

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E COMPETITIVIDADE

IDB

SÃO PAULO – SP
15 de setembro 2008



**Transmissão de energia elétrica eficiente pelo
Corrente Contínua**

John Graham

john.graham@br.abb.com

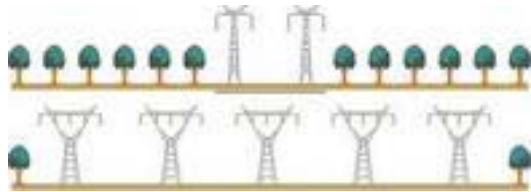


Porque transmissão de energia elétrica ?

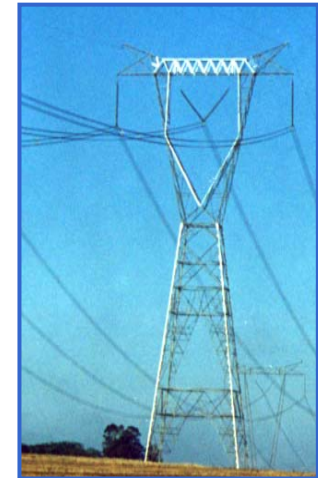
- Para conectar a geração ao carga.
- Para otimizar os preços da geração dentro do mercado.
- Para aumentar a energia firme em sistemas hidrelétricas.

Porque transmissão de energia elétrica em HVDC?

- Mais eficiente.
- Mais robusto.
- Menos impacto ambiental.

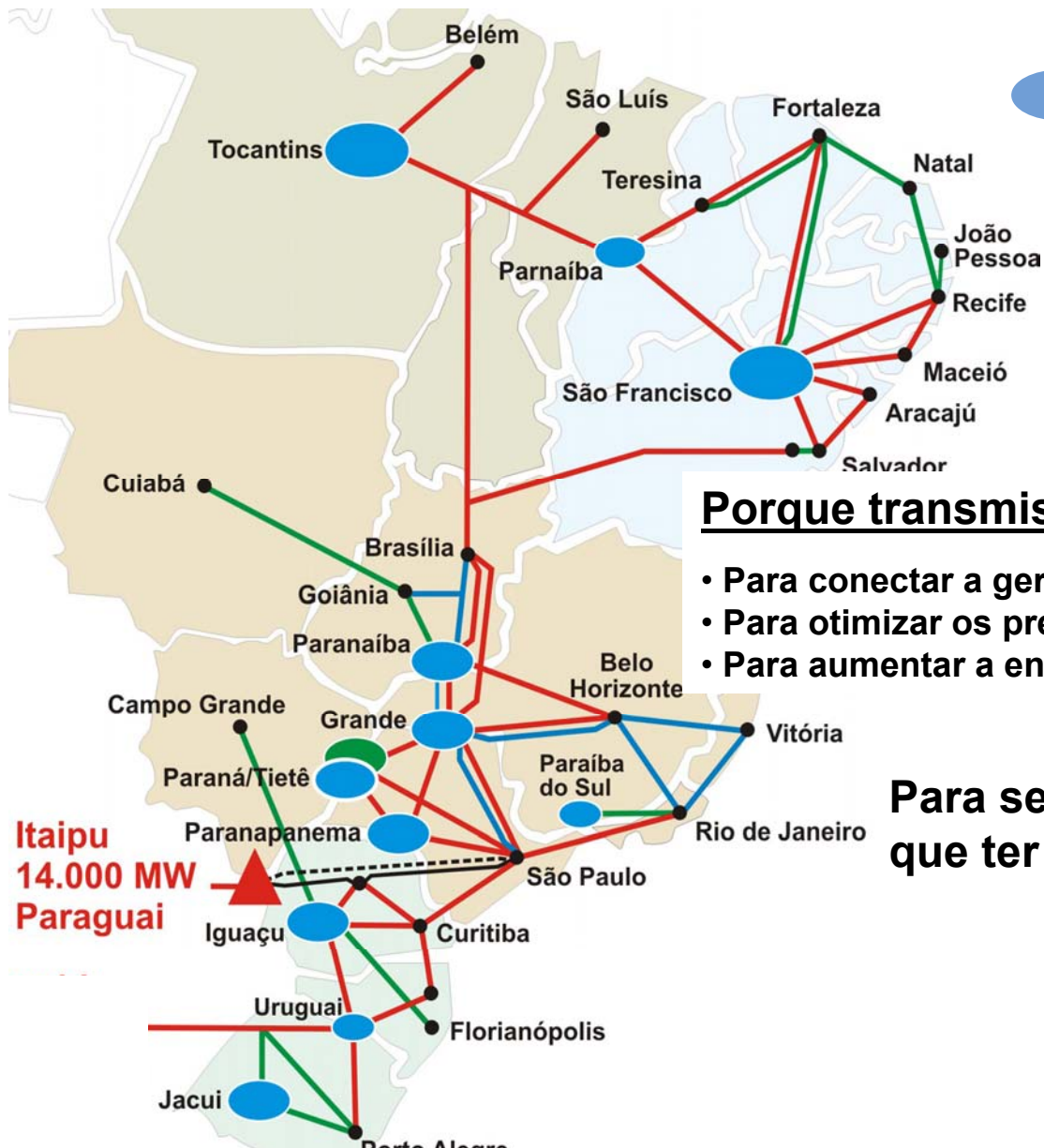


Menor faixa de servidão



2 condutores vs 3

Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



 **Bacias hidráulicas**

Porque transmissão de energia elétrica ?

- Para conectar a geração ao carga.
- Para otimizar os preços da geração dentro do mercado.
- Para aumentar a energia firme em sistemas hidrelétricas.

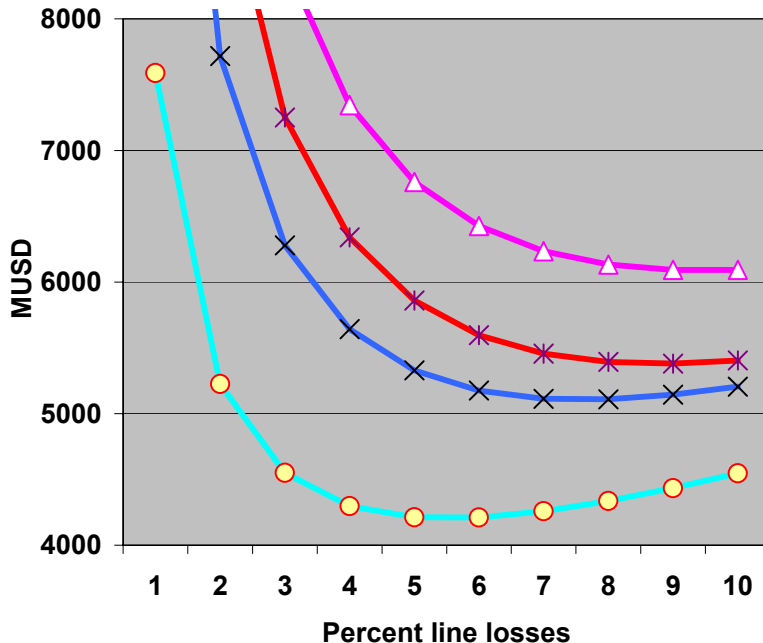
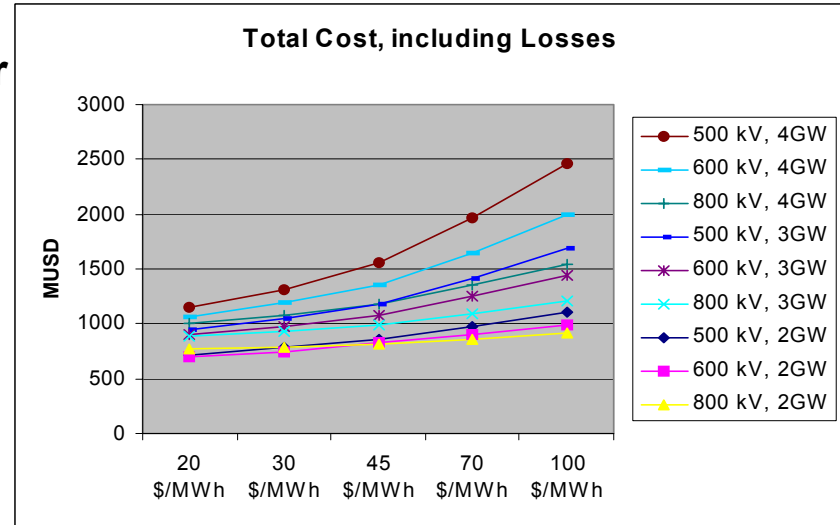
Para ser eficiente a transmissão tem que ter perdas elétricas mínimas.



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Para ser eficiente a transmissão tem que ter perdas elétricas mínimas.

Perdas = I^2R , Quadrado do Corrente.
Aumenta de Tensão para reduzir Corrente.

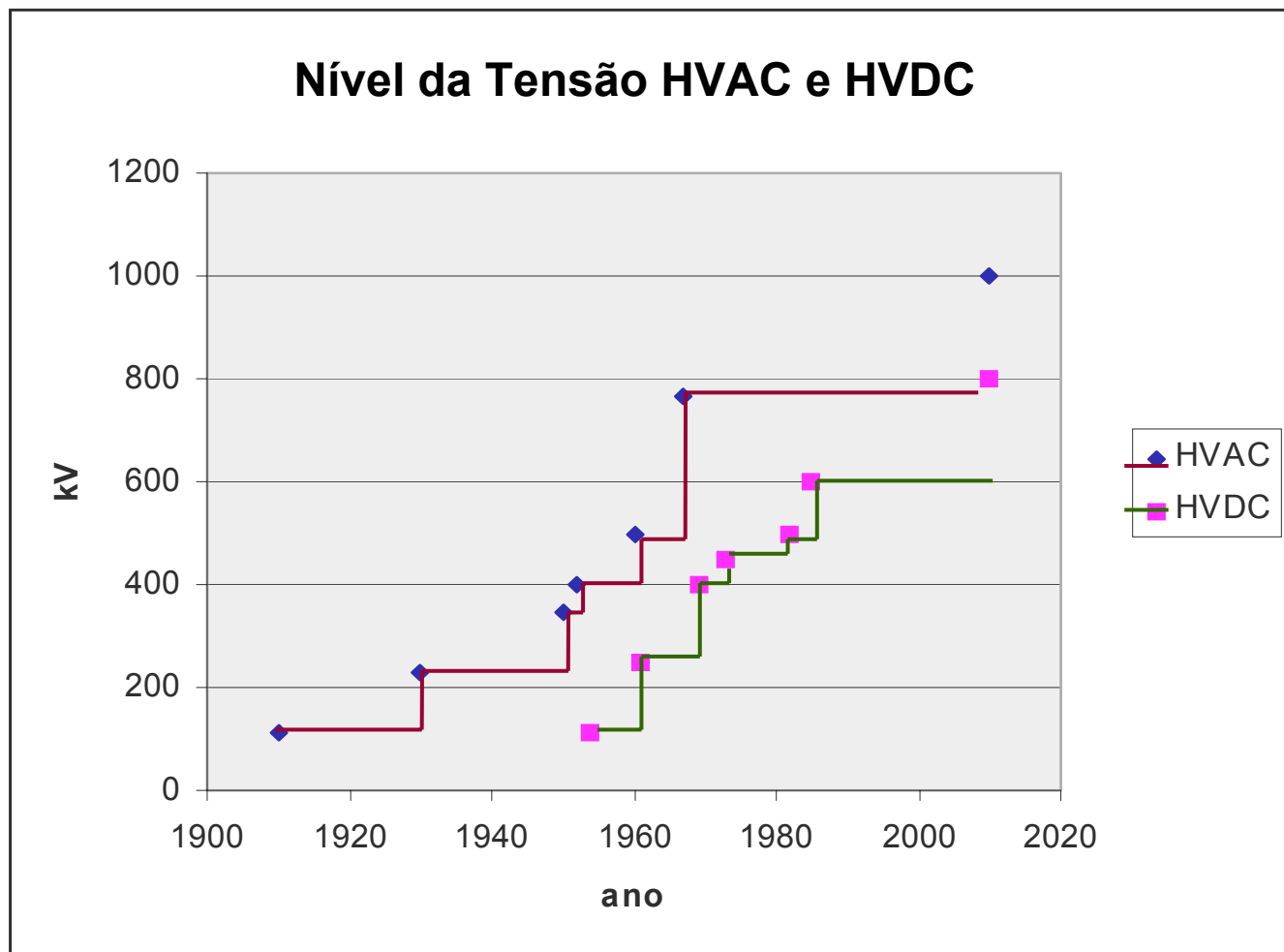


Longa distancia e/ou potencia alta, tende a favorecer tensões mais altas.



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

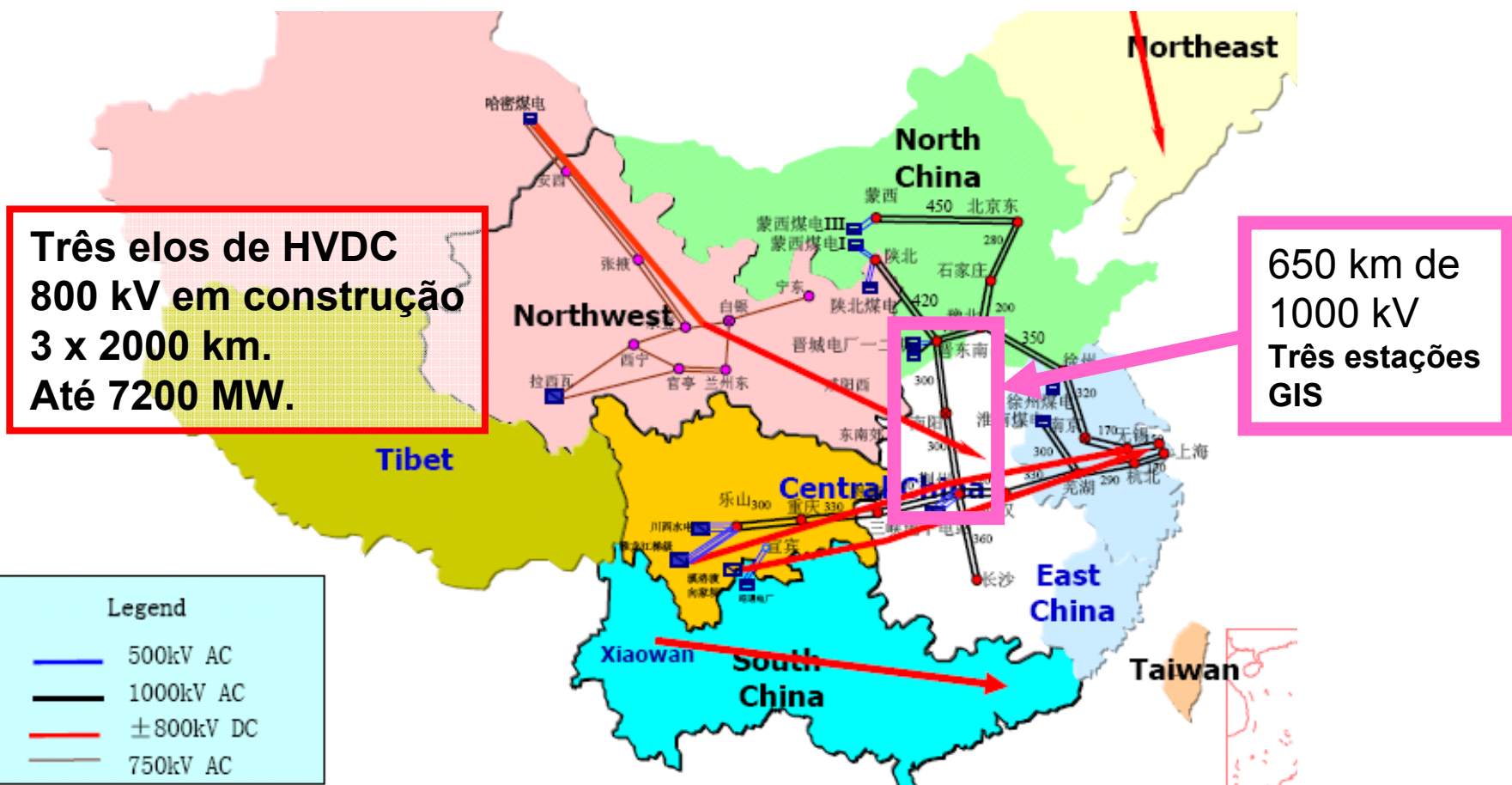
comparação entre
HVAC e HVDC
mostra
comportamento
parecida.
o nível máxima da
tensão ficou
stagnado devido
e razoes do
mercado.
mercado agora
cudou!
menos perdas
menos linhas
mais eficiente



Considerações Básicas : Nível da Tensão



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Planejamento Chinês para 2012



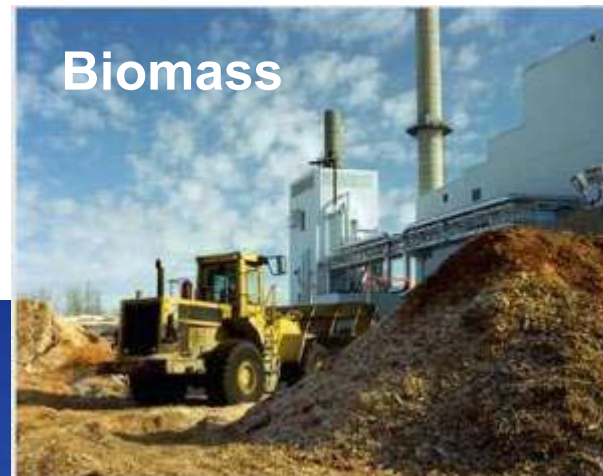
State Grid of China



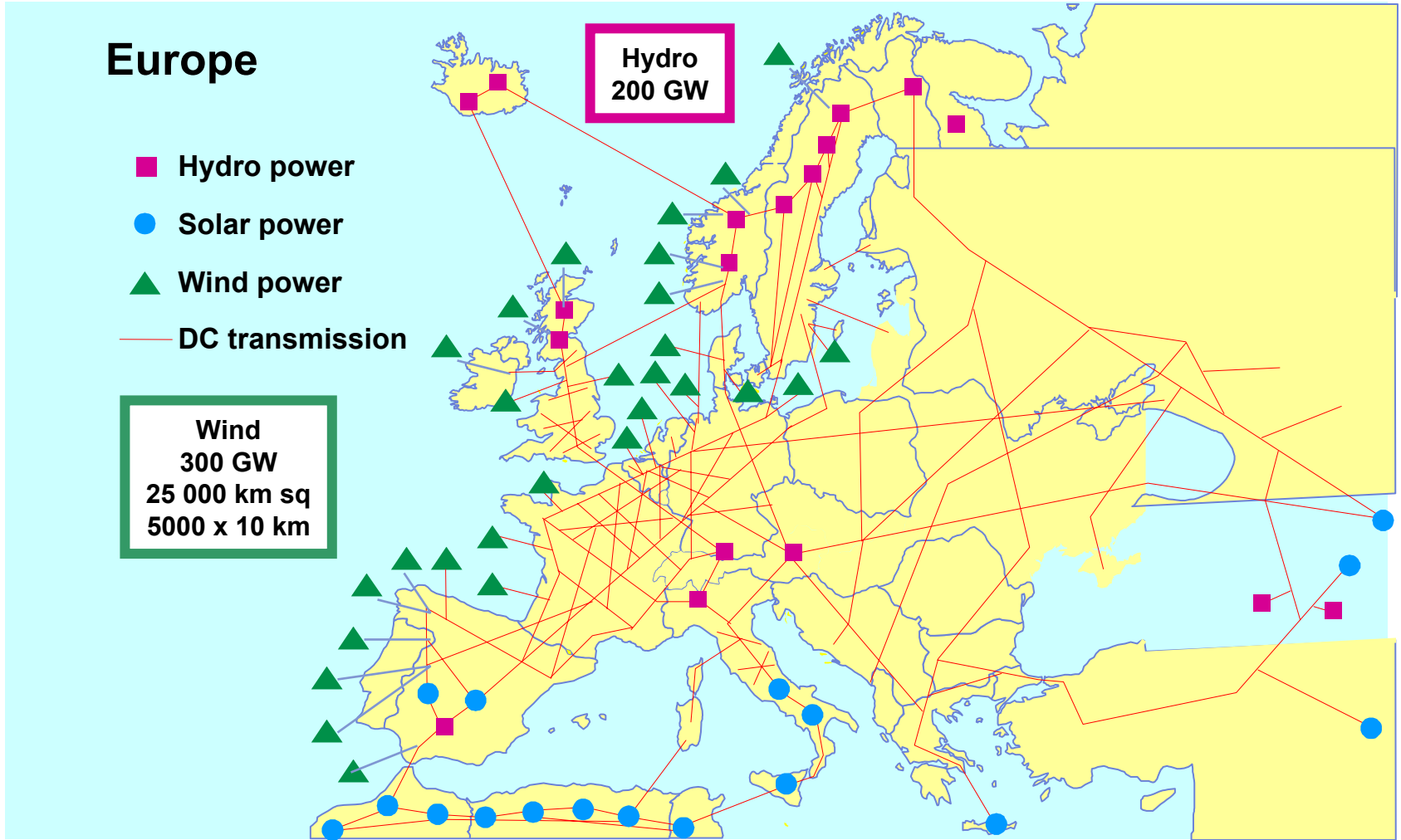
Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Alternativas Renováveis de Energia

Todas precisa transmissão eficiente e flexível



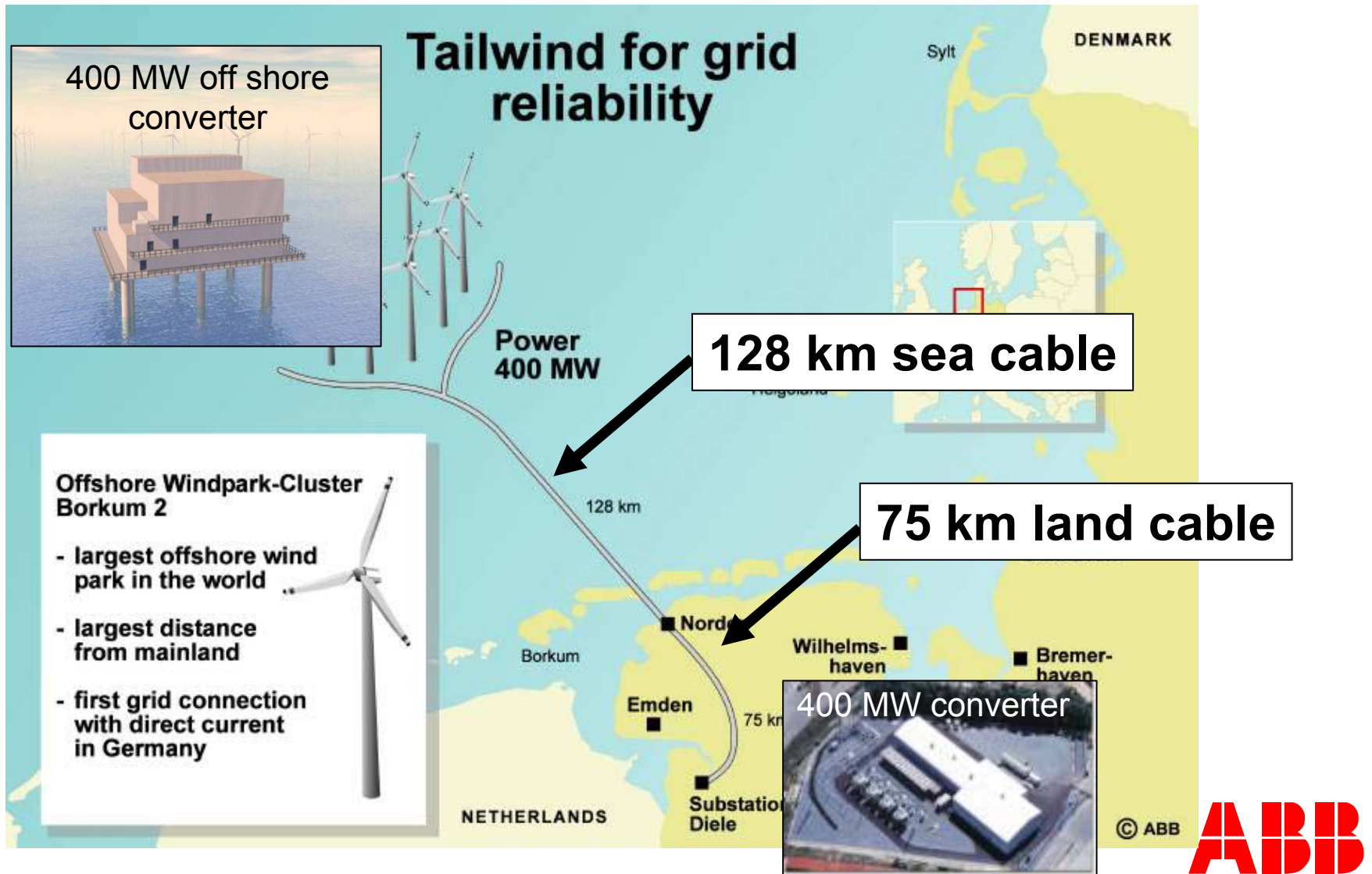
Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Europa: Visão de Energia Renovável



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



EON Netz, NordE.ON 1, 400 MW HVDC Light

Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Desafio para integrar interconexões de longa distancia.



Geração futura hidrelétrica

Wind Power
5000 MW



1000 km

Intercâmbios internacionais

CCGT Futuro

Carvão

Hidroelétricas : Longa distancia
Térmicas: Perto das cargas
Eólica: Litoral Norte e Sul



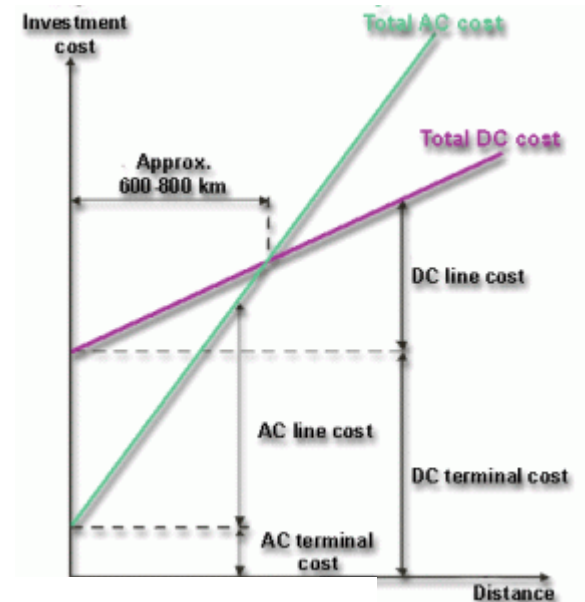
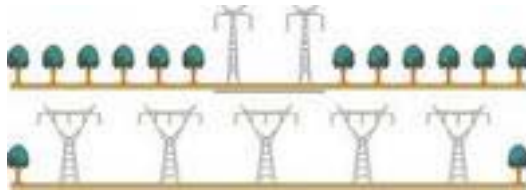
Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Porque transmissão de energia elétrica ?

- Para conectar a geração ao carga.
- Para otimizar os preços da geração dentro do mercado.
- Para aumentar a energia firme em sistemas hidrelétricas.

Porque transmissão de energia elétrica em HVDC?

- Mais eficiente.
- Mais robusto.
- Menos impacto ambiental.



ABB

Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Conventional HVAC



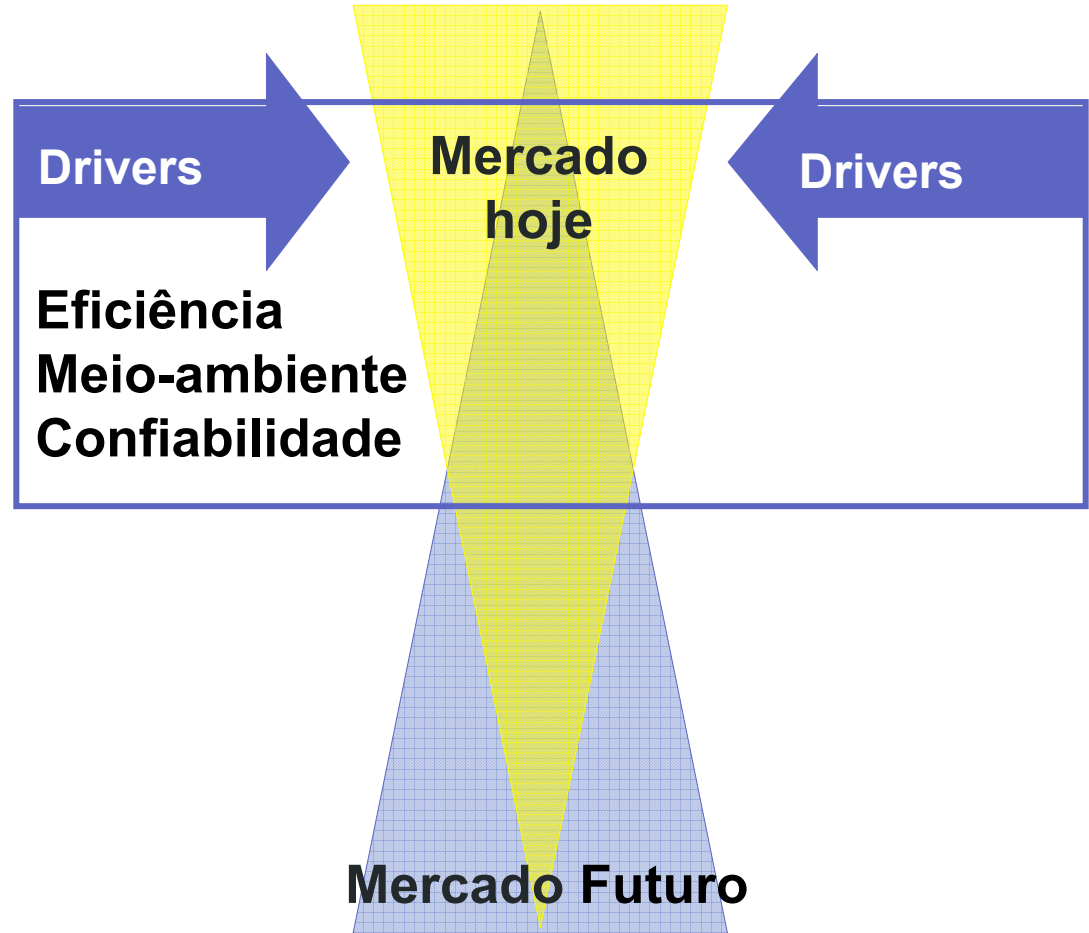
HVAC with FACTS



HVDC



DC & AC



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Numero de linhas em paralelo para transmitir 7000 MW



500 kV ac. Faixa $5 \times 80\text{m} = 400\text{m}$
 $2000\text{km} = 800\text{km}^2$



800 kV ac. Faixa $3 \times 100\text{m} = 300\text{m}$
 $2000\text{km} = 600\text{km}^2$



600 kV dc. Faixa $3 \times 75\text{m} = 150\text{m}$
 $2000\text{km} = 300\text{km}^2$



800 kV dc. Faixa $1 \times 80\text{m} = 80\text{m}$
 $2000\text{km} = 160\text{km}^2$

Menos desmatamento para uso da faixa de servidão.

Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Cables HVDC

Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Porque usar Elos de Corrente Continua?

1. Menos custo de investimento
2. Distancias longas
3. Perdas menores
4. Interligações assíncronos
5. Flexibilidade pelo controle
6. Limitação de correntes de curto
7. Meio-ambiente

Como pode ser visto, todos estes razões são aplicáveis no Brasil



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Itaipu 2x7000 MW

3 EHVAC Lines

765 kVac

About 70% Guyed Vee

Average weight 8500 kg

16 m Phase spacing

Conductor 4xBluejay 564 mm²

35 Insulators

2 HVDC Lines

± 600 kVdc

About 80% Guyed Mast

Average weight 5000 kg

Conductor 4xBittern 644 mm²

32 Insulators 510 mm creep

16 m pole spacing



Operação Comercial em 1984 Ainda hoje a tensão mais alta em HVDC



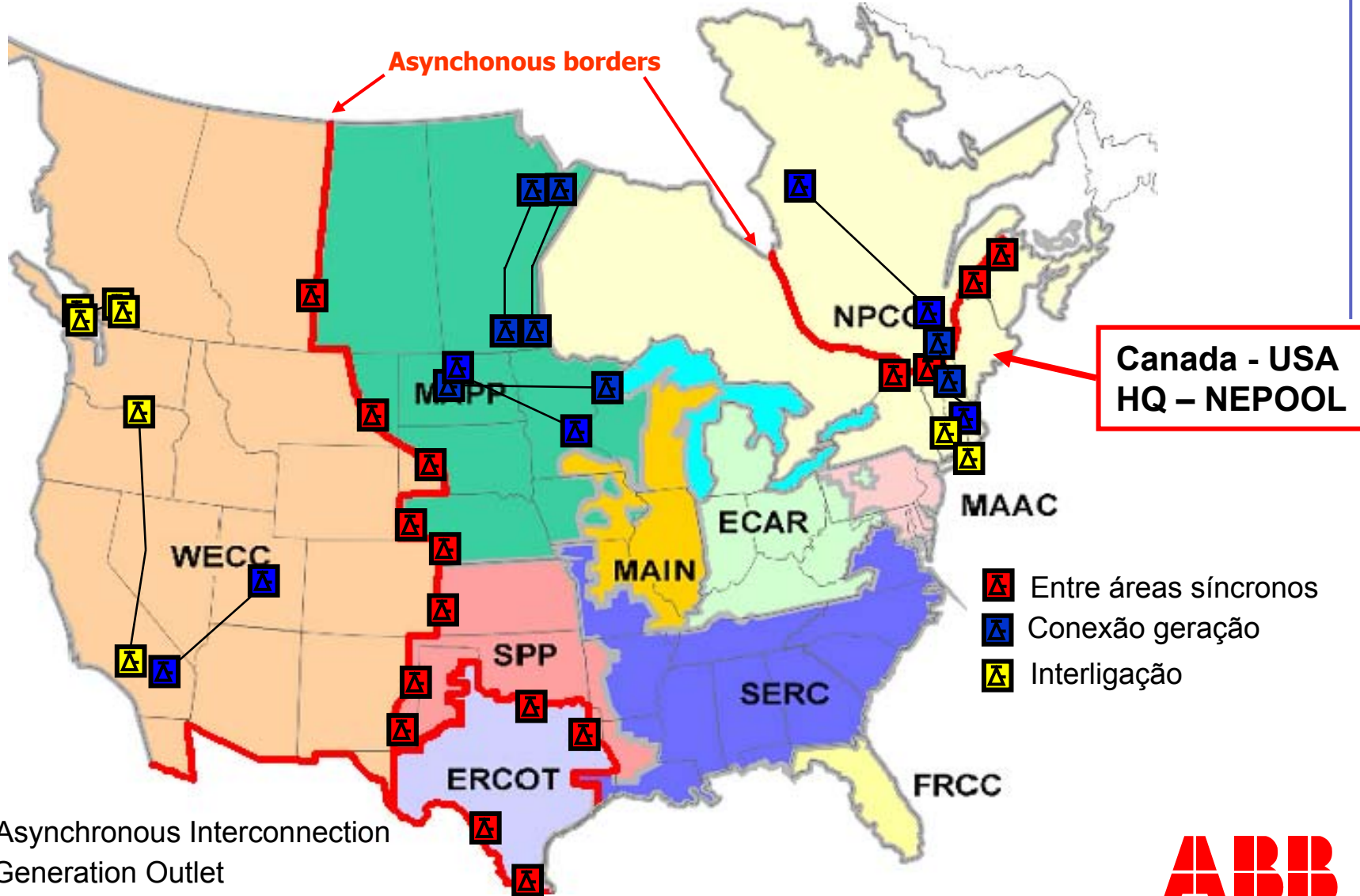
Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Foz do Iguaçu Converter Station



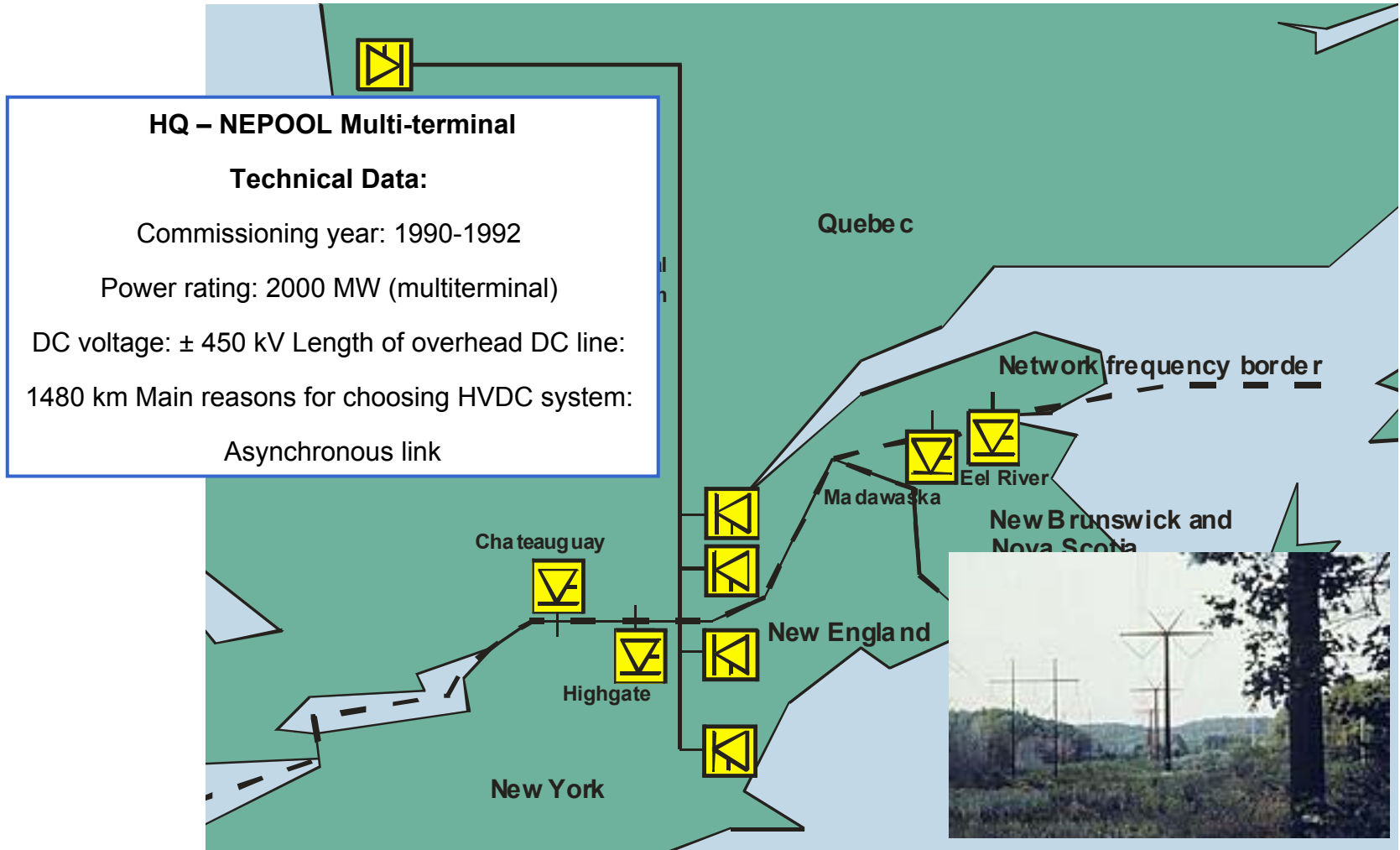
Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Sistemas HVDC na América do Norte



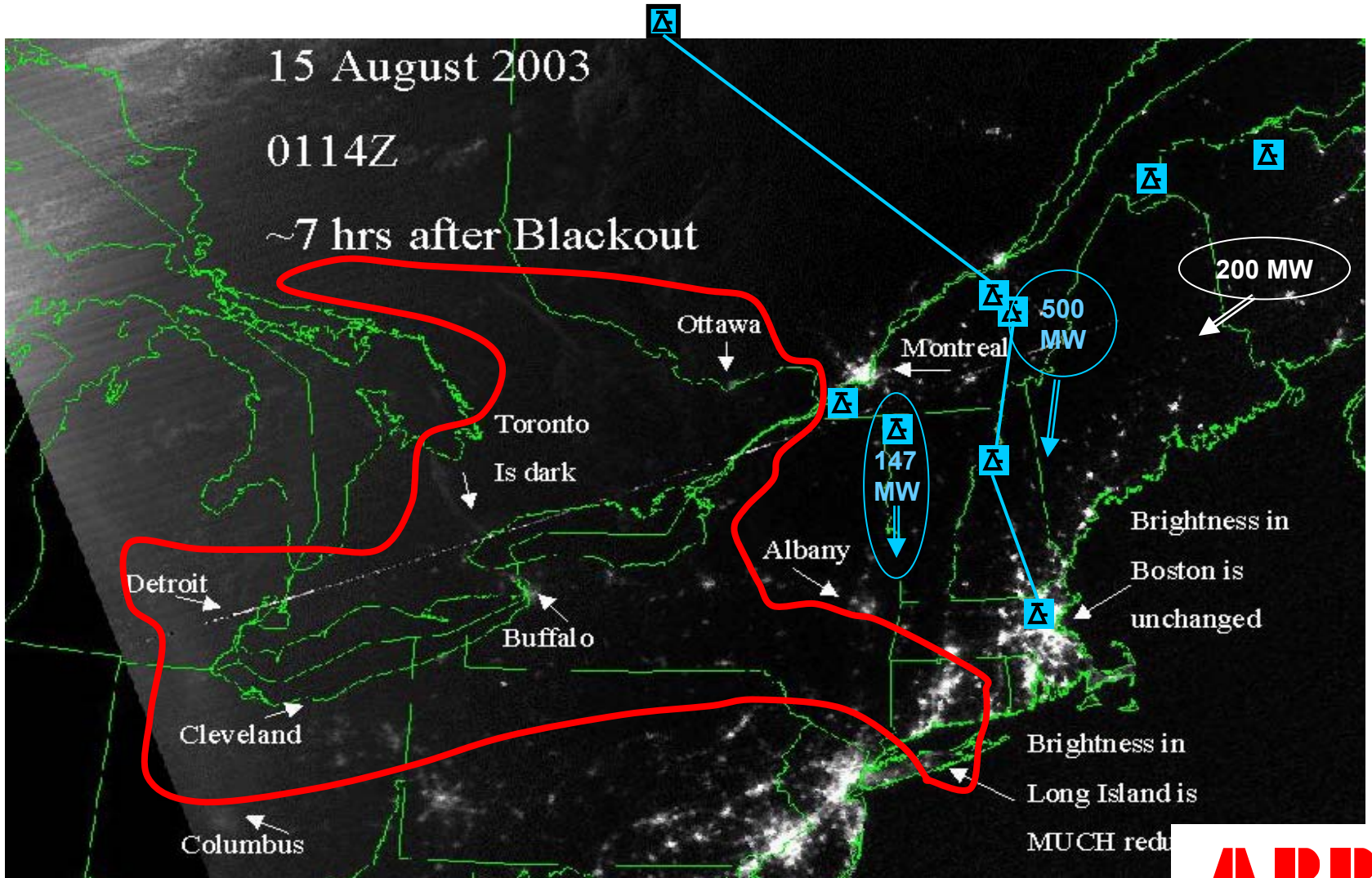
Transmissão de energia elétrica por meio de Corrente Contínua



Exemplo de Multi-terminal: Hydro Quebec – New England



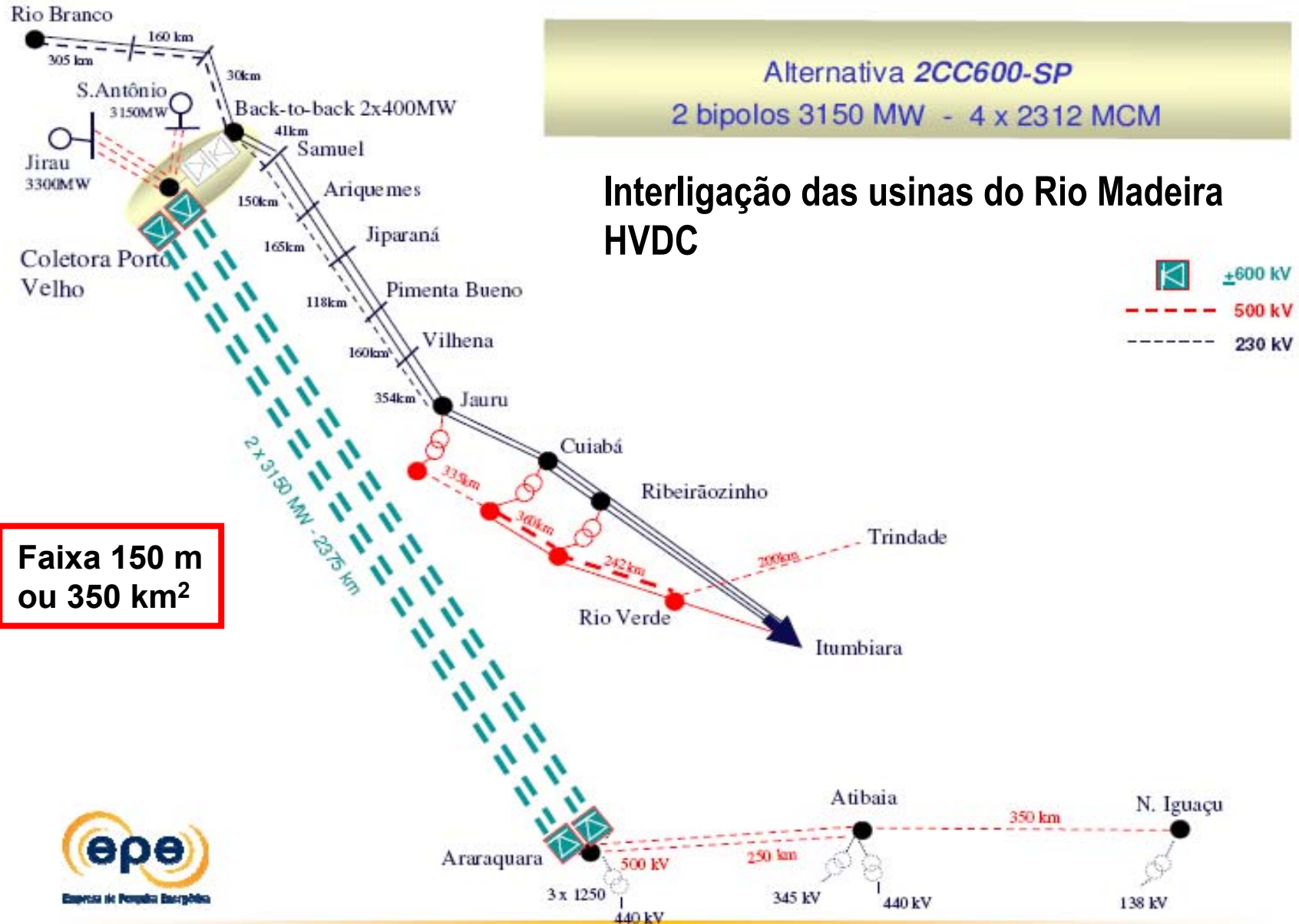
Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



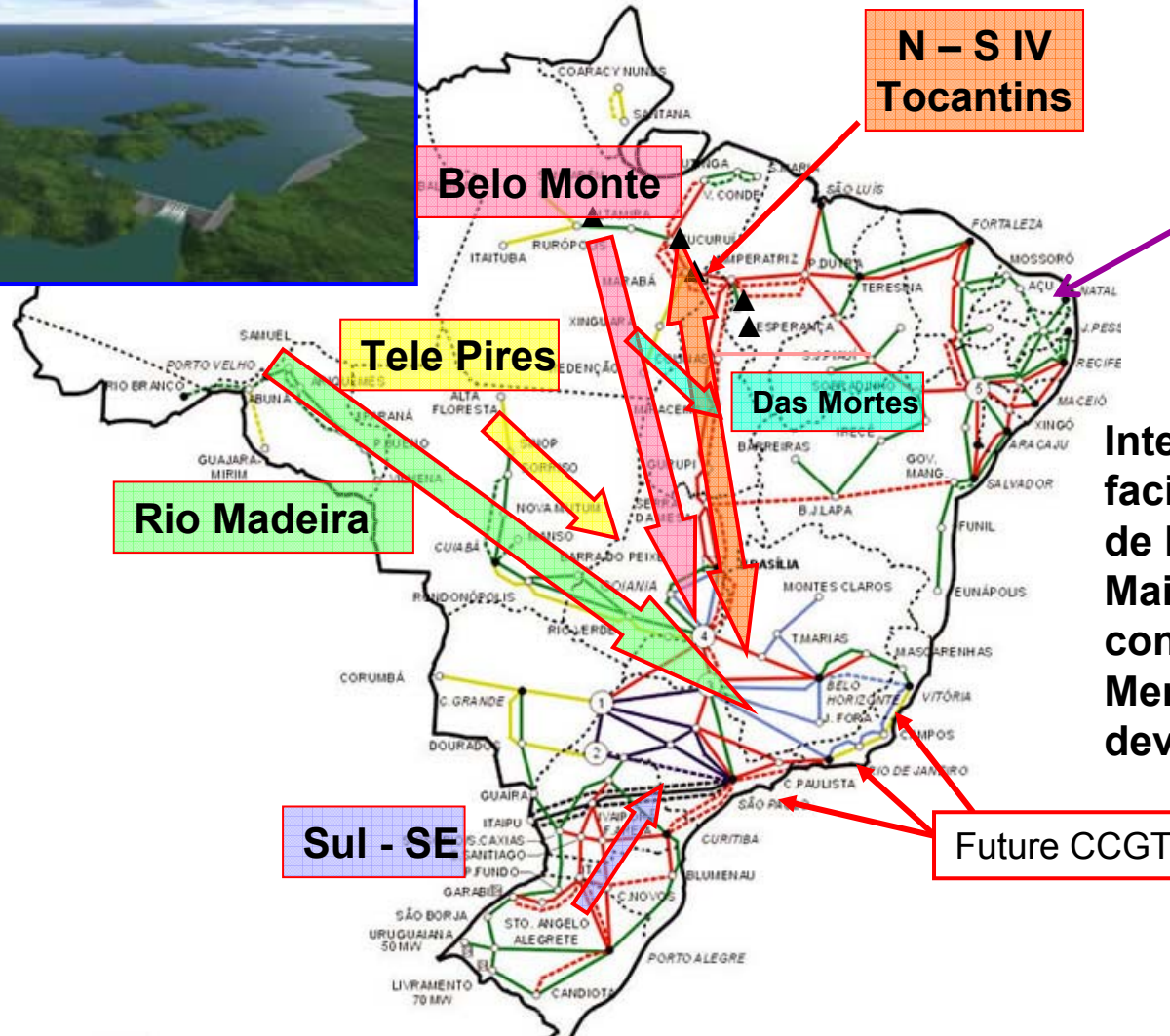
Blackout Aug 14, 2003 Source: Public Power Weekly, August 25, 2003



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua



Intercambio energética facilitada pelo flexibilidade de HVDC.
Mais segurança com controle evitando cascata.
Menos impacto ambiental devido da faixa menor.

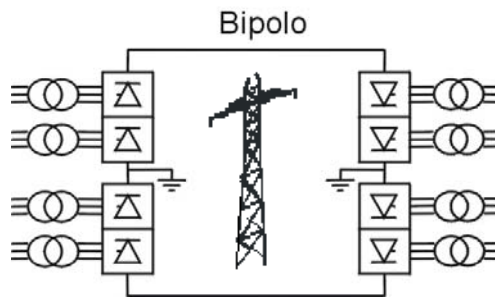


Expansão hidrelétrica 2007 - 2016

Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

Razões para aplicar Elos de HVDC no Brasil

1. Menos custo de investimento
2. Distancias longas
3. Perdas menores
4. Interligações assíncronos
5. Flexibilidade pelo controle
6. Limitação de correntes de curto
7. Meio-ambiente

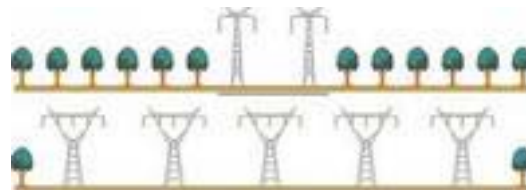


Porque transmissão de energia elétrica ?

- Para conectar a geração ao carga.
- Para otimizar os preços da geração dentro do mercado.
- Para aumentar a energia firme em sistemas hidrelétricas.

Porque transmissão de energia elétrica em HVDC?

- Mais eficiente.
- Mais robusto.
- Menos impacto ambiental.



Transmissão de energia elétrica eficiente pelo Corrente Continua

