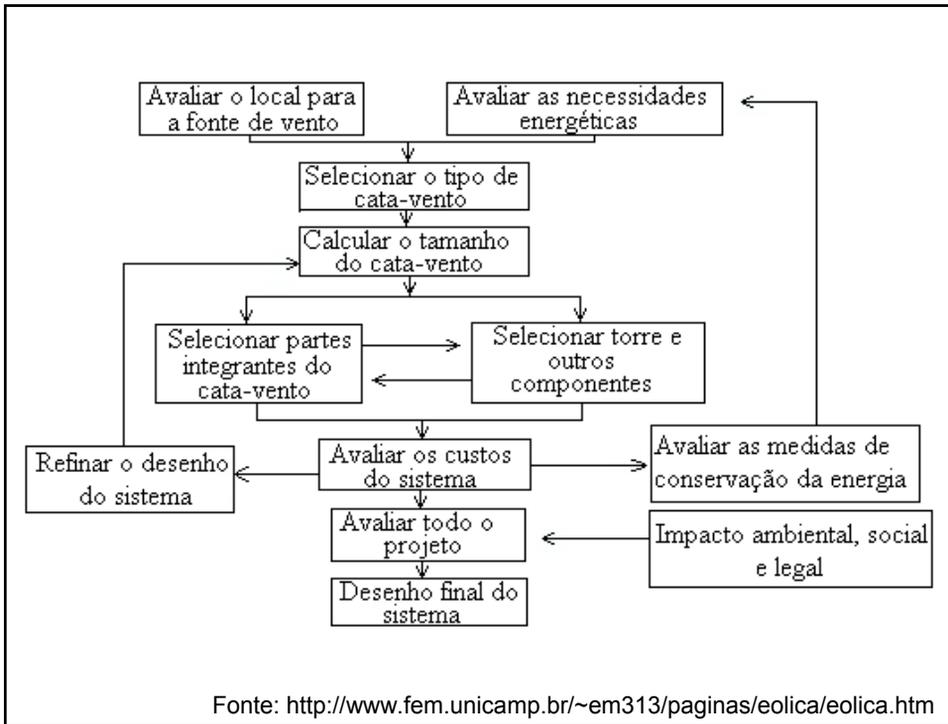
Home Empresa Produtos Instalações Sist. Eólico Bombeamento Contato

Produtos [Tabela de Preços](#)

Lançamento!
notus12
250W

- Equipamento para uso naval
- Telecomunicações
- Sistemas Híbridos

notus12 250W	GERAR164 400W	GERAR208 700W	GERAR246 1000W
Bombeamento	Kit Torre	Sistema de Segurança (Controle de Passo)	Manual de Instalação



Aula V

Aproveitamento energético eólico



3. Energia Eólica

- Aspectos Históricos
- Potência disponível
- Tipos de equipamentos
- Impactos ambientais ←
- Outras fontes de informação

Impactos e Problemas

Apesar de não queimarem combustíveis fósseis e não emitirem poluentes, fazendas eólicas não são totalmente desprovidas de impactos ambientais. Elas alteram paisagens com suas torres e hélices e podem ameaçar pássaros se forem instaladas em rotas de migração. Emitem um certo nível de ruído (de baixa frequência), que pode causar algum incômodo. Além disso, podem causar interferência na transmissão de televisão.

“Crescem os protestos na Alemanha contra a poluição da paisagem, causada por mais de 15 mil turbinas eólicas. A ampliação da energia eólica está sendo questionada. Segundo os críticos, ela consome altas subvenções e não traz muitas vantagens para o meio ambiente.”

Fonte: DW-TV

Aula V

Aproveitamento energético eólico



3. Energia Eólica

- Aspectos Históricos
- Potência disponível
- Tipos de equipamentos
- Impactos ambientais
- Outras fontes de informação ←

**TUTORIAL SOBRE USO DE ENERGIA EÓLICA
(INGLÊS, ALEMÃO E ESPANHOL)**

<http://www.windpower.org/composite-85.htm>



DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION
www.windpower.org