

# ITAIPU: INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

Conferência Internacional: Potencialidades, Oportunidades e Desafios da Integração Elétrica na América do Sul

Painel: Integração Elétrica como vetor de Desenvolvimento Econômico e Social  
As Experiências de Usinas Binacionais

Foz do Iguaçu - PR | 26 e 27 de novembro de 2015

*Jorge Miguel Samek*

Diretor-Geral Brasileiro  
ITAIPU BINACIONAL



Integração  
Elétrica

Integração  
Elétrica na  
América do Sul

ITAIPU: Um caso de sucesso

Características  
Gerais

Histórico da  
Construção

ITAIPU: Desenvolvimento Regional e a  
Sustentabilidade

Responsabi-  
lidade Socio-  
ambiental

Desenvolvi-  
mento  
Regional

Desenvolvi-  
mento  
Tecnológico



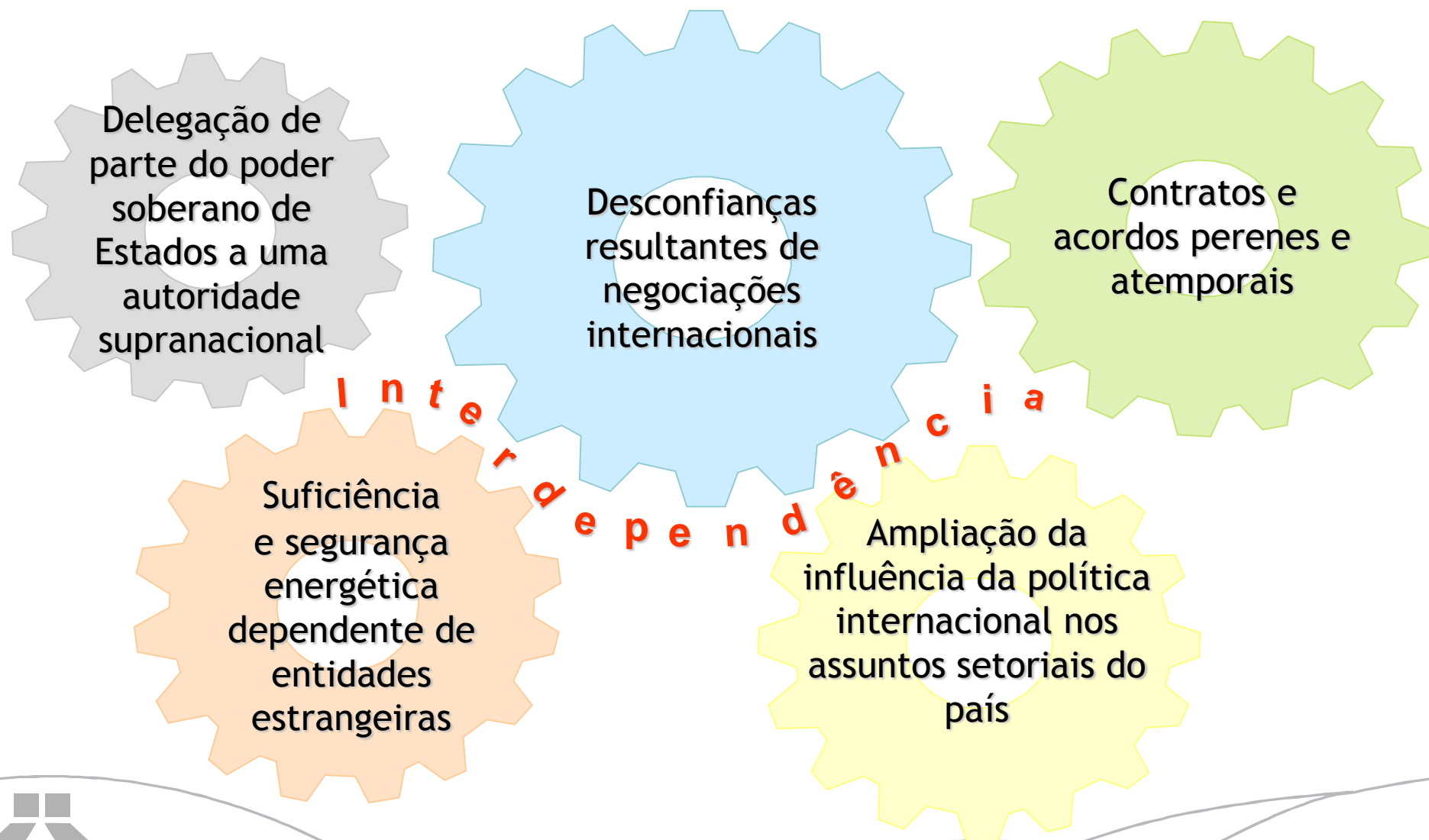


**Integração energética entre países possibilita benefícios econômicos, sociais e ambientais**



- Aproveitamento e otimização dos recursos energéticos;
- Transformação dos recursos energéticos em renda;
- Aproveitamento das diversidades hidrológicas e de carga;
- Suprimento de carências (locais ou nacionais);
- Aumento da qualidade e da confiabilidade do suprimento;
- Ganhos de escala na produção e no uso de infraestrutura;
- Redução de custos totais a longo prazo.





## INTEGRAÇÃO

Possui desenvolvimento gradual

Longo processo de maturação e aceitação

A chance de sucesso é maior entre países com características semelhantes

Facilitadores: dimensão, economia, cultura

Normalmente a integração regional é uma evolução natural de processos de interligações transfronteiriças de menor escala

Fatores socioeconômicos e culturais aproximam os países

Origem do Processo: acordos bilaterais limitados (América do Sul)

Evolução: amplos acordos plurinacionais (Europa e América Central)

**INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA, em contexto amplo ...**

**... CRIA INTERDEPENDÊNCIA**



# Integração Elétrica Regional

Situação da América do Sul



Integração gerando energia e desenvolvimento





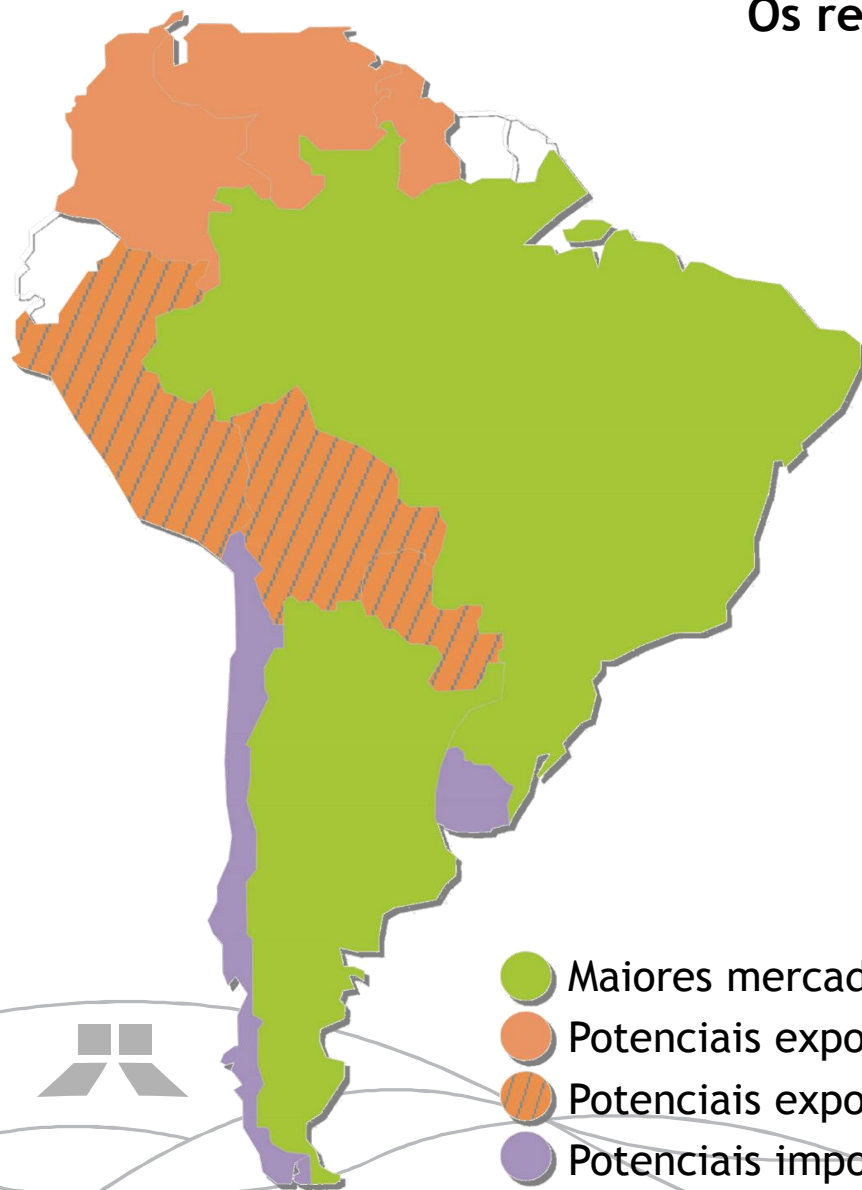
- Baixo consumo de energia elétrica na América do Sul: 123.383 MW médios ou 2.706 kWh per capita/ano;
- Apenas 5% do total é produzido em países diferentes do consumidor;
- Brasil representa 55% do total do consumo; Argentina com 13%, Venezuela com 11%, e os demais países aproximadamente 20%;
- Contratos bilaterais são a regra;
- Brasil está conectado à Venezuela, Paraguai (ITAIPU e Acaray), Argentina (Garabi e Uruguiana) e Uruguai;
- Na América Central há o Sistema de Interconexão Elétrica para a América Central (SIEPAC), que integra seis países, com 1800 km de linhas da Guatemala ao Panamá;
- A integração energética é uma realidade na Europa há mais de 60 anos.



# AMÉRICA DO SUL - EMPREENDIMENTOS BINACIONAIS

Ref.	PAÍSES		CONEXÃO				TENSÃO	CAPACIDADE	STATUS	FREQ.
1	Colômbia	Venezuela	Cuestecita	(Co)		(Ve)	230 kV	150 MW	Em operação	60 Hz
2	Colômbia	Venezuela	Tibú	(Co)	La Fría	(Ve)	115 kV	36 / 80 MW	Em operação	60 Hz
3	Colômbia	Venezuela	San Mateo	(Co)	El Corozo	(Ve)	230 kV	150 MW	Em operação	60 Hz
4	Colômbia	Panamá	Cerromatoso	(Co)	Panamá	(Pa)		300 MW	Em estudo	
5	Colômbia	Ecuador	Pasto	(Co)	Quito	(Ec)	230 kV	250 MW	Em operação	60 Hz
6	Colômbia	Ecuador	Jamondino	(Co)	Santa Rosa	(Ec)	230 kV	250 MW	Em construção	
7	Colômbia	Ecuador	Ipiales	(Co)	Tulcán	(Ec)	138 kV	35/113 MW	Em operação	60 Hz
8	Equador	Perú	Machala	(Ec)	Zorritos	(Pe)	230 kV	100 MW	Em operação	60 Hz
9	Brasil	Venezuela	Boa Vista	(Br)	El Guri	(Ve)	230/400 kV	200 MW	Em operação	60 Hz
10	Bolívia	Perú	La Paz	(Bo)	Puno	(Pe)	230/220 kV	150 MW	Em estudo	50/60 Hz
11	Brasil	Paraguai	Binacional Itaipu	(Br)		(Py)	500/220 kV	14.000 MW	Em operação	60/50 Hz
12	Brasil	Paraguai	Foz de Iguazú	(Br)	Acaray	(Py)	220/138 kV	50 MW	Em operação	60/50 Hz
13	Argentina	Paraguai	El Dorado	(Ar)	Mcal. A. López	(Py)	220/132 kV	30 MW	Em operação	50 Hz
14	Argentina	Paraguai	Clorinda	(Ar)	Guarambaré	(Py)	132/220 kV	80/90 MW	Em operação	50 Hz
15	Argentina	Paraguai	Binacional Yacyretá	(Ar)		(Py)	500 kV	3.200 MW	Em operação	50 Hz
16	Argentina	Brasil	Rincón S.M.	(Ar)	Garabí	(Br)	500 kV	2.000/2.200 MW	Em operação	60/50 Hz
17	Argentina	Brasil	P. de los Libres	(Ar)	Uruguayana	(Br)	132/230 kV	50 MW	Em operação	50/60 Hz
18	Argentina	Uruguai	Binacional Salto Grande	(Ar)		(Uy)	500 kV	1.890 MW	Em operação	50 Hz
19	Argentina	Uruguai	Concepción	(Ar)	Paysandú	(Uy)	132/150 kV	100 MW	Op. em emerg.	50 Hz
20	Argentina	Uruguai	Colonia Elia	(Ar)	San Javier	(Uy)	500 kV	1.386 MW	Em operação	50 Hz
21	Brasil	Uruguai	Livramento	(Br)	Rivera	(Uy)	230/150 kV	70 MW	Em operação	60/50 Hz
22	Brasil	Uruguai	Pte. Médici	(Br)	San Carlos	(Uy)	500 kV	500 MW	Em construção	60/50 Hz
23	Argentina	Chile	CT TermoAndes	(Ar)	Sub.Andes	(Cl)	345 kV	633 MW	Em operação	50 Hz

Os recursos existentes são suficientes para suprir o consumo atual e o crescimento previsto.



## DIFICULDADES PARA INTEGRAR:

- **Diversidade de frequência dos sistemas**  
Predomínio de 50 Hz no Sul e 60 Hz no Norte (facilmente contornável com a tecnologia atual)
- **Dificuldades geográficas**  
Barreiras naturais, extensão territorial e centros de carga distantes (maiores custos)
- **Interconexões frágeis**  
Diversas interconexões de pequena capacidade, baseadas em acordos bilaterais
- **Diferenças regulatórias entre os países**  
Alguns ainda com monopólio estatal e outros em diferentes graus de liberalização
- **Respeito aos contratos**  
Episódios de quebras de acordos minam a confiança de alguns países em outros

- Contratos bilaterais são a regra;
- Principais interconexões refletem aproveitamentos hidráulicos compartilhados (exceto Garabi, por enquanto);
- Grande disponibilidade de gás e potencial hidráulico não aproveitado;
- Complementariedade hidrológica (Norte-Sul) e de carga;
- Alguns países com disponibilidade energética e necessidade de investimento e crescimento (Paraguai, Bolívia, Peru);
- Brasil representa mais do que **50%** da necessidade energética;
- Regulamentação diferenciada entre países e instabilidade política e regulatória em alguns casos;
- Em países menores a exportação de energia representa ou pode vir a representar grande parte da pauta de exportações.



# Integração Elétrica Regional

## ITAIPU BINACIONAL: um caso de sucesso



Integração gerando energia e desenvolvimento

# LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO EMPREENDIMENTO

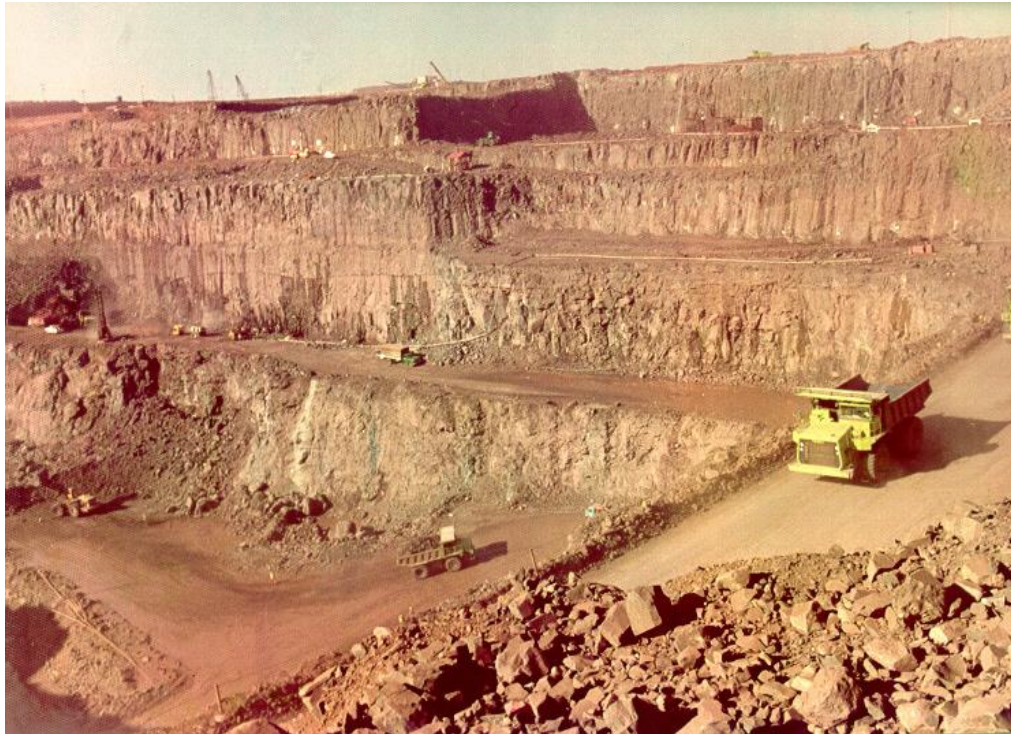




- Solução definitiva de um conflito de fronteira;
- Engenharia jurídica e arquitetura financeira;
- Modelo de integração com equidade e respeito às assimetrias entre os países;
- Segurança jurídica do Tratado Binacional de Itaipu, ratificado pelos respectivos Congressos.







- Crise do petróleo e mudança do cenário internacional;
- Fim do ciclo de crescimento acelerado da economia brasileira;
- Aumento das taxas de juros internacionais: a crise da dívida externa.





- **99,63%** dos investimentos diretos foram “alavancados” por meio de empréstimos e financiamentos;
- O Governo Brasileiro patrocinou **100%** do financiamento da construção de ITAIPU;
- O **Tesouro Nacional Brasileiro** ofereceu todas as garantias para os empréstimos;
- As dívidas passaram por sucessivas renegociações e reestruturações, a definitiva em 1997.

## Recursos utilizados em Itaipu

Capital social inicial	US\$ 100 milhões
Total de recursos captados	US\$ 26,9 bilhões
<b>Total de recursos</b>	<b>US\$ 27,0 bilhões</b>
<b>Investimentos diretos:</b>	<b>US\$ 12,2 bilhões</b>

## Obra financiada pelo FOCEM com aporte do governo brasileiro

Concluída em novembro de 2013

Ampliação da Subestação da  
Margem Direita de ITAIPU



Linha de Transmissão  
em 500 kV de 350 km



Subestação completa de 500 kV em  
Assunção



# INDICADORES: BRASIL E PARAGUAI (1972 - 2011)

Indicador	1972		Período de construção de Itaipu 1975-1991	2011		Crescimento em 4 décadas	
	Brasil	Paraguai		Brasil	Paraguai	Brasil	Paraguai
População (milhões)	99,4	2,4		195	6,5*	2 vezes	2,7 vezes
PIB (US\$ bilhões)	45,5	0,6		2.475	24,3**	54 vezes	40 vezes
Renda per capita (US\$)	452	277		12.696	3.649**	28 vezes	13 vezes
Consumo eletrícid. (GWh)	49.384	231		544.900*	7.227*	11 vezes	31 vezes

	BRASIL	PARAGUAI	
Território (mil km <sup>2</sup> )	8.515	407	21 vezes

	BRASIL	PARAGUAI
IDH 2011	0,718 Alto (84°)	0,665 Médio (107°)

IDH: maior 0,953 Noruega (1°); menor 0,286 Congo (187°)

Fonte: Relatório de Desenvolvimento Humano da ONU

Fontes: (1) Banco Mundial, (2) MME/BR, (3) BC (4) IBGE; \*2010: (5) MME/BR e (6) Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos/PY; (7) \*\* valor estimado 2011 Banco Central/PY.

# BENEFÍCIOS PAGOS AS ALTAS PARTES CONTRATANTES: 1985-2014

Benefícios do Anexo C	US\$ milhões		
	Paraguai	Brasil	Total
Royalties	4.549,3	4.820,7	9.370,0
Rendimentos de Capital	363,8	385,8	749,6
Encargos de Administração e Supervisão	354,1	367,0	721,1
Cessão de Energia	2.634,6	-	2.634,6
<b>TOTAL</b>	<b>7.901,8</b>	<b>5.573,5</b>	<b>13.475,3</b>





# ITAIPU BINACIONAL: Desenvolvimento Regional e Sustentabilidade



# USINA DE ITAIPU

## PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA LIMPA

### PRODUÇÃO DE ENERGIA DE ITAIPU

Recorde Mundial - 2008  
94.684.781 MWh

Recorde Mundial - 2012  
98.287.128 MWh

Recorde Mundial - 2013  
98.630.035 MWh

EM 2015  
PRODUÇÃO ACUMULADA DESDE 1984  
2,29 bilhões MWh

PRODUÇÃO DE ENERGIA EM ITAIPU  
2015:  
70.476.787 MWh  
(Geração até 21/10/2015 - 08 h)

PARA PRODUZIR A MESMA QUANTIA  
DE ENERGIA ELÉTRICA, SERIAM  
NECESSÁRIOS  
APROXIMADAMENTE...



560.000 BARRIS DE PETRÓLEO/DIA  
OU  
49 MILHÕES m<sup>3</sup> DE GÁS/DIA  
= 1,5 GÁSBOL

PRODUÇÃO DE PETRÓLEO BRASIL  
2.345 MIL BBL/DIA (2014)

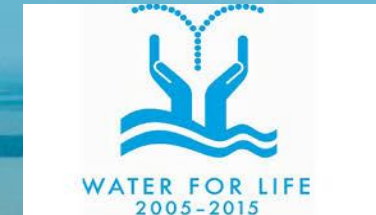
EMIÇÃO DE CO<sub>2</sub>  
EVITADA POR ANO  
88 MILHÕES DE TONELADAS  
SE FOSSE GERADA POR CARVÃO  
39 MILHÕES DE TONELADAS  
SE FOSSE GERADA POR GÁS



## Participação nos Mercados (2014):

Paraguai: 79%

Brasil: 14%

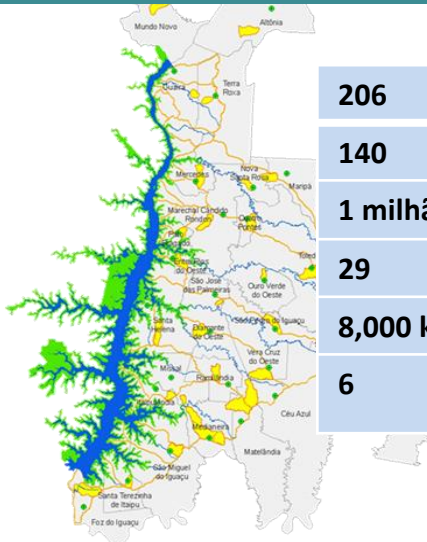


## Reservatório

Superfície:	1.350 $km^2$
Comprimento:	170 $km$
Profundidade média:	22 $m$
Volume:	29 bilhões $m^3$
Vazão média:	10.000 $m^3/s$



# CULTIVANDO ÁGUA BOA: PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL E EDUCACIONAL



<b>206</b>	Micro Bacias Seleccionadas
<b>140</b>	Micro Bacias Recuperadas
<b>1 milhão</b>	Habitantes
<b>29</b>	Municípios
<b>8,000 km<sup>2</sup></b>	Área de abrangência
<b>6</b>	Países utilizando da metodologia CAB

## Bacia do Paraná 3

## Iniciativas Coletivas



26,000 ha  
Conservação do Solo



90% de Plantio Direto



117 Centros de Abastecimento Comunitários  
445,71 t Destinação correta de fertilizantes



Adubação verde



Aduadoras



Recuperação de nascentes



3.062.416 Árvores plantadas na faixa de proteção



13,000 Técnicos e agricultores capacitados

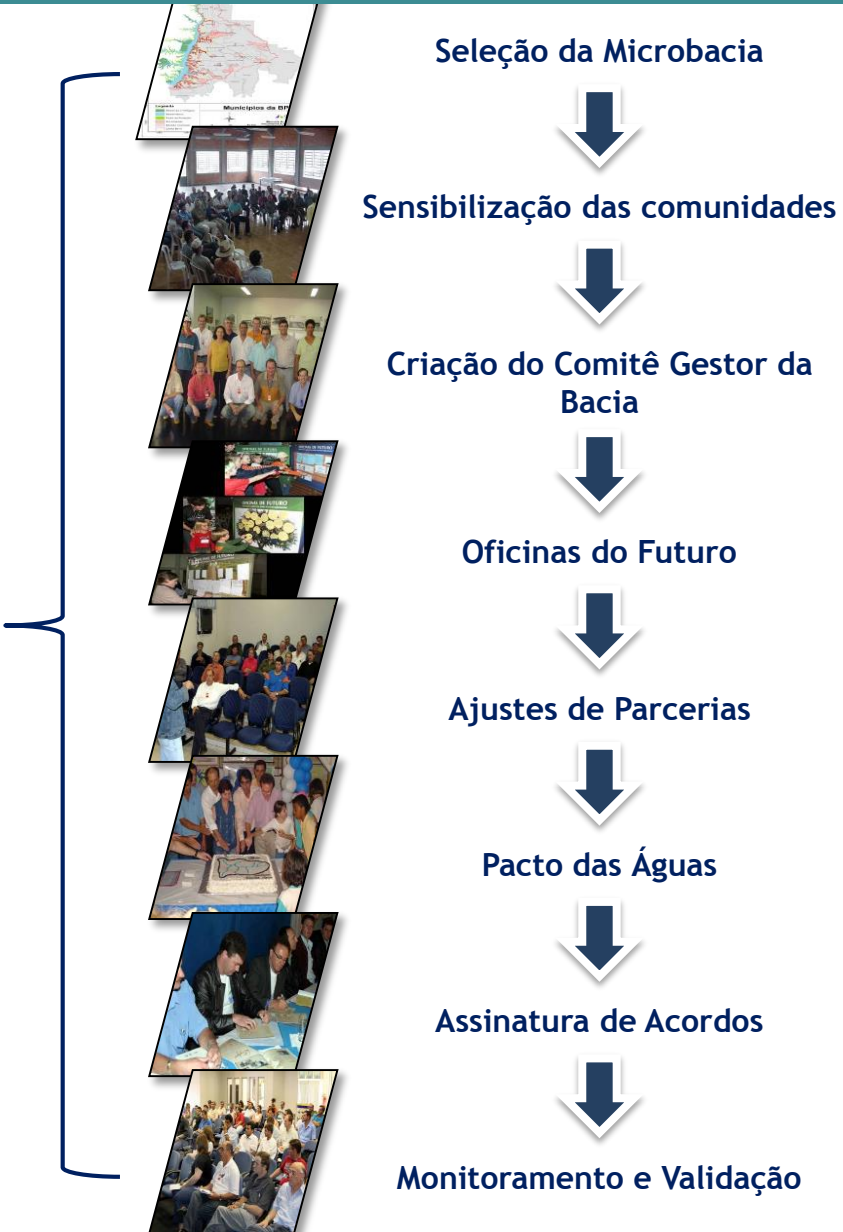


1,890 km Estradas recuperadas



1,322 km Cercas Matas ciliares

## Etapas do Processo de Implantação



Seleção da Microbacia

Sensibilização das comunidades

Criação do Comitê Gestor da Bacia

Oficinas do Futuro

Ajustes de Parcerias

Pacto das Águas

Assinatura de Acordos

Monitoramento e Validação



# CULTIVANDO ÁGUA BOA: PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL E EDUCACIONAL



Mata Ciliar



Canal da Piracema



Piracema



Plantio Direto



## Educação - Inovação - Empreendedorismo



### Parque Tecnológico Itaipu - PTI


### Outras ações/benefícios

- **Promoção do Turismo** - 1 milhão de visitantes por ano;
- Dois importantes **hospitais** em cada margem;
- **Equidade de Gênero** - o número de mulheres em cargos de gerência aumentou de 10% para 22% em 10 anos.



### Universidades

### Mobilidade Elétrica Inteligente



**PARTNERS**

- ITAIPU BINACIONAL
- FPTI - Fundação Parque Tecnológico Itaipu
- CEIIA

**ELETRIC VEHICLES 2, 3 AND 4 WHEELS ITAIPU/KWO**

**PROJECT DEVELOPMENT CYCLE**

- RESEARCH & DEVELOPMENT
- TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
- EXPERIMENTAL DEVELOPMENT
- INDUSTRIAL DEVELOPMENT

**TEST DRIVES IN ITAIPU AND SOME BRAZILIAN CITIES. CAR'S DATA AVAILABLE THROUGH MONITORING SYSTEM**

**FAST & SLOW CHARGE**

Logos for **brasil ecomóvel**, **CURITIBA ECO ELÉTRICO**, and other partners are also shown.



Bovinocultura de Leite  
Suinocultura

25,5 km de extensão



821,8 m<sup>3</sup>/dia



104 kVA

## CIBiogás: Condomínio Ajuricaba

## Hidrogênio

LASSE

CEASB



**Planta de Produção (10 Nm<sup>3</sup>/h)**

**Armazenamento (800 Nm<sup>3</sup>)**

**Aplicação Estacionária**

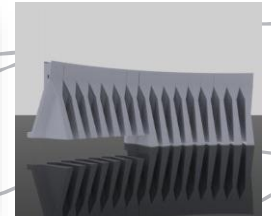
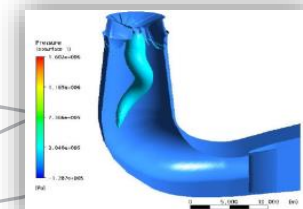
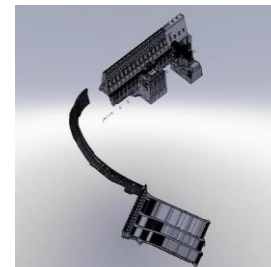
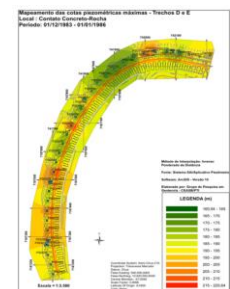
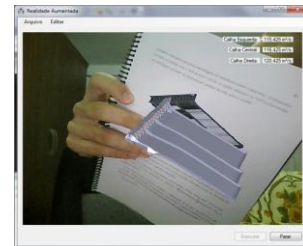
**Células a combustível para geração de energia (5 kW)**

**Laboratório de Hidrogênio**

**Núcleo de Pesquisa do Hidrogênio (NUPHI)**

**Aplicação Móvel**

**Bicicletas a Hidrogênio**



# Considerações Finais





# MUITO OBRIGADO

*Jorge Miguel Samek*  
Diretor-Geral Brasileiro

[www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br)



Integração que gera energia e desenvolvimento