



**Fotossíntese**



**Irradiação**



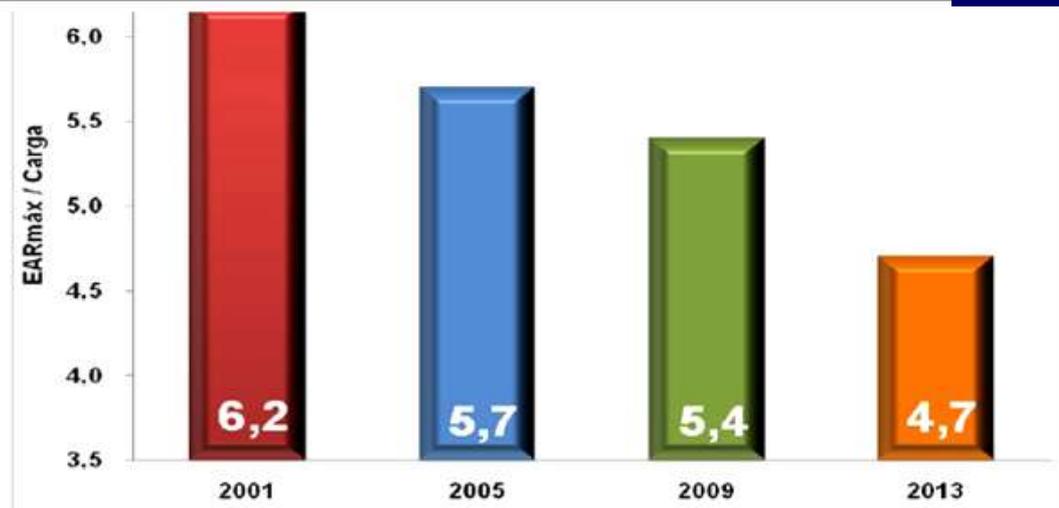
**CAMINHOS DA  
ENGENHARIA  
BRASILEIRA**

## Oportunidade e Prioridade da Geração Distribuída Cogeração Biomassa e Energia Solar

O papel da geração distribuída na matriz energética nacional  
A integração das fontes de geração distribuída no sistema elétrico nacional

# Características do Parque Hidráulico

## Redução gradativa da regularização plurianual



## Desafios da Oferta Futura

- ❖ UHE “fio d’água” distante do centro de carga
- ❖ Linhas de transmissão de longa distância
- ❖ Acentuada sazonalidade da oferta hídrica

## Plano Decenal 2019



Fonte: ONS – Março 2012

## Desafio do Planejamento => Induzir Segurança Energética ao SIN

- ❖ Contratar “fontes complementares previsíveis” => térmicas a gás natural e biomassa
- ❖ Contratar geração adicional no centro de carga => leilões por “região geo-elétrica”
- ❖ Entrega da energia na rede básica => reduzir tempo e otimizar investimento transmissão

# A Matriz de Energia Elétrica – 2012 a 2016

Tipo	2011		2016		Crescimento 2011-2016	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidráulica	87.528	78,8	103.072	70,3	15.544	17,8
Nuclear	2.007	1,8	3.395	2,3	1.388	69,2
Gás / GNL	9.263	8,3	13.150	9,0	3.887	42,0
Carvão	1.765	1,6	3.205	2,2	1.440	81,6
Biomassa	4.914	4,4	6.729	4,6	1.815	36,9
Óleo / Diesel	4.451	4,0	9.422	6,4	4.971	111,7
Eólica	1.083	1,0	7.735	5,3	6.652	614,2
<b>Total</b>	<b>111.011</b>	<b>100</b>	<b>146.708</b>	<b>100</b>	<b>35.697</b>	<b>32,2</b>

- A hidroeletricidade continuará como a principal fonte de geração de energia, embora sua participação no total da potência instalada do SIN será reduzida de 79 % em dezembro de 2011 para 70 % em dezembro de 2016.

Fonte: ONS – Março 2012

**Novas UHEs => lagos reduzidos => maior dependência hidrologia (usina “fio d’água”)**

**Maior Presença de Geração Distribuída (GD) => eólicas, UTEs óleo e Biomassa**

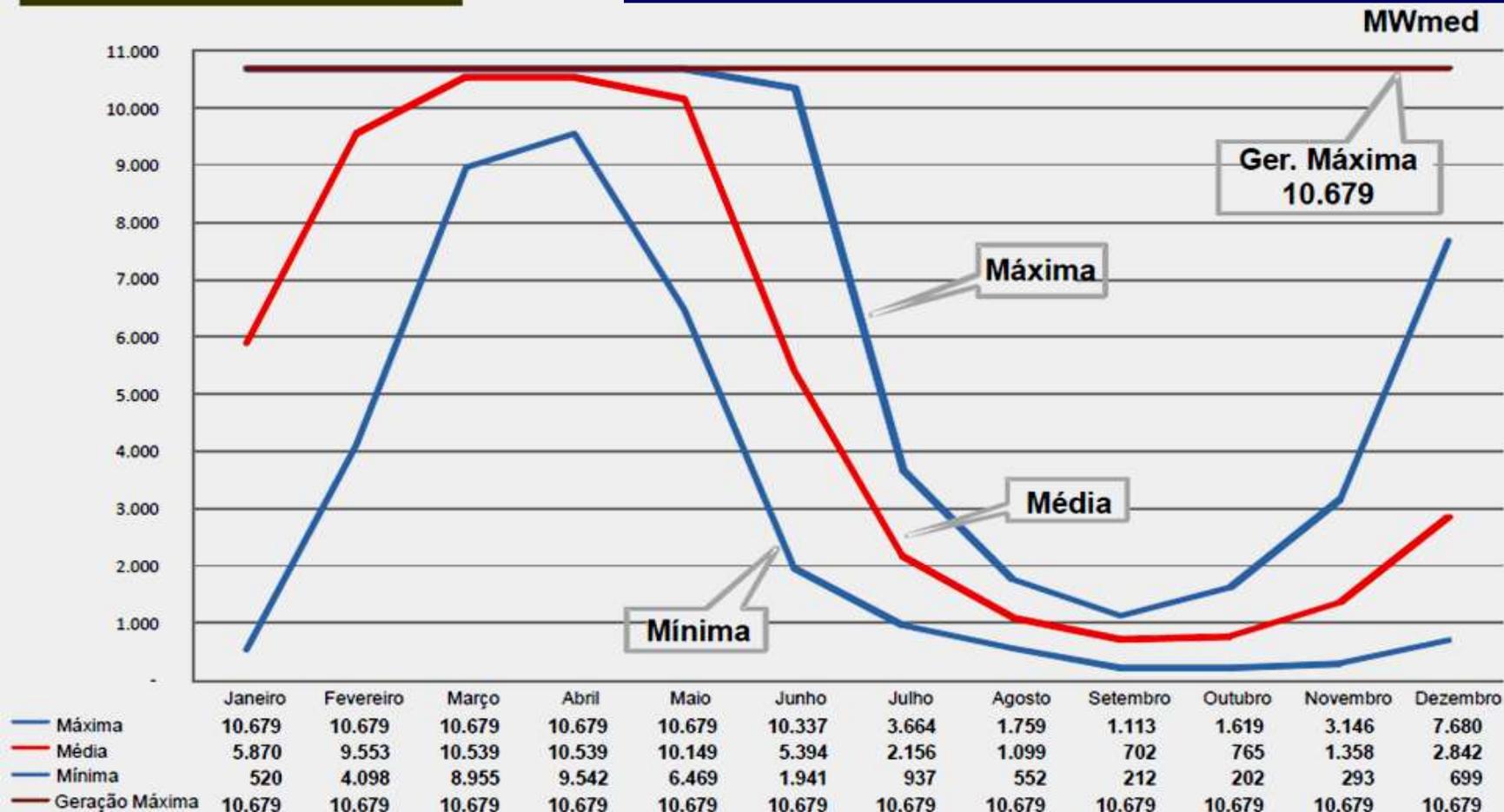
# Características da usinas da Amazônia

## UHE Belo Monte

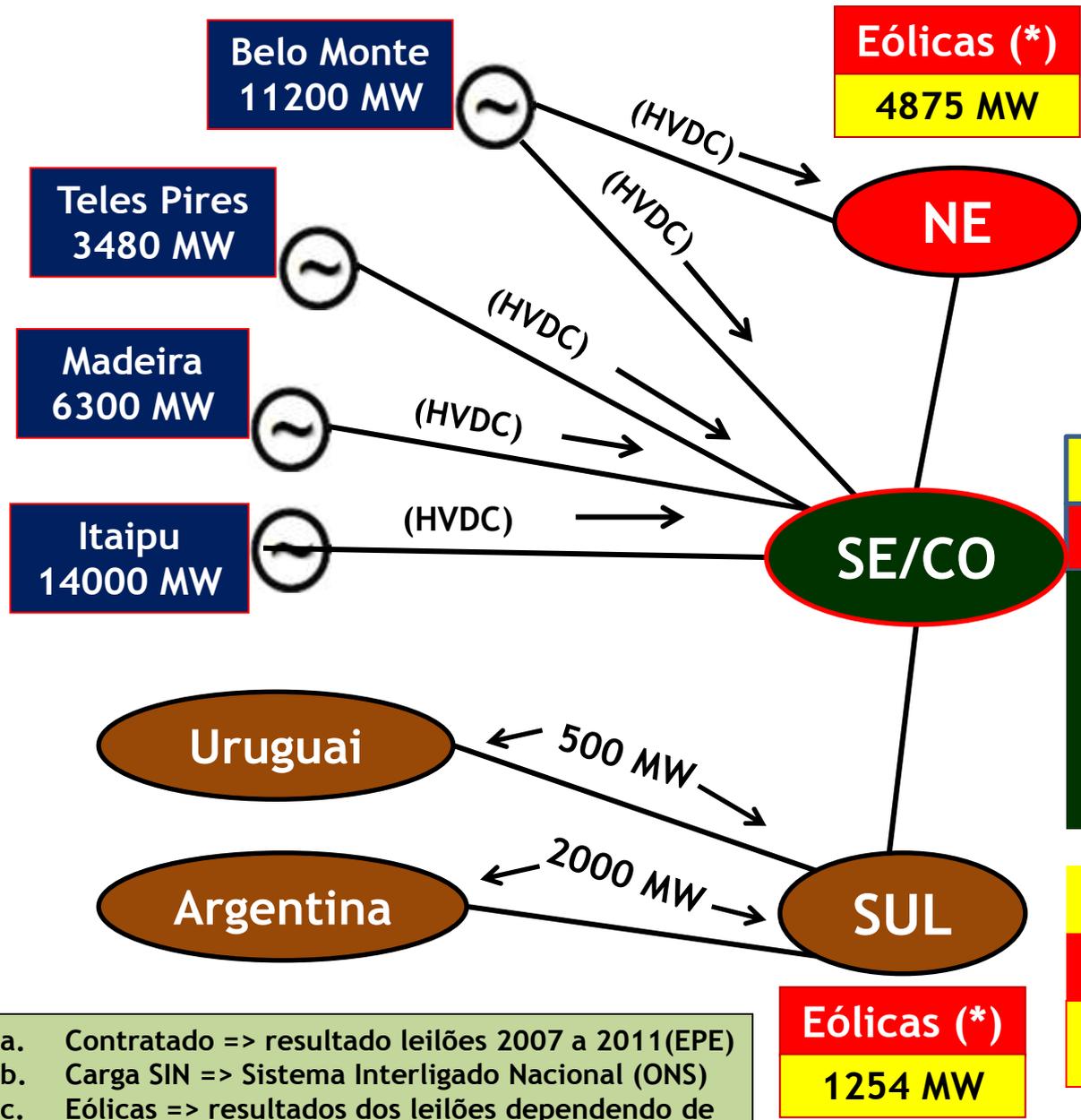
### Desafios da Operação (SIN)

- ❖ Grande variação do despacho da geração
- ❖ Geração na ponta na baixa disponibilidade hidráulica
- ❖ Necessidade de complementaridade térmica

### Perfil de Geração



# Geração Adicional Contratada e Interligações - 2016 (MW)



**Contratado 38% (2016)**

**Carga SIN 15%**

Sobrecontratação de Eólica  
Dependência UHEs Amazônia  
(fio d'água)  
Potencial para novas eólicas

**Contratado 20% (2016)**

**Carga SIN 61%**

1. Alta dependência de sistema HVDC (Itaipu, Madeira, Belo Monte, Teles Pires)
2. Elevado Potencial para riscos operacionais e hidrológicos (**riscos de abastecimento**)
3. **Potencial para oferta de bioeletricidade sucroenergética (retrofit)**
4. Novas UTE gás natural (Bacia de Santos)

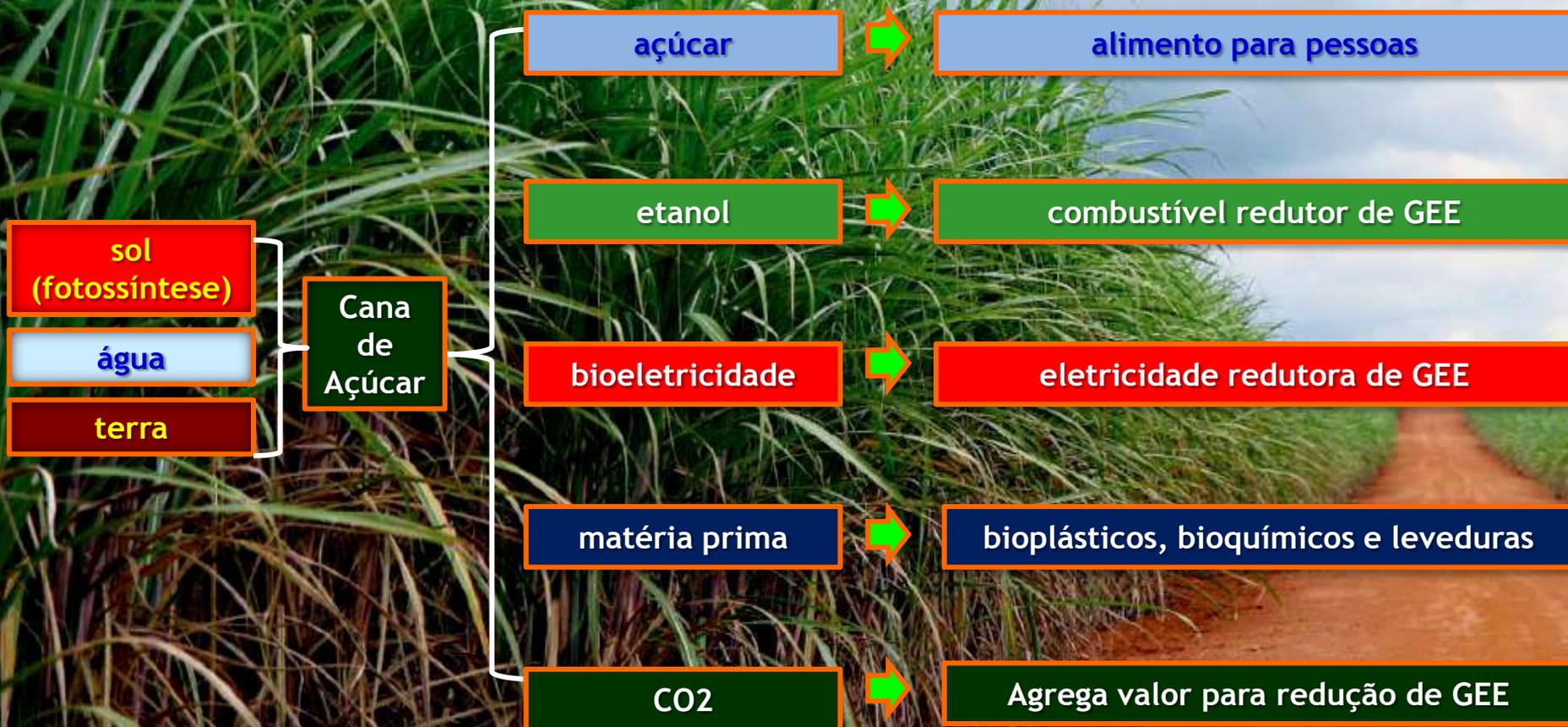
**Contratado 5% (2016)**

**Carga SIN 17%**

Dependência Transferência do SE/CO  
Potencial UTE Carvão e novas eólicas

a. Contratado => resultado leilões 2007 a 2011(EPE)  
 b. Carga SIN => Sistema Interligado Nacional (ONS)  
 c. Eólicas => resultados dos leilões dependendo de conexão na rede básica (ICGs)

# Biomassa da Cana => Matéria Prima Energética Sustentável



Biomassa da cana => produtos existentes e tecnologia disponíveis para sustentabilidade

# Ciclos de Desenvolvimento da Indústria da Cana de Açúcar no Brasil

1502

ciclo do cultivo agrícola da cana para produção de açúcar

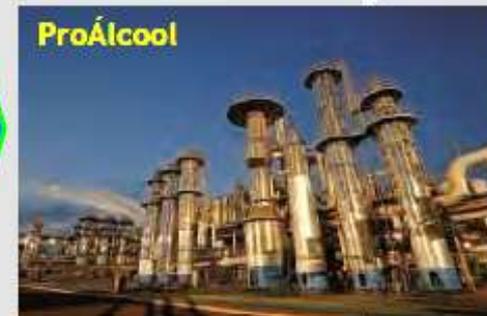
1975

Senhor de Engenho  
açúcar

Usineiros açúcar

Usineiros  
açúcar + álcool

ProÁlcool



2005

ciclo de expansão - indústria da cana sucroenergética: etanol + bioeletricidade + açúcar + ...

2015

Geradores Bioenergia +  
Fundos Investimentos  
açúcar + etanol +  
bioeletricidade + CO2

Geradores bioenergia +  
Fundos Financeiros +  
Trading  
açúcar + etanol +  
bioeletricidade + CO2

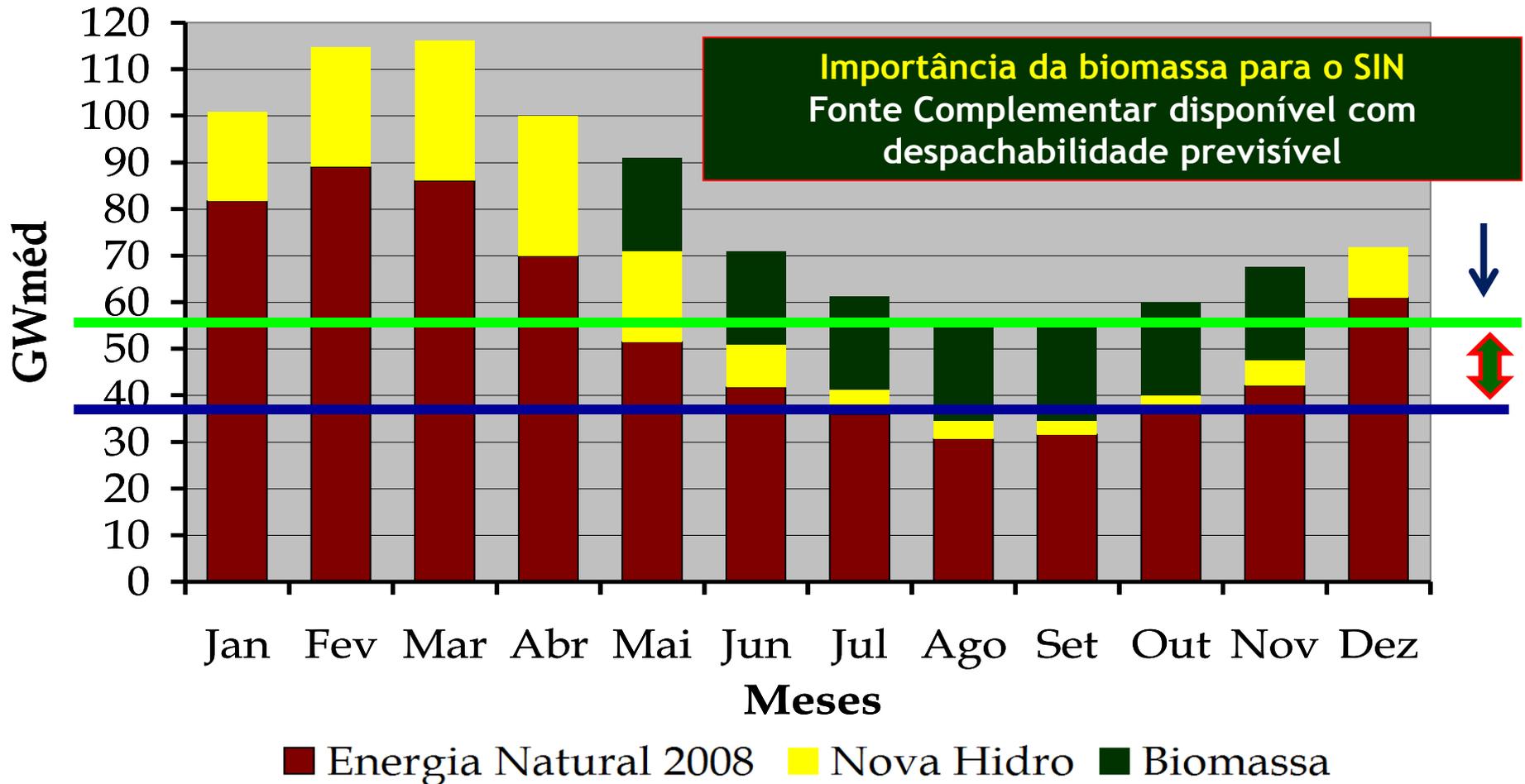
Geradores bioenergia + Fundos Financeiros  
+ Tradings + Big Oil + Big Energy  
etanol + açúcar + bioeletricidade + CO2 +  
bioplásticos + bioquímicos, etc.

Atual

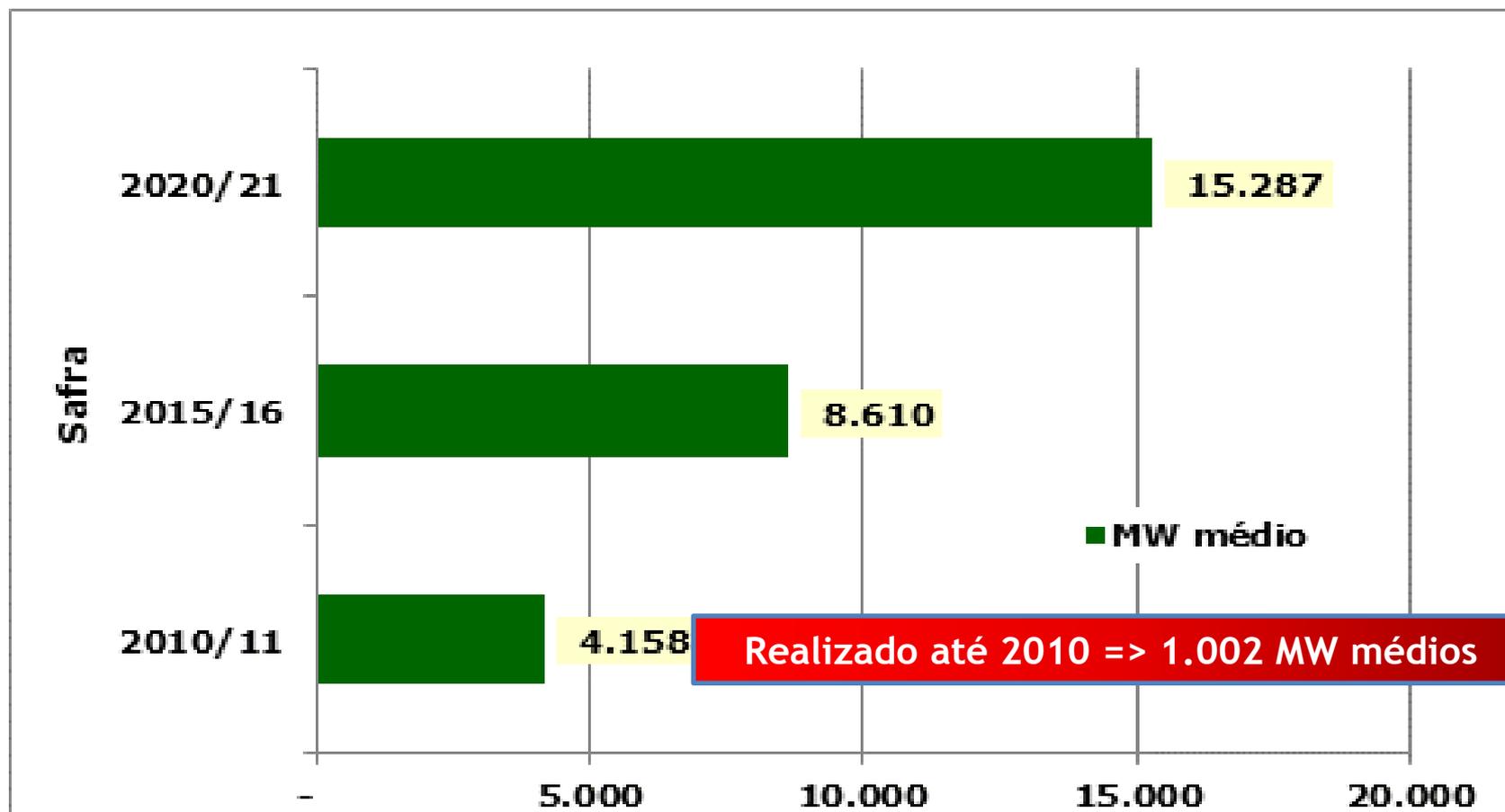
*Futuro dos Negócios com  
Biomassa da cana  
assegurar oferta sustentada  
de bioenergia e alimentos  
com baixa intensidade CO2*

*Global Players em Alimentos e Bioenergia  
açúcar + etanol + bioeletricidade + CO2 +  
bioplásticos + bioquímicos + levedura + ...*

## Energia Natural (ENA 2008) + 30 GW UHE Amazônia + 20 GW UTE biomassa - Horizonte 2020



# Potencial de Bioeletricidade Adicional até Safra 2020/21 (*não inclui retrofit*)



Estimativa UNICA 2020/2021 => + 120 novas usinas [Investimento +/- R\$120 bilhões]  
A moagem de cana aumentará de 0,55 para 1,2 bilhão de toneladas até 2020

A produção anual deverá ser => 51 milhões toneladas açúcar, 69 bilhões litros de etanol e 13.000 MW médios (MW/m) de bioeletricidade cogerada com biomassa sucroenergética.

## ❖ Tempo de Uso Caldeira Existente-SP

- Maior 30 anos: 22%
- 20 a 30 anos: 18%
- 10 a 20 anos: 22%
- Menor 10 anos: 38%

## ❖ Eficiência Energética de Caldeira-SP

- 21 bar >>> 12,5 kgv/kWh
- 90 bar >>> 4,6 kgv/kWh

## ❖ Eliminação uso do fogo na colheita

- 170 unidades até 2014 (93% do total)

SP tem 184 usinas (maior concentração de GD do País)  
Apenas 30% exporta bioeletricidade ao SIN



## Proposta de Solução Rede Coletora de Geração Distribuída (GD)

- ❑ Forte concentração de GD >> tendência injetar na rede + 10.000 MW, somente com retrofits de usinas com potencial para exportar bioeletricidade ao SIN
- ❑ Sistemas de Sub-Transmissão e de Distribuição >> projetados para atender demanda de consumidores > não tem condições de coletar a oferta potencial de GD potencial
- ❑ **Proposta 1:** realizar planejamento e regulamentar Rede Coletora de GD integrada na Rede Básica (440 kV) para possibilitar o acesso da bioeletricidade retrofit de São Paulo.
- ❑ **Proposta 2:** os empreendedores ficariam com a responsabilidade de “despachar a energia diretamente na rede básica”, dispensando os leilões de transmissão.

## Retrofit em São Paulo

- ❖ **Foco SIN** > expansão da capacidade instalada de bioeletricidade sucroenergética destinada ao SIN, com proposta de ofertar **10.000 MW até 2020 (ou 1.000 MW/ano)**
- ❖ **Foco Retrofit** > tecnologia, eficiência energética e ampliação de usinas existentes

### 75% de Bagaço e 50% de Palha

### Capacidade MW Instalada para Exportação

Capacidade de Moagem (1)	Nº Unidades	Mt Cana	Bagaço (2)		Palha (2)		Bagaço +Palha (3)	
			65 bar	100 bar	65 bar	100 bar	65 bar	100 bar
Acima de 3 milhões	31	135,4	1.985	2.282	1.767	2.032	3.751	4.314
Entre 2 e 3 milhões	38	91,9	1.347	1.549	1.199	1.379	2.546	2.928
Entre 1 e 2 milhões	46	69,3	1.016	1.168	904	1.040	1.920	2.208
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>297</b>	<b>4.347</b>	<b>5.000</b>	<b>3.870</b>	<b>4.450</b>	<b>8.217</b>	<b>9.450</b>

(1) Safra 2008/2009 = Milhões t (UNICA); 1 t cana = 250 kg bagaço (UNICA); 1 t cana = 204 kg palha/pontas (Cogen).

(2) 1 t cana (só bagaço) gera 85,6 kWh (65 bar) e 98,4 kWh (100 bar) para exportação; Fator de Capacidade = 0,5 (Cogen).

(3) Exportação: 1 t bagaço gera 342,4 kWh (65 bar) ou 393,8 kWh (100 bar). 1 t palha gera 560,3 kWh (65 bar) ou 644,3 kWh (100 bar)

(4) PCI da palha = 1,7 PCI do bagaço; Fator de Capacidade = 0,5 (Cogen)

### Programa Iniciação Bioeletricidade - COGEN + Agência Paulista de Fomento

- ❖ **Objetivo:** viabilizar financiamento, para pequenas e médias usinas, para ofertar até 6 MW, em condições de conexão na rede de distribuição. Potencial: 40 usinas = 240 MW.
- ❖ **Condições:** constituir SPE – prazo 60 meses com 12 de carência, juros 8% a.a – correção IPC-FIPE

# O desafio da conexão no RETROFIT SP: o que fazer com a biomassa disponível?



MW instalado 33 MW > exporta 8 MW (2010)  
Central com vida útil + 10 anos



Moagem 2010 > 8,5 Mt - Colheita mecanizada 93%  
Sobra muita palha energética - o que fazer



**Desafio Gerador => realizar investimento, operar cogeração e comercializar bioeletricidade**  
**Desafio Rede Coletora GD => onde e como acessar a rede para despachar energia**



Montanhas de biomassa disponível para cogeração



2010 Excedente de bagaço 500 mil t = 15 MWm

Reserva potencial de bioeletricidade - 300 MW

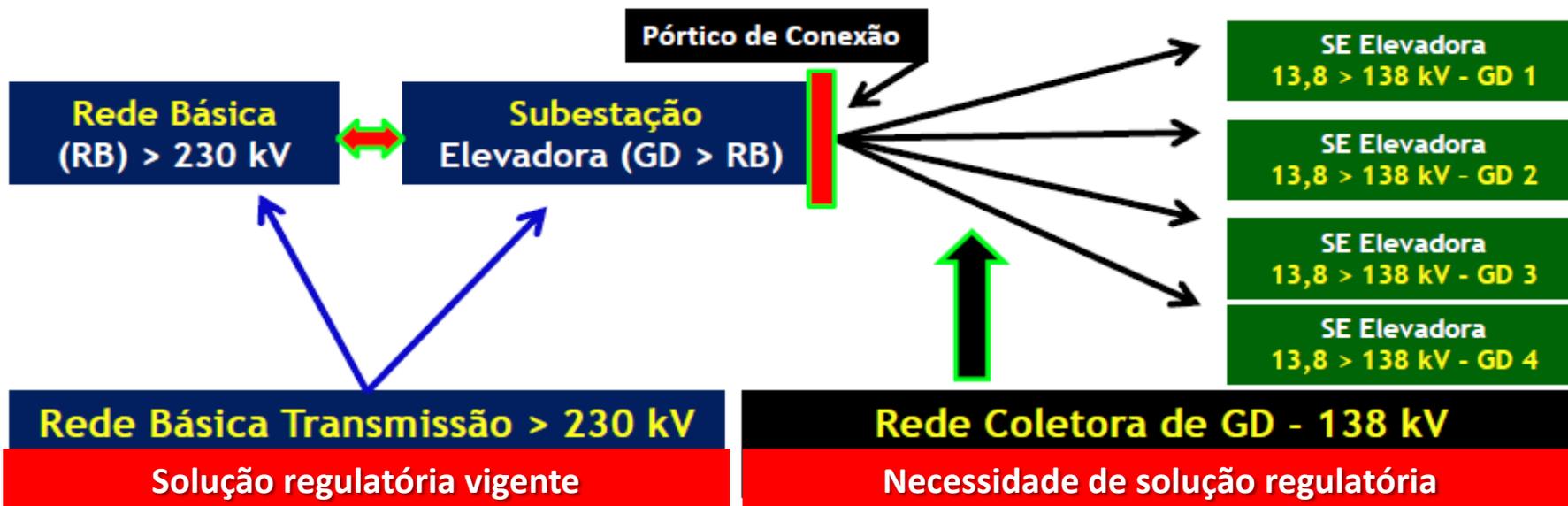


## GREENFIELD - Conexão Compartilhada Regulada de Transmissão - ICGs (GO e MS)

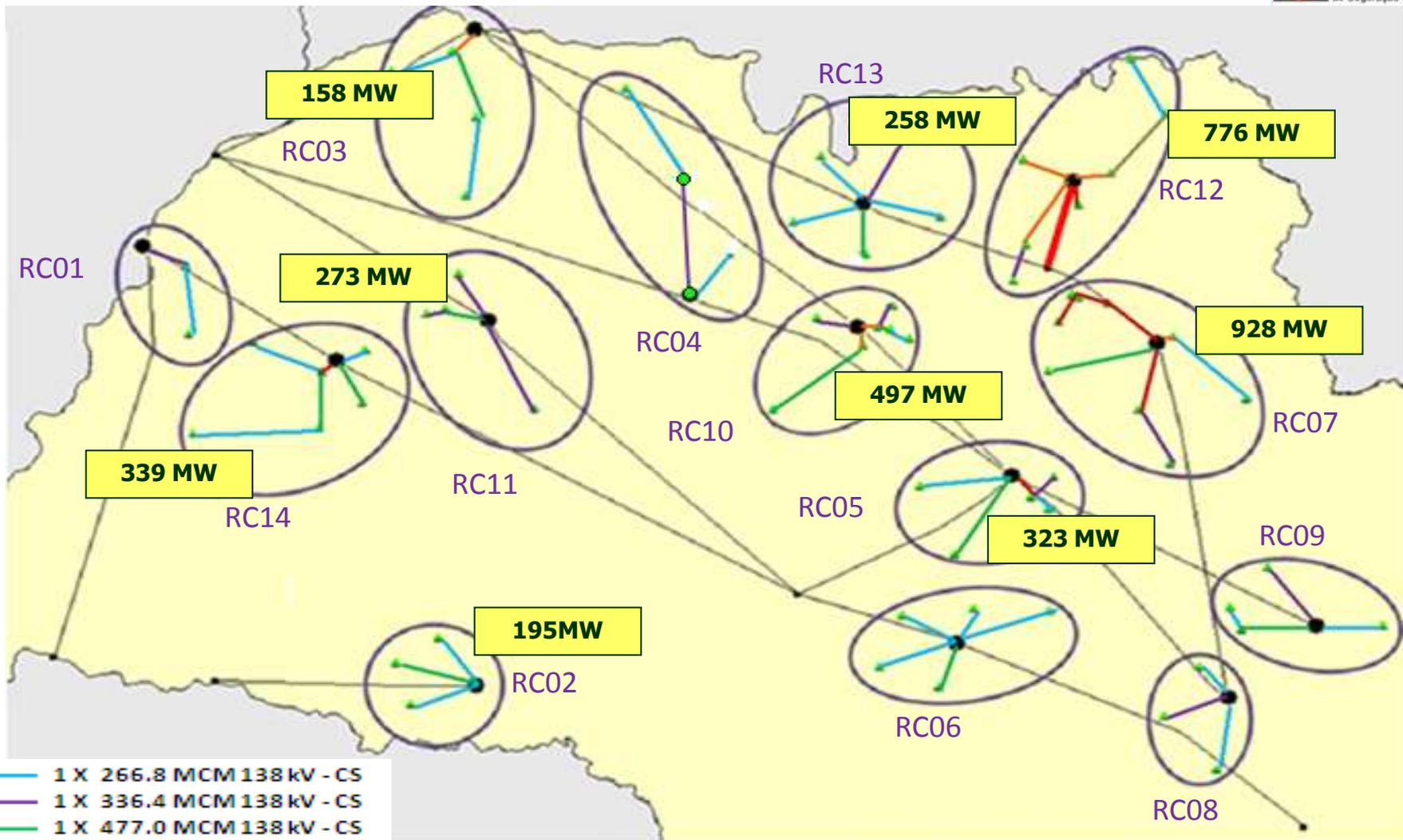
Rede Básica  
> 230 kV



## RETROFIT - Rede Coletora de Geração Distribuída - RCGG (SP)



# Rede Coletora GD: Planejamento Preliminar 14 SE 440/138 kV



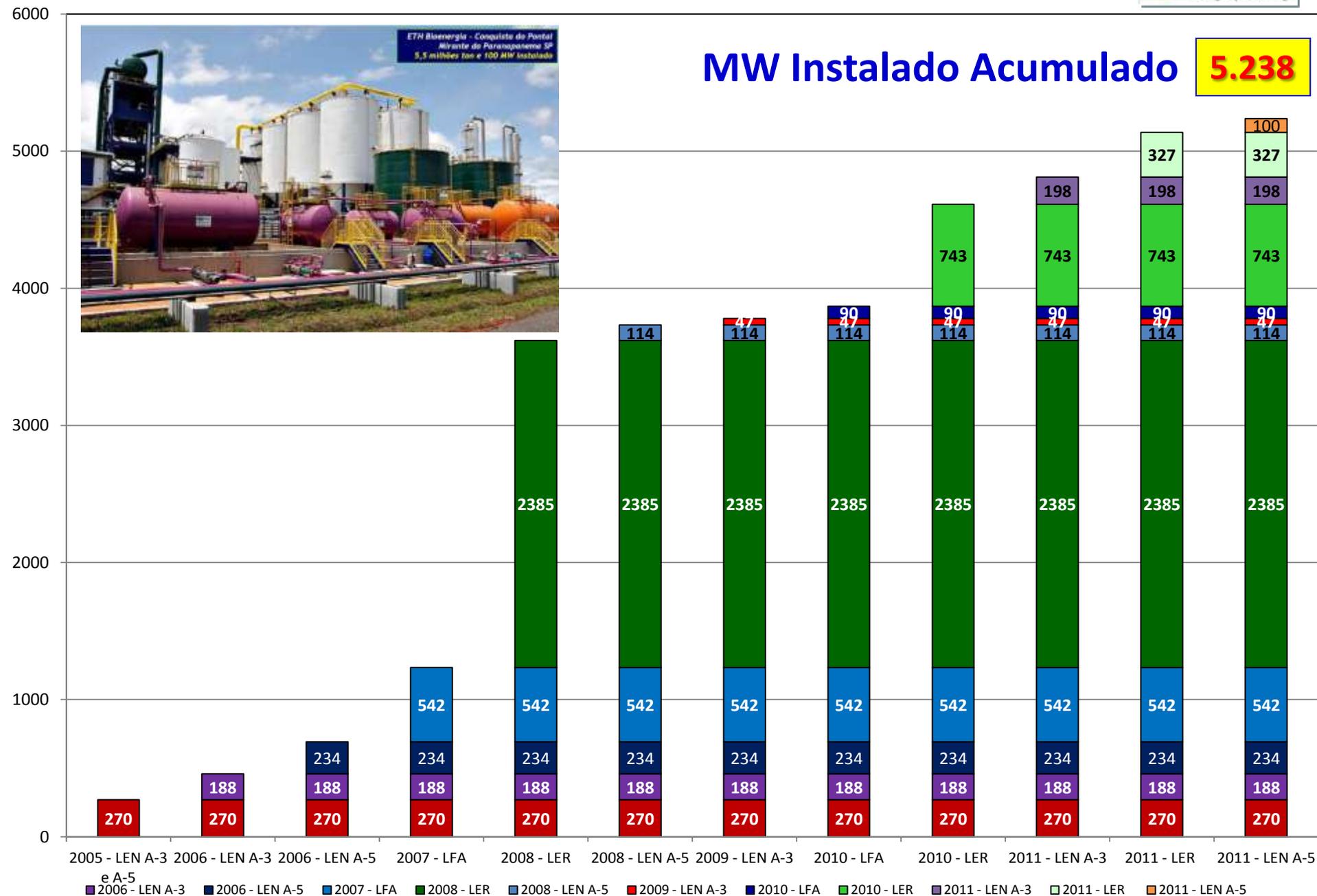
- 1 X 266.8 MCM 138 kV - CS
- 1 X 336.4 MCM 138 kV - CS
- 1 X 477.0 MCM 138 kV - CS
- 1 X 636.0 MCM 138 kV - CS
- 1 X 900.0 MCM 138 kV - CS
- 1 X 1113.0 MCM 138 kV - CS
- 2 X 900.0 MCM 138 kV - CS
- 2 X 1113.0 MCM 138 kV - CS
- 3 X 954.0 MCM 440 kV - CS

## Rede Coletora de Geração Distribuída (GD) Bioeletricidade Retrofit São Paulo

- ❖ 70 usinas que não exportam para o SIN >> Caldeiras de baixa pressão (21bar)
- ❖ Capacidade Instalada Potencial = 4.500 MW >> operação comercial 2011-2015
- ❖ Fim do uso do fogo na colheita 2014 >> biomassa disponível – bagaço e palha

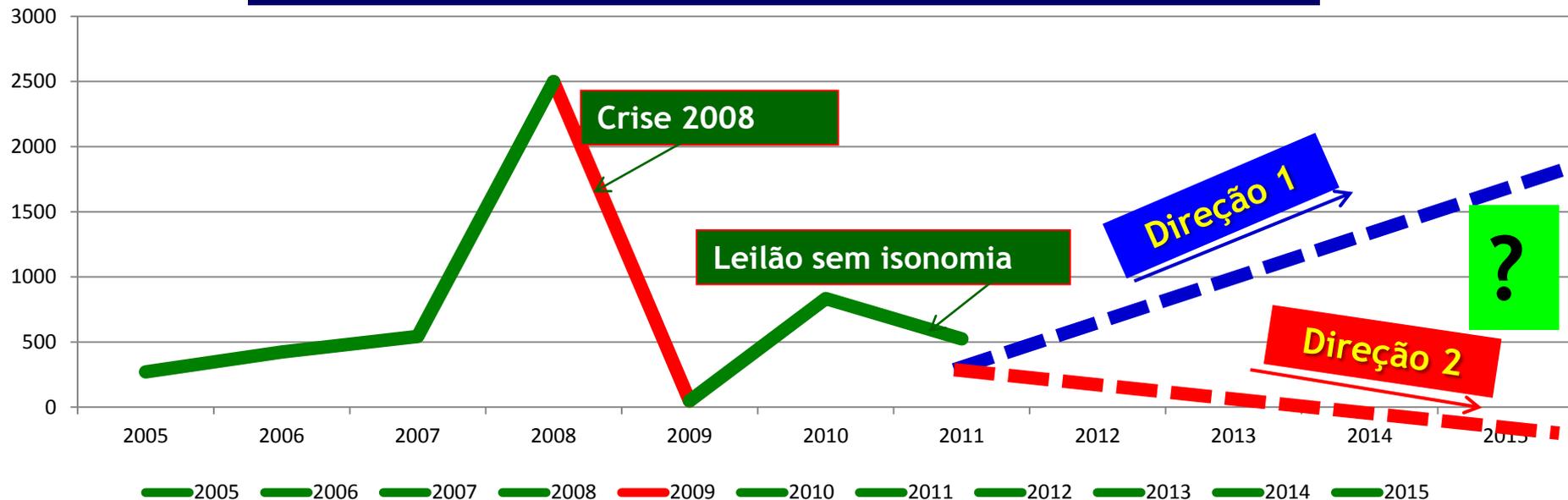
# Bioeletricidade > Comercializada nos Leilões de 2005 a 2011

**MW Instalado Acumulado** **5.238**



# Bioeletricidade => Qual direção deverá seguir ?

## Bioeletricidade => MW Contratado - Leilão 2005 a 2011



Fonte: CCEE, EPE, Elaboração: COGEN

### Direção 1

- Realizar Leilão por Região “geo-elétrica”
- Desonerar tributos na cadeia produtiva (ICMS, IPI) e REIDI (PIS/COFINS)
- Recursos para financiar expansão da moagem de cana e de bioeletricidade

+ Segurança energética operacional ao SIN  
+ Expansão do setor com mais produção de etanol e de bioeletricidade cogerada

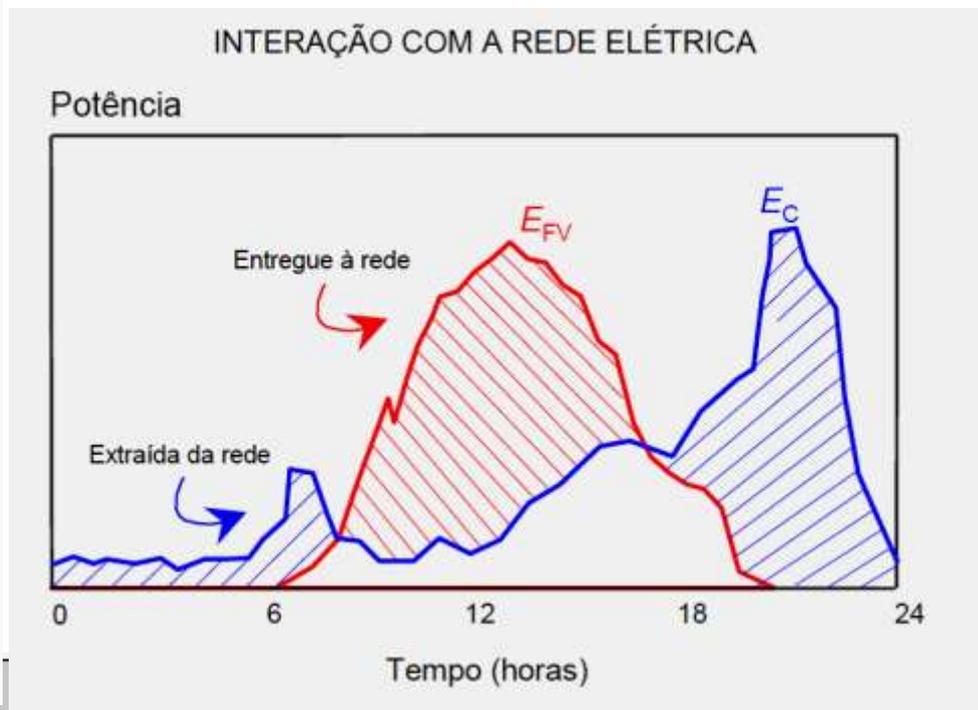
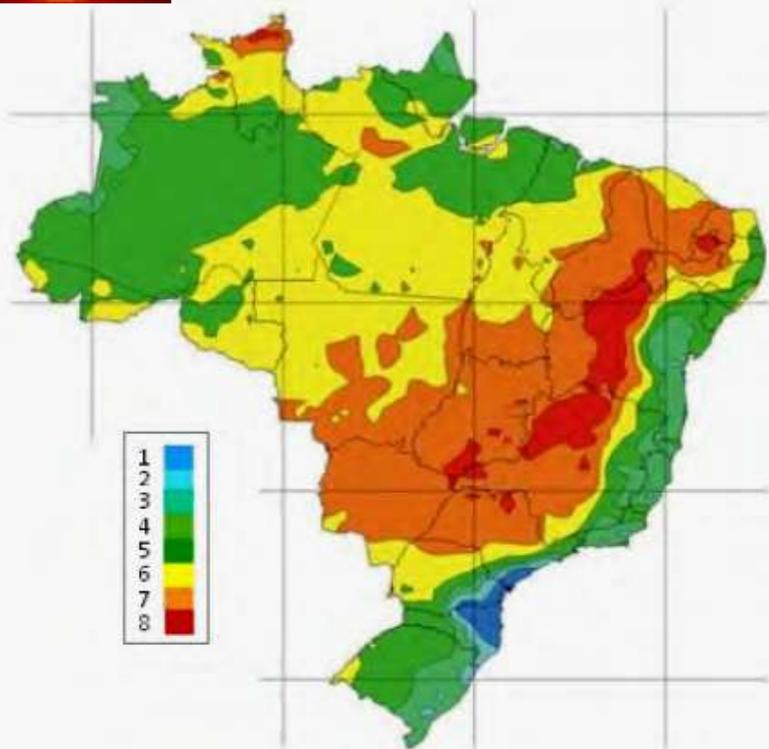
### Direção 2

- ❖ Manter diretriz para leilões com todas as fontes competindo no mesmo leilão, em condições tributárias diversas
- ❖ Não reconhecer características das Fontes Complementares biomassa e PCH

❖ Muita biomassa disponível desperdiçada  
❖ Impacto negativo na expansão da indústria da cana com menor produção de etanol, açúcar e bioeletricidade

SOL  
Maior fonte  
de energia  
da Terra

# Fonte Solar no Brasil => Abundante e Disponível Para os Consumidores e para os Empreendedores



Área	média (Wh/W <sub>p</sub> /ano)	capacidade médio (1)
# 5	1.260	14,4%
# 6	1.320	15,1%
# 7	1.370	15,6%
# 8	1.420	16,2%

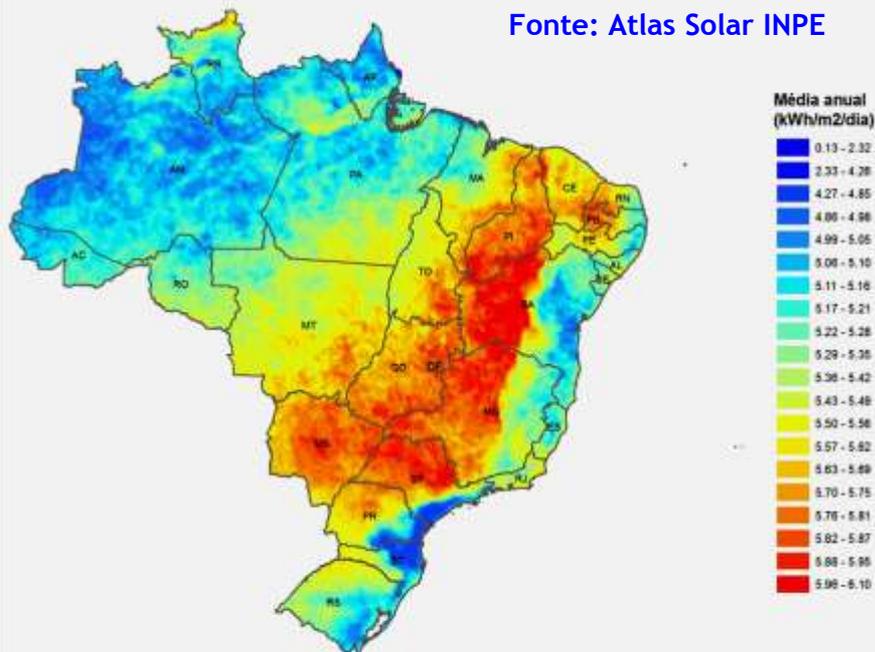
(1) Tomando como referência 8.760 horas por ano

**“Eu colocaria meu dinheiro na energia solar.  
Que fonte de energia! Espero não ser necessário  
aguardar que o petróleo e o carvão acabem para  
encarar isto” Thomas Edison Em conversa com  
Henry Ford e Harvey Firestone, em 1931”.**

SOL  
Maior fonte  
de energia  
da Terra

# Fonte Solar no Brasil => Abundante e Disponível Geração Distribuída (GD) Regulamentada pela ANEEL

Fonte: Atlas Solar INPE

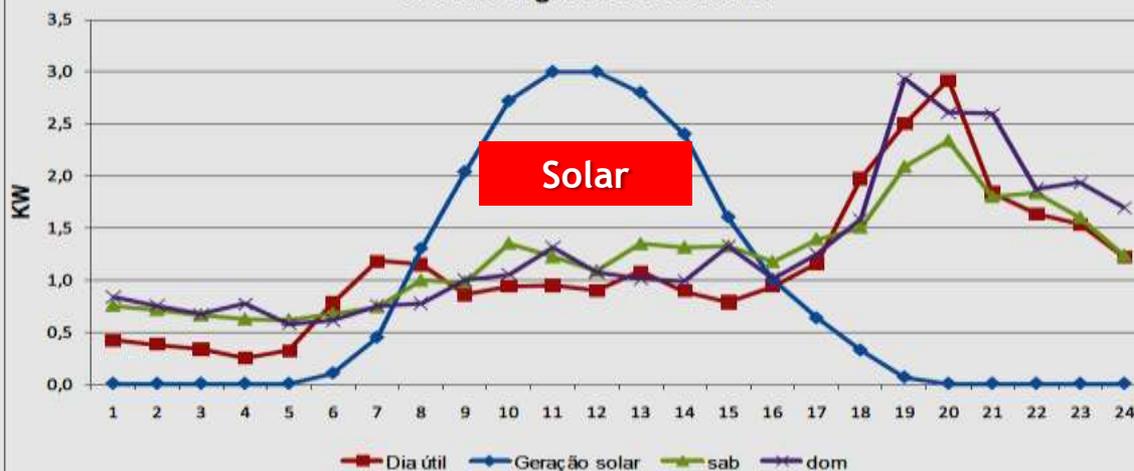


**Competitividade => Oportunidade =>** existe e é possível demonstrar que o preço da energia solar fotovoltaica instalado pelo consumidor poderá ser menor do que o preço da energia elétrica com impostos fornecida por várias Concessionárias (REN ANEEL 481/2012)

**Regulação GD => Disponível =>** assegura o direito do consumidor optar pela alternativa energética de menor custo para facilitar se esta opção for do interesse dos consumidores (*net metering* REN ANEEL 482/2012).

**Complementaridade => Sustentabilidade =>** demanda máxima do SIN ocorre entre 14 e 16h00 => coincide com horário de maior irradiação solar oferecendo segurança energética e operacional ao SIN

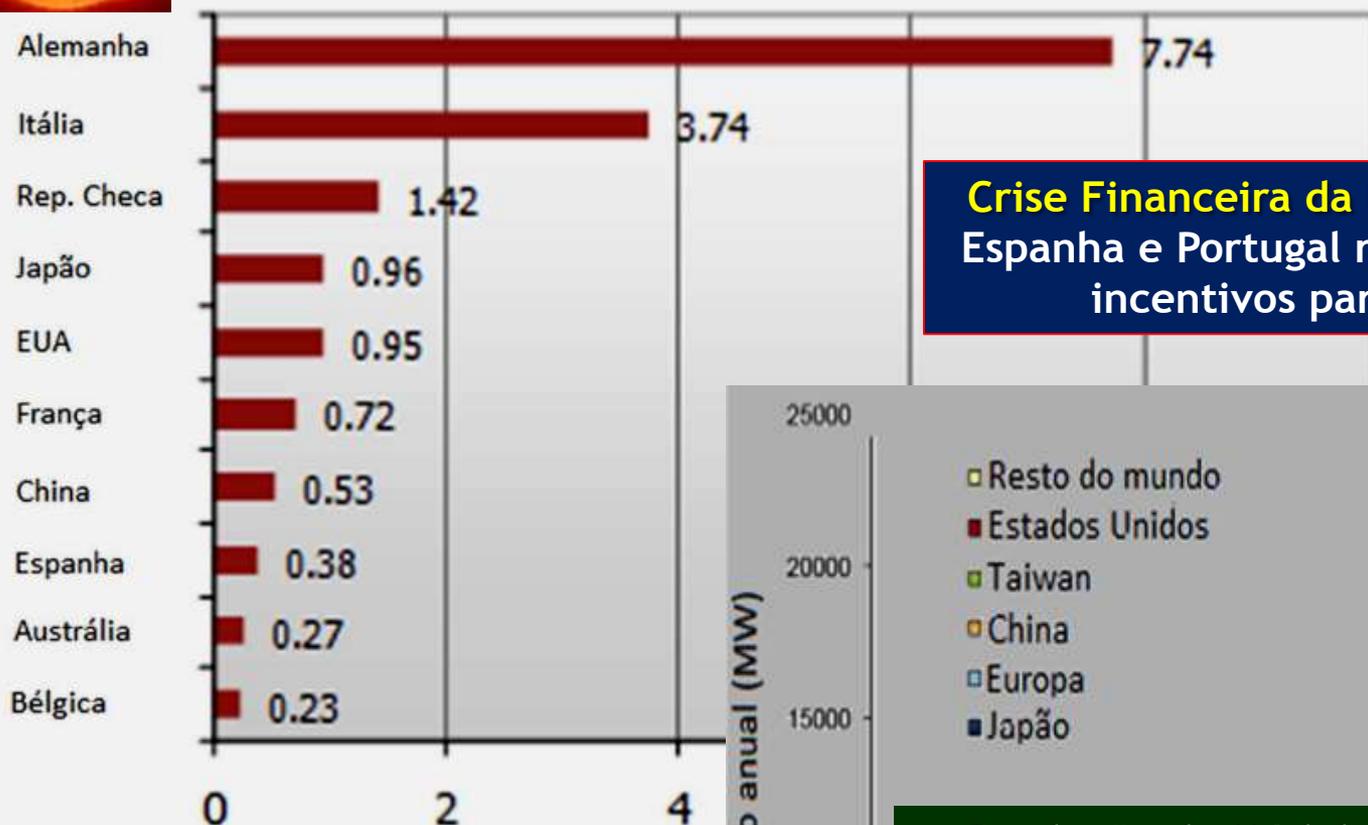
Curva Carga Residencial BT



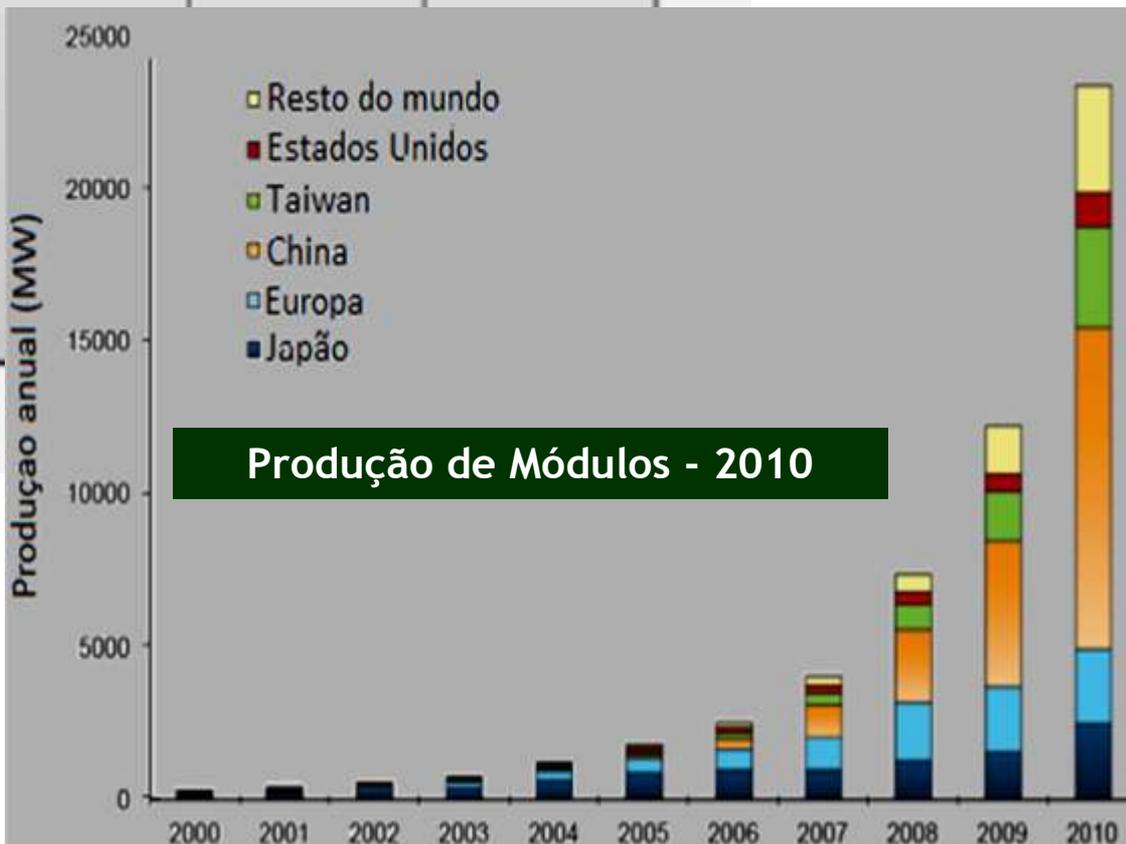
**GT COGEN SOLAR =>** desenvolvimento tecnológico, econômico, regulatório e induzir fomento /incentivos.

**Associadas participantes =>** Atiaia Energia; Brenand Energia, BTG Pactual, CESP, CPFL Comercialização, CPFL Renováveis, CSN Energia, GE Energy, Isolux, Light Esco, Odebrecht Energia, PowerHouse, Promon, Safira Energia, Siemens, Tractebel Energia e Weg.

# Produção e Módulos Solar Instalados (GW) 2010



**Crise Financeira da Europa => Alemanha, Espanha e Portugal reduziram ou zeraram incentivos para energia solar**



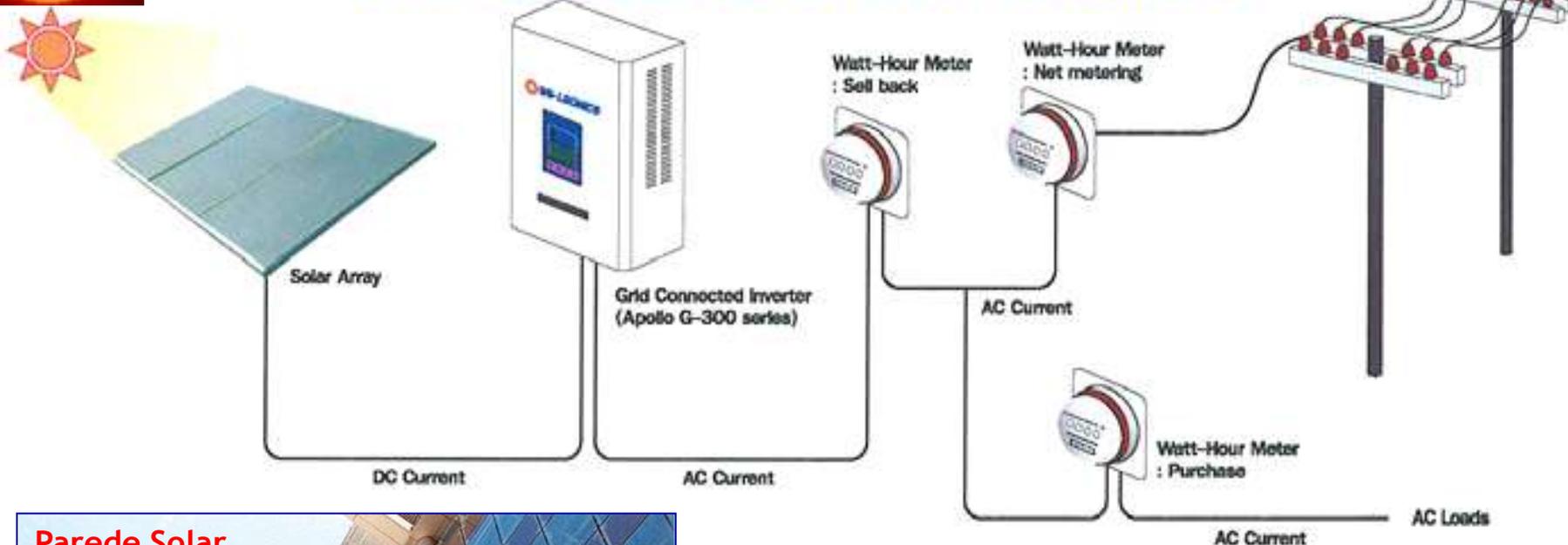
**Produção de Módulos - 2010**

**Oportunidade para o Brasil**

A indústria solar se desenvolveu com a demanda europeia

Agora busca negócios em países com irradiação solar e crescimento econômico sustentado

## Geração Distribuída Solar => Regulamentação Competitiva)



Parede Solar



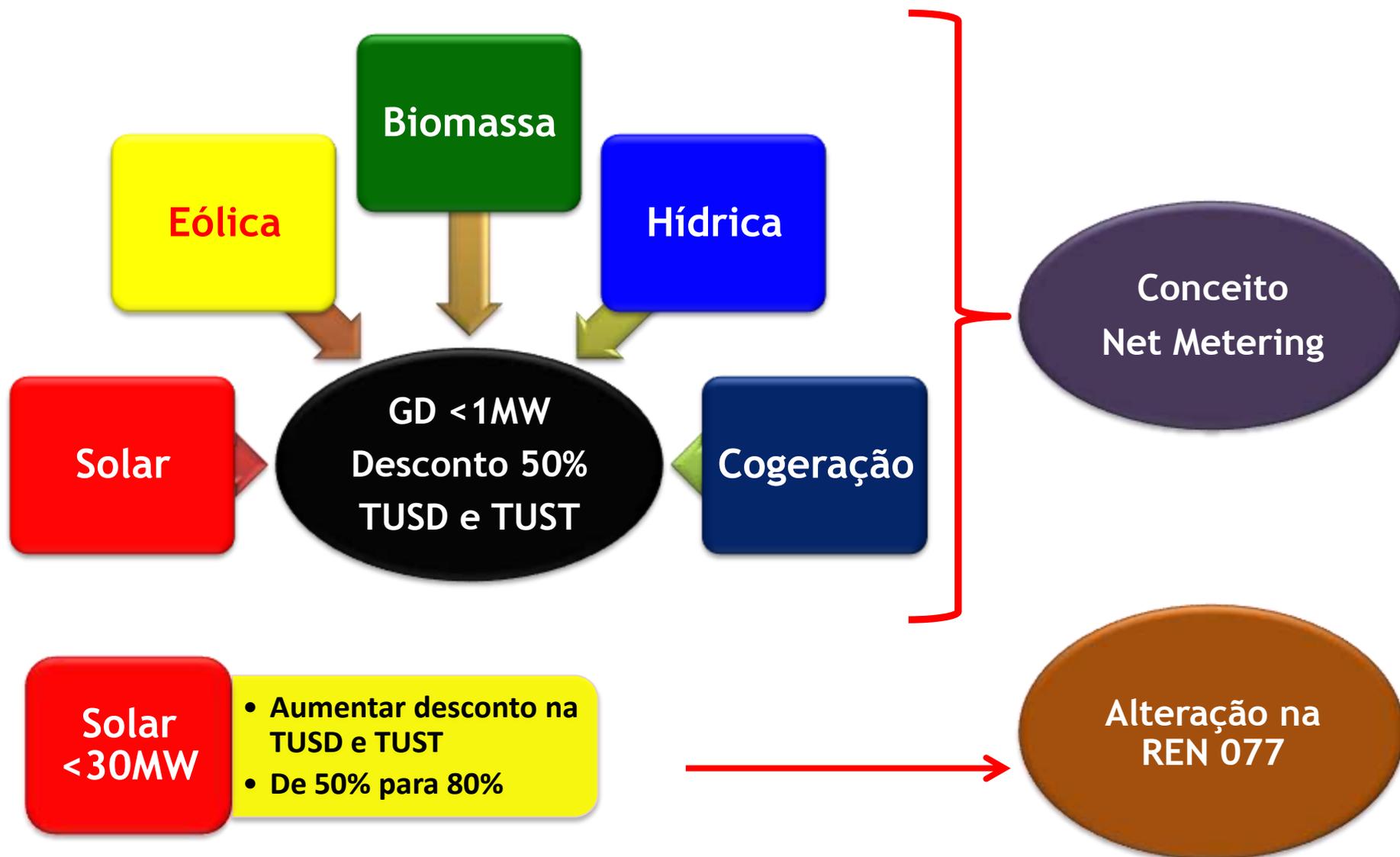
A GD Solar é um sistema fotovoltaico ligado diretamente na rede elétrica convencional através de um transformador ou diretamente a uma Subestação da Distribuidora elétrica local.

A energia em corrente contínua da usina solar é invertida em alternada por equipamentos adequados para a potência da usina.

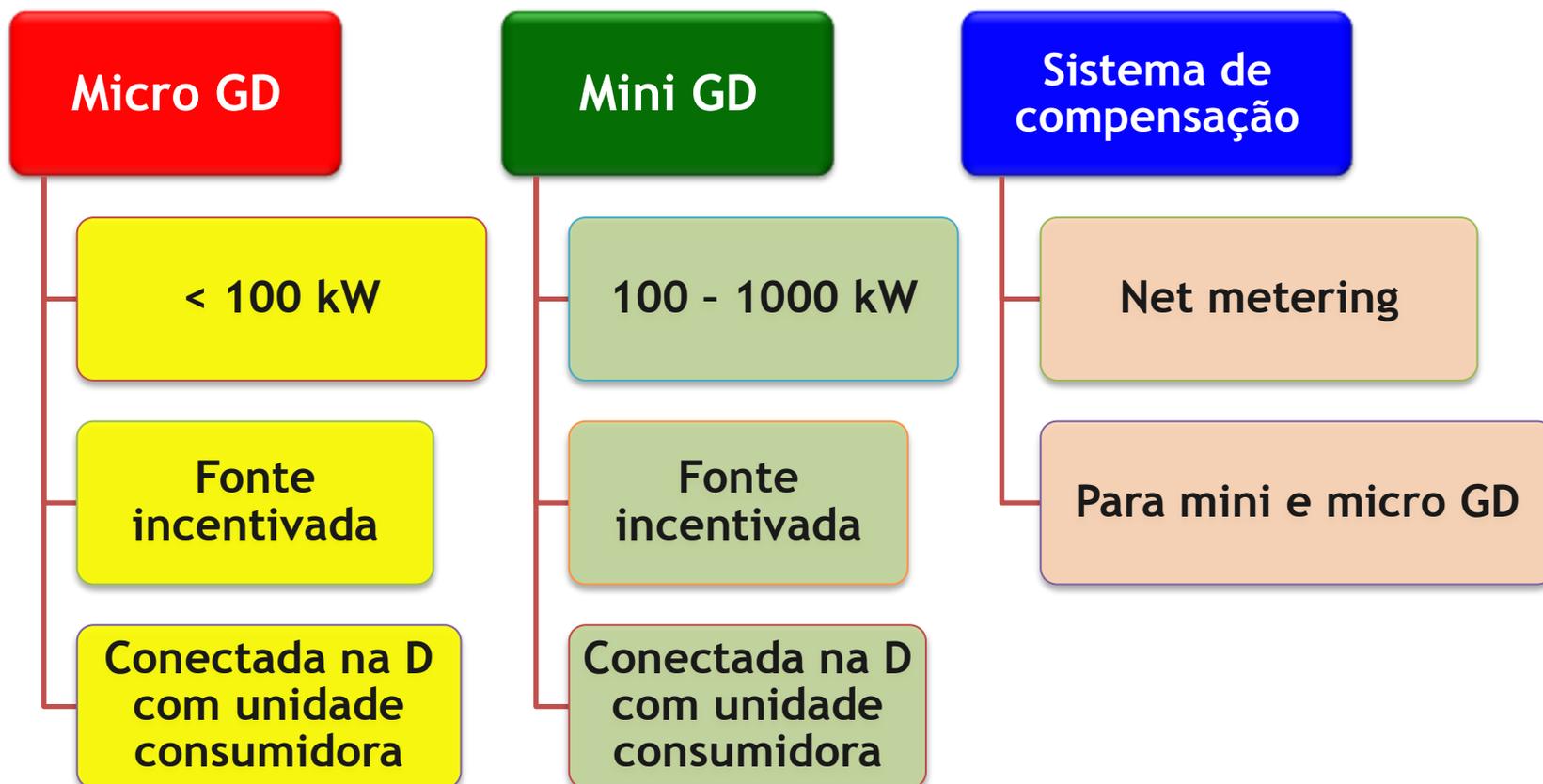
“Em 30 minutos o sol irradia tanta energia sobre a terra quanto se consome anualmente no mundo inteiro”

(Fonte: RÜTHER, Ricardo. Edifícios Solares Fotovoltaicos – Florianópolis - SC)

# Premissas ANEEL => Redução das barreiras regulatórias para GD (aprovação abril 2012)



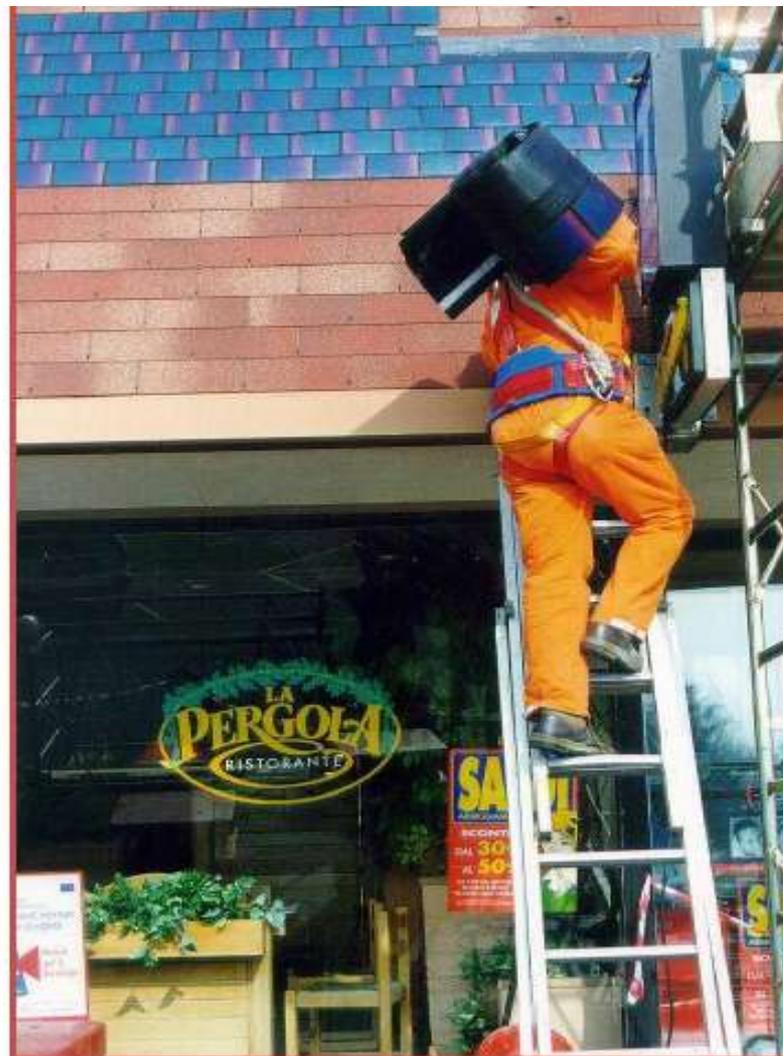
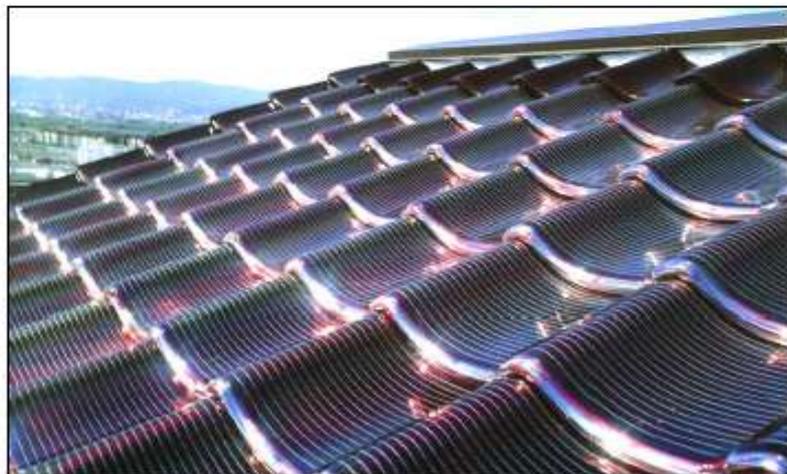
**Resolução Normativa ANEEL Nº 482**, de 17/04/12, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica



A GD Solar é um sistema fotovoltaico ligado diretamente na rede elétrica através de um transformador ou diretamente a uma Subestação da Distribuidora elétrica local. A energia em corrente contínua é invertida em alternada por equipamentos dimensionados conforme a potência da usina solar.

SOL  
Maior fonte  
de energia  
da Terra

## Oportunidades de Negócios - Filme Fino



**Necessidade identificada => capacitação de instaladores solar**

SOL  
Maior fonte  
de energia  
da Terra

# Oportunidades de Negócios - Parede e Teto Solar



# Oportunidade na Produção Independente de Energia Solar - Integrada na Rede de Distribuição

**Regulamentação Solar Brasileira => é possível transferir a geração excedente de uma unidade consumidora para outras mesmo grupo empresarial (adotado pela rede Walmart)**



**Resolução Normativa ANEEL N° 481, de 17/04/12, que altera a REN N° 77, de 18/08/04, e estabelece desconto de 80% na TUSD/TUST incidindo na produção e no consumo da energia transportada para os empreendimentos desde que seja iniciada operação comercial até 31 de dezembro de 2017, que será aplicado nos 10 primeiros anos de operação. Esse desconto será reduzido para 50% após o 10º ano de operação da usina.**

Walmart Solar in Foothill Ranch (California)



**Produção Independente de  
Energia Solar**

**Oportunidade regulamentada  
pronta para ser explorada**

Walmart Solar Corona (California)



**75% das lojas do Walmart na California já  
instalaram Geração Solar em operação.**

Walmart Solar in Ponce (Puerto Rico)

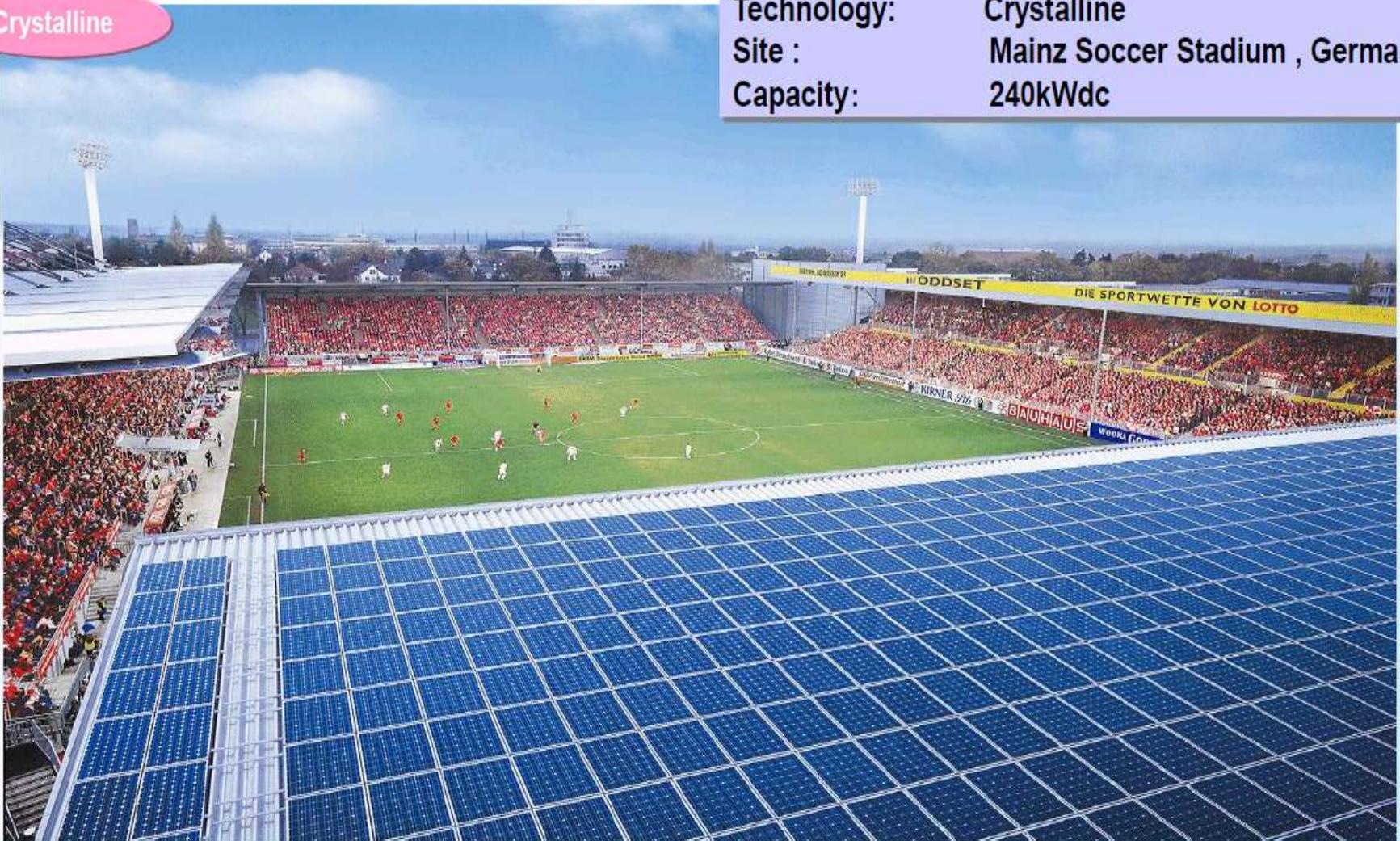


SOL  
Maior fonte  
de energia  
da Terra

# Aplicação Energia Solar - Arenas Esportivas

Crystalline

Technology: Crystalline  
Site : Mainz Soccer Stadium , Germany  
Capacity: 240kWdc



SOL  
Maior fonte  
de energia  
da Terra

# Aplicação Energia Solar - Aeroportos

Crystalline

Technology:

Crystalline

Site :

Oakland Airport, California

Capacity:

904kWdc





Sustainable Manufacturing 

UK's largest solar PV in a manufacturing facility



TOYOTA MOTOR MANUFACTURING (UK) LTD

TOYOTA

## Facts and Figures – Main Array

- Largest solar PV installation on an UK Industrial site
- £11.4 million main field investment
- £1 million showcase investment
- 25 year partnership with BG New Energy Solar.
- All electricity used by the factory (4,600,000 kwh per year or 5% of Toyota site energy)
- 2,000 tonnes of CO<sub>2</sub> saved per year
- Habitats preserved (hedgerows, trees)
- Supplies 5% of site energy which is equivalent to the energy to produce 7,000 Auris HSD



100,000m<sup>2</sup> land area



16,800 Sharp 245W panels



40 distribution boards



5 transformers



4.5 KM of cable trenching



240 inverters installed



HV substation & switchgear

Commissioned  
on schedule 18<sup>th</sup> July 2011

# Sharp Kameyama Factory

**Total  
5,210kW**

**1,402kW**

**529kW**

**3,177kW**

**42kW  
BiPV**

**112kW  
Thin-Film**

1. **Diversificação da matriz energética** => visão de longo prazo.
2. **Aprendizado tecnológico** => identificar as melhores tecnológicas
3. **Tropicalização** => equipamentos e soluções de engenharia nacional
4. **Inserção regional** => focar nos locais com maior irradiação solar
5. **Empregos** => densidade (empregos/MW) superior a demais fontes
6. **Benefício internacional** => imagem do Brasil e suas lideranças políticas.
7. **Cadeia produtiva nacional** => fabricantes de inversores, cabos, disjuntores, estruturas e módulos.
8. **Modulação de carga** => recordes de demanda instantânea no SIN (75 GW) ocorre entre 14 e 16:00h.

## Estratégia => Induzir Desenvolvimento da Indústria Solar no Brasil

- ❖ **Leilões anuais controlados** => limite de MW a ser contratado por área geo-elétrica
- ❖ **Aprendizado tecnológico** => avaliar tecnologias promissoras e competitividade
- ❖ **Proposta Indutora** => contratar 500 MWp (100 MWm/ano) em 2013, com possibilidade de aumento do volume de contratação nos anos seguintes em função dos resultados obtidos e queda esperada do preço da energia solar se confirmando
- ❖ **Modelo Contrato** => preço fixo em Reais corrigidos pelo IPCA - duração de 30 anos
- ❖ **Proposta COGEN** => contratar **7.500 MWp até 2020** (montante igual foi instalado na Alemanha 2010).

**Nota** => Esse montante representa menos de 0,5% da capacidade instalada e 0,1% da produção nacional de energia prevista em 2020.

## Proposta COGEN => Fomento Solar & Licenciamento Ambiental



**Lei 13.798**, de 09/11/09, institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - **PEMC**, regulamentada pelo **Decreto 55.947**, de 24/06/10, que tem por objetivo geral estabelecer o compromisso do Estado frente ao desafio das mudanças climáticas globais, dispor sobre as condições para as adaptações necessárias aos impactos derivados das mudanças climáticas, bem como contribuir para reduzir ou estabilizar a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera >> **“O Estado de São Paulo tem como meta a redução global de 20% das emissões de CO2 em 2020, tendo como base 2005”**

**Decreto 58.107**, de 05/06/2012, institui a Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável do Estado de São Paulo 2020. Destacando os compromissos:

- ❖ **Aumentar até 2020 a participação de energias renováveis elevando de 55% para 69% no consumo final de energia do Estado** (hidráulica, biomassa, biogás, biodiesel, etanol, solar, eólica e resíduos sólidos).
- ❖ **Reduzir 20% das emissões de CO2 - base o ano de 2005, conforme estabelecido no PEMC**

**Proposta COGEN => Estabelecer procedimento normativo para possibilitar e fomentar o uso da energia solar como alternativa para atender as exigências de “compensação ambiental”, conforme requisitos do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos de infraestrutura, instalações industriais e comerciais, visando o fomento indústria solar.**

# COGEN – 115 Associados !



Participe e seja um Associado Ativo da COGEN. Tel (11) 3815-4887 [www.cogen.com.br](http://www.cogen.com.br)

# Expectativa de Oferta Geração Adicional - Horizonte 2020

**2020 (GC)**  
Geração Centralizada  
25.000 MW

- ❖ Hidrelétrica => **15.000 MW**
- ❖ Termelétrica Gás Natural => **10.000 MW**

**2020 (GD)**  
Geração Distribuída  
30.000 MW

- ❑ Fonte Complementar Biomassa => **10.000 MW**
- ❑ Fonte Complementar Solar => **7.500 MWp**
- ❑ Cogeração a Gás Natural => **2.500 MW**
- ❑ Fonte Alternativa Eólica => **10.000 MW**

**Governança no Setor Elétrico => Renovação das Concessões, Atraso na Transmissão e eliminar obras não iniciadas!**