

# ENERGIA FOTOVOLTAICA E SUA CONTRIBUIÇÃO NA GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

SOLUÇÕES FOTOVOLTAICAS PARA APLICAÇÕES  
RESIDENCIAIS E COMERCIAIS

SISTEMAS CONECTADOS À REDE

(GRID TIE)

**MERCADO NO BRASIL E NO MUNDO**

**REGULAMENTAÇÃO**

**CONCEITOS E TEORIA FOTOVOLTAICA**

**SISTEMAS CONECTADOS**

**CUSTOS / INVESTIMENTOS / RETORNO**

**SISTEMAS INSTALADOS**

# Fotovoltaico x Solar Térmico

## Fotovoltaico

Sistema Fixo



Concentrador Fotovoltaico



Solar Tracker



## Solar Térmico

Aquecimento Solar



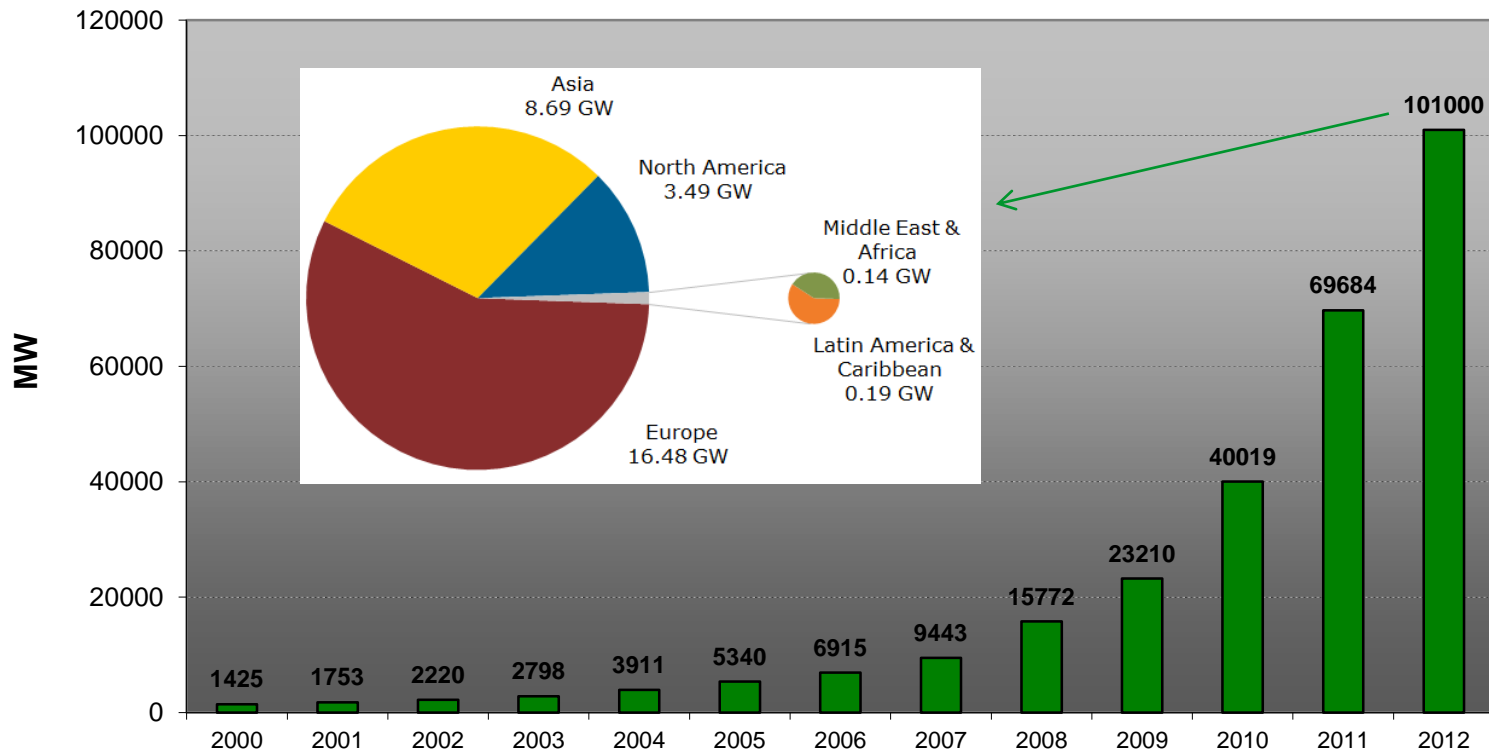
Geração Heliotérmica - CSP



# Mercado Fotovoltaico no Mundo













## EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE MUNDIAL INSTALADA - MW



Fonte: EPIA - Global Market Outlook for Photovoltaic

## Principais Mercados – Capacidade Instalada

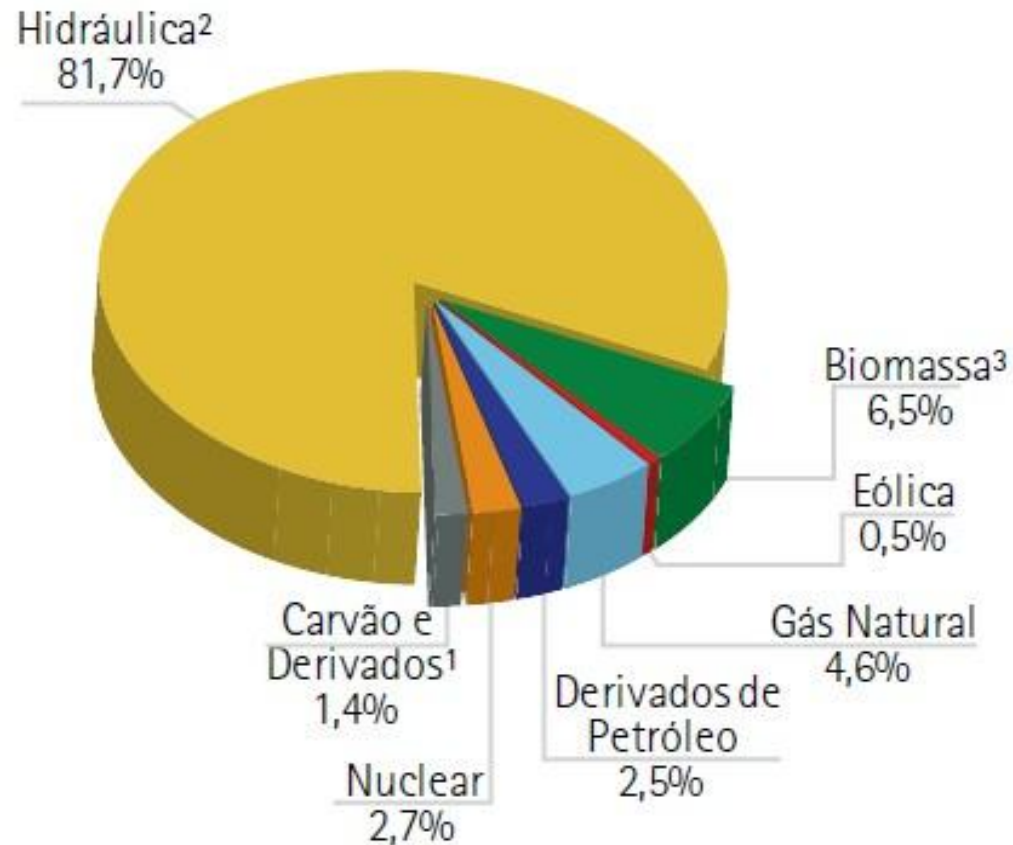
Top 10 Solar PV Markets, sorted by Cumulative capacity (kw)

Country	2009	2010	2011	Cumulative
1.  Germany	3,806,700	7,390,922	7,500,243	24,794,243
2.  Italy	723,000	2,321,010	9,304,600	12,802,910
3.  Japan	482,976	990,979	1,295,804	4,913,948
4.  Spain	17,010	371,200	354,900	4,214,200
5.  USA	464,500	918,000	1,867,000	3,966,000
6.  China	160,000	500,000	2,500,000	3,301,000
7.  France	250,000	719,000	1,634,100	2,831,400
8.  Czech Republic	411,000	1,151,000	110,000	1,726,000
9.  Belgium	493,700	376,500	614,100	1,587,000
10.  Australia	83,140	383,300	837,000	1,407,940

Fonte: Solarplaza – Top 10 World's Biggest PV Markets

# Matriz Elétrica Brasileira

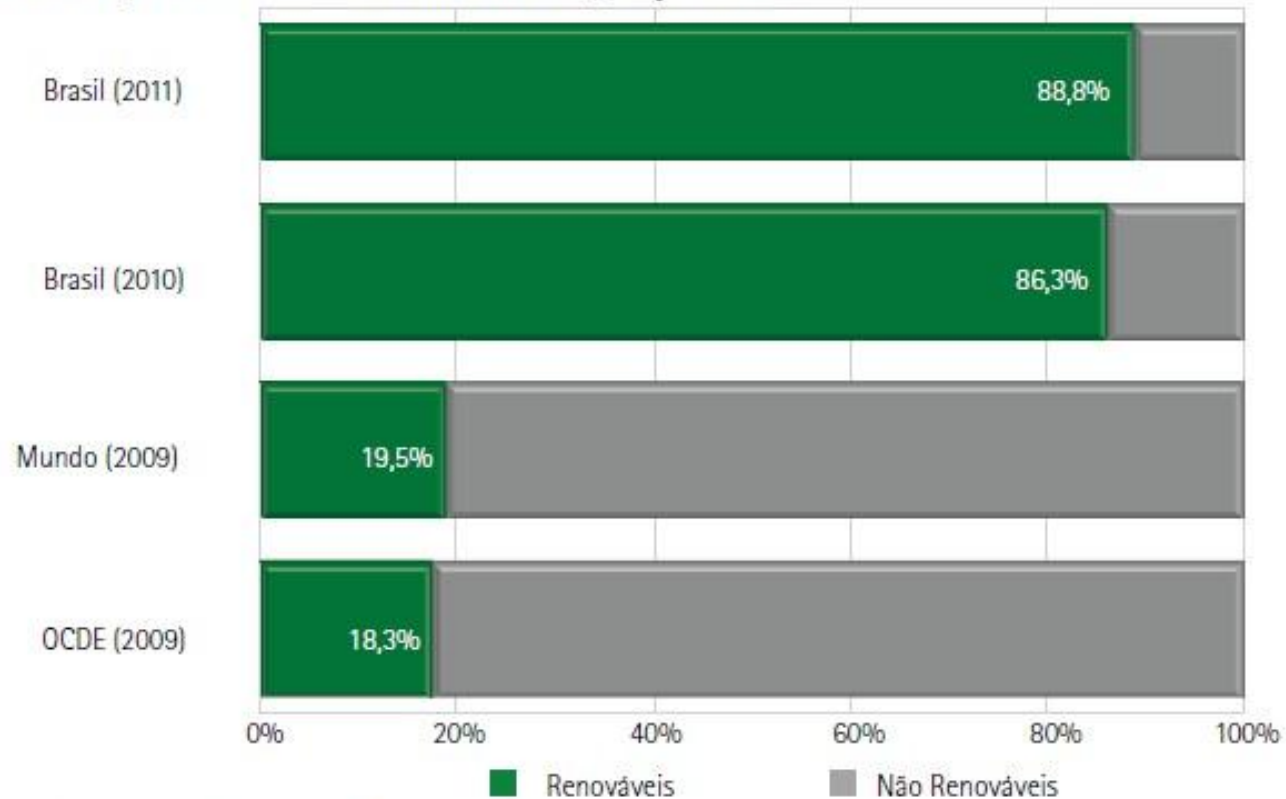
## Brasil (2011)



geração hidráulica em 2011: 467,0 TWh

## Participação de renováveis na matriz elétrica

Em 2011, a participação de renováveis na Matriz Elétrica Brasileira ampliou-se para 88,8% devido às condições hidrológicas favoráveis e ao aumento da geração eólica



Fonte: EPE; Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE

# Mercado Brasileiro: Hoje

- Capacidade Instalada: 30 MW (estimados)
- Programa Luz Para Todos: Sistemas isolados individuais e minirredes.
- P&D Estratégico ANEEL: 18 projetos inscritos totalizando 25 MW.
- Resolução ANEEL 482: Regulamentação da mini e micro geração distribuída.
- Copa do Mundo 2014: Estádios Solares
- Pedidos de outorga na ANEEL: 2,8 GW

# Publicações Atualizadas

## Referências de Leitura



### Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira



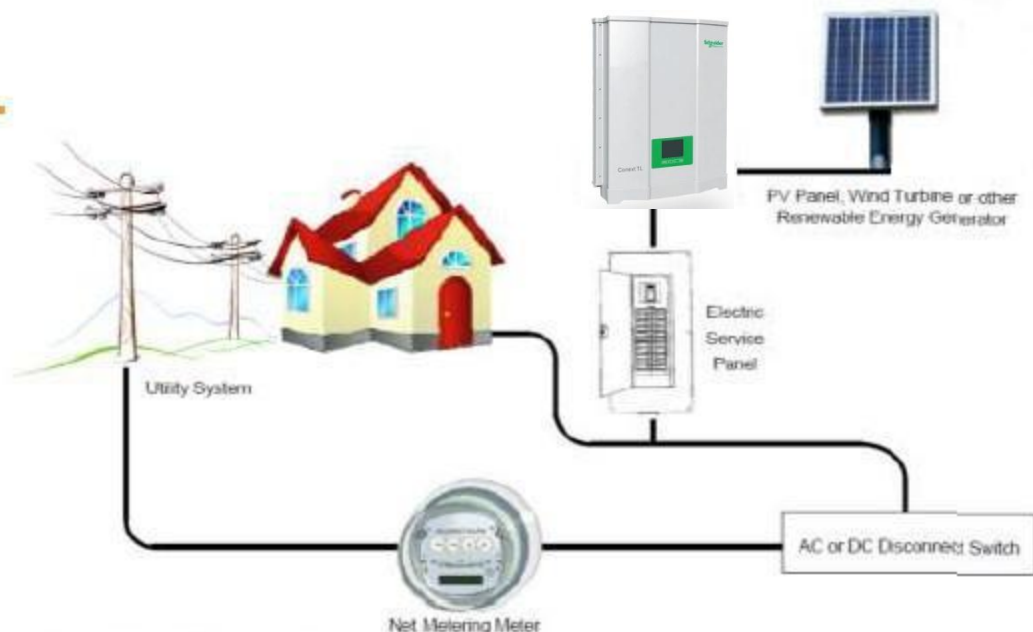
# RESOLUÇÃO ANEEL 482

## O que é *net metering*?

- *Net Metering* é um sistema que utiliza medição bidirecional de energia elétrica e que faz a contabilização financeira de um saldo em um determinado período para uma dada instalação.

## Qual objetivo?

- Viabilizar a Geração Distribuída de pequeno porte (micro e minigeração)



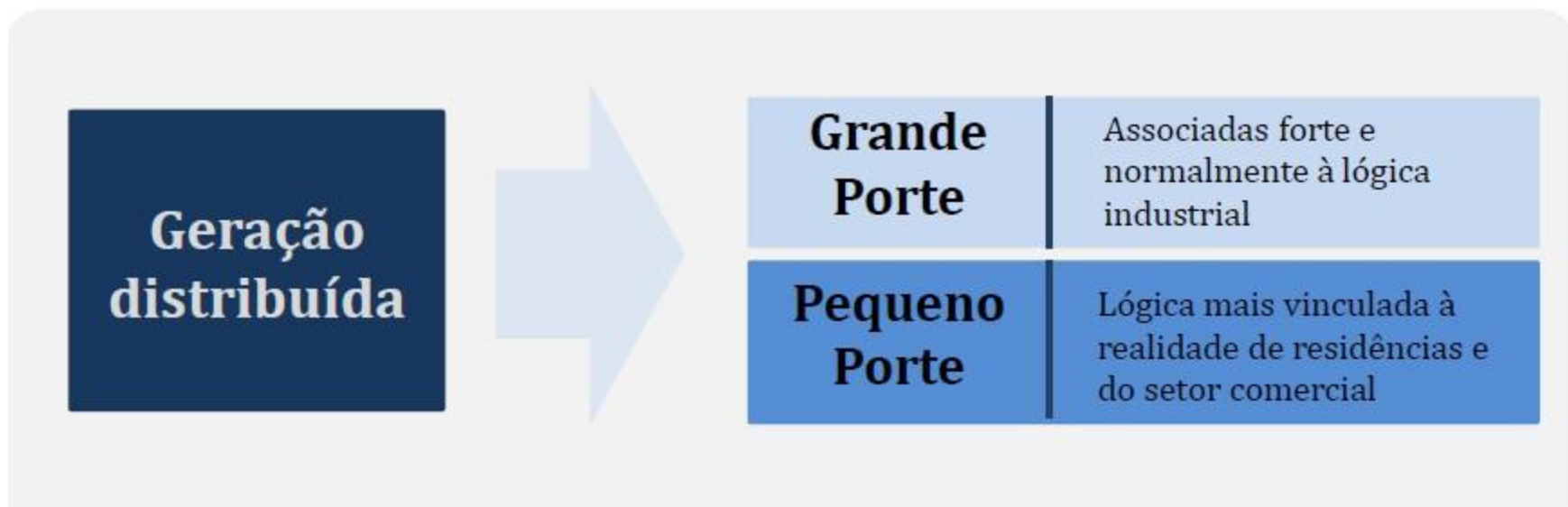
Prepared by M. Pang, MPSC Renewable Energy Section

Fonte: Michigan Public Service Commission Renewable Energy Section (2010)

Fonte: A Energia Solar Fotovoltaica no Contexto do Planejamento Elétrico Nacional - EPE

# RESOLUÇÃO ANEEL 482

**Geração distribuída (GD)** é a geração de energia localizada próxima ao consumidor final, cuja instalação objetiva atendimento prioritário a este, podendo ou não gerar excedentes energéticos comercializáveis para além das instalações do consumidor final.



Fonte: A Energia Solar Fotovoltaica no Contexto do Planejamento Elétrico Nacional - EPE

# RESOLUÇÃO ANEEL 482

## Reduzindo as barreiras para a geração distribuída de pequeno porte

- ✓ Microgeração distribuída – gerador com potência até 100kW;
- ✓ Minigeração distribuída – gerador com potência entre 100kW e 1MW;
- ✓ Sistema de compensação de energia elétrica (*net metering*) - sistema que calcula o saldo de energia ativa exportada à rede e consumida da rede por posto horário e sazonalidade, na mesma unidade consumidora ou em outras unidades do mesmo CPF ou CNPJ, com validade de 36 meses.
- ✓ Aplicável somente a fontes incentivadas (solar, eólica, hidráulica, biomassa e cogeração qualificada);
- ✓ Dispensa de assinatura de CUSD e CCD, por acordo operativo e relacionamento operacional;

Fonte: A Energia Solar Fotovoltaica no Contexto do Planejamento Elétrico Nacional - EPE

# RESOLUÇÃO ANEEL 482

## Modificações implementadas pela REN 517/2012

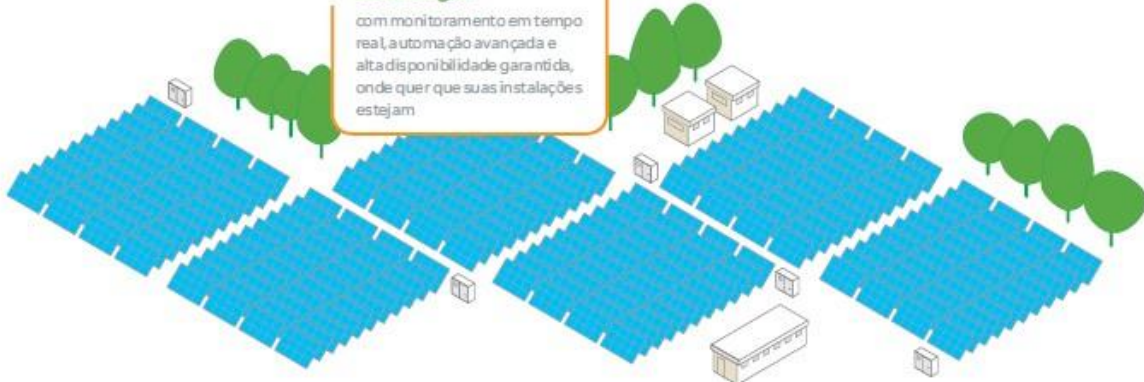
- ✓ Limitação ao CPF e CNPJ para compensação de créditos;
- ✓ Limitação da capacidade a carga ou demanda contratada (se quiser maior tem que pedir aumento de carga ou de demanda);
- ✓ Diferenciação entre tipos de acordos operativos para micro e minigerador;
- ✓ Especificou que a relação entre os postos horários (para compensação) se dará pela relação da TE como definida na REN 414;
- ✓ Obrigou a distribuidora a comprar e instalar o sistema de medição repassando o custo;
- ✓ Mudanças no PRODIST para adequação.

Fonte: A Energia Solar Fotovoltaica no Contexto do Planejamento Elétrico Nacional - EPE

# Soluções integradas para qualquer ambiente

Apresentando as arquiteturas fotovoltaicas, customizadas e altamente eficientes, da Schneider Electric

**Soluções para usinas de energia**  
com monitoramento em tempo real, automação avançada e alta disponibilidade garantida, onde quer que suas instalações estejam



**Pacotes para energia solar, para residências e pequenos edifícios**  
com instalação fácil e rápida, produtos de alta performance e soluções de backup para sistemas não conectados, incluindo inversores e controladores de carga



**Soluções para grandes edifícios**  
com supervisão, segurança, conversão de energia e uma infraestrutura elétrica abrangente



# Principais Tecnologias de Construção



## ● Silício Monocristalino ( M-Si )

- Cristalização com alto grau de pureza
- Alta eficiência
- 90% do rendimento inicial após 20 anos
- Processo de produção complexo e de alto custo

## ● Silício Policristalino ( P-Si )

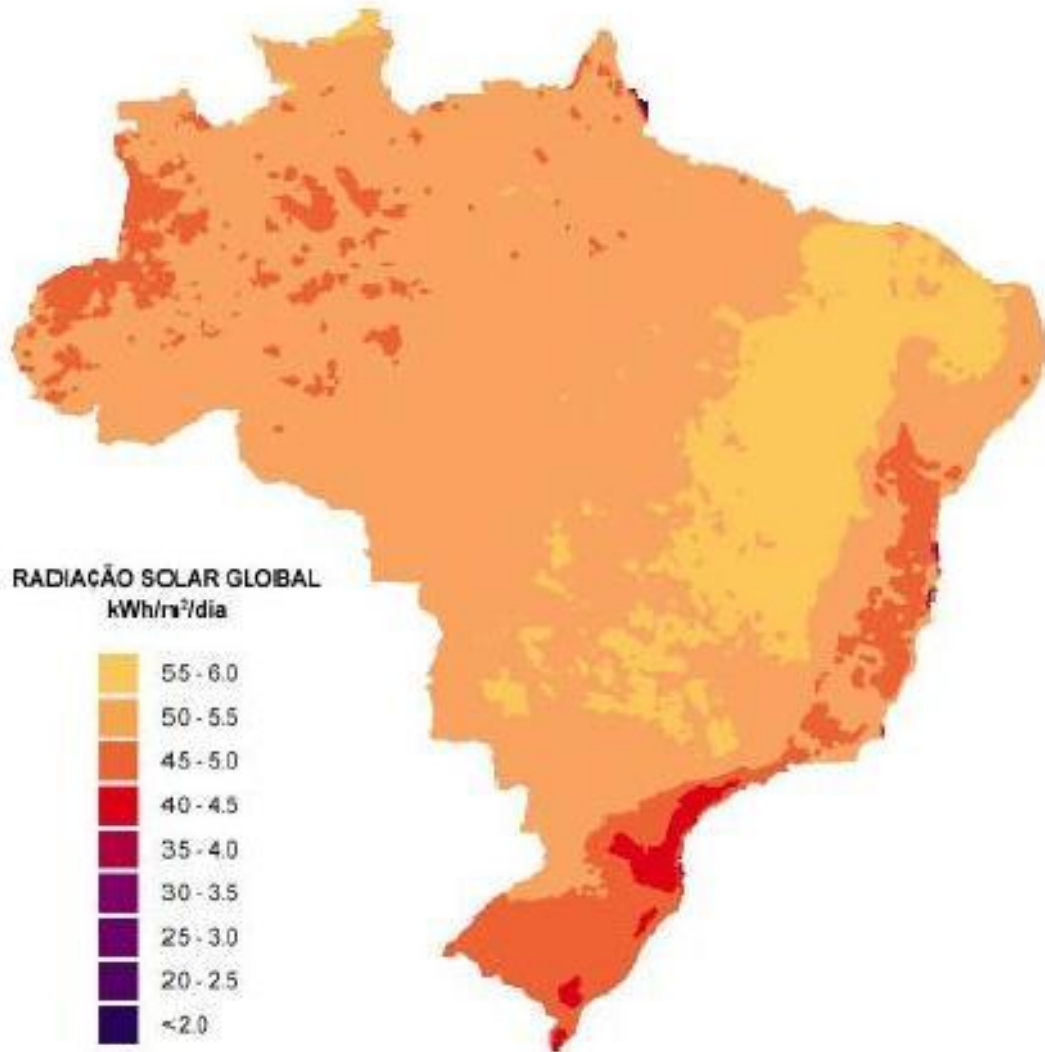
- Fusão e recristalização do silício residual da indústria eletrônica
- 85% do rendimento inicial após 20 anos

## ● Filmes Finos ( a-Si / CdTe / CIGS )

- Baixa eficiência, porém com melhor performance em relação ao cristalino para radiação difusa
- Custo inferior em relação ao cristalino
- Aplicação em coberturas, revestimentos e fachadas. Flexível e leve.
- Rendimento com degradação de 1% ao ano.



# Radiação Solar no Brasil



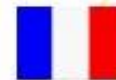
## Irradiação diária média anual



1.500 e 2.400 kWh/m<sup>2</sup>/ano



900 e 1.250 kWh/m<sup>2</sup>/ano



900 e 1.650 kWh/m<sup>2</sup>/ano



1.200-1.850 kWh/m<sup>2</sup>/ano

Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar

# CONEXÃO À REDE: GRID TIE

## **Funcionamento:**

O inversor recebe a energia gerada pelos módulos solares em corrente contínua e converte em corrente alternada, sincronizando e injetando na rede elétrica.

Quando a geração solar é superior à demanda, o sistema devolve para a rede para ser utilizada por outros consumidores.

Quando a geração solar é inferior à demanda ou no período noturno, a diferença de energia é suprida pela concessionária.

O controle da geração é realizado pelo medidor de energia.

## **Características:**

Operação totalmente automática e silenciosa.

Instalação simples e rápida.

Possibilidade de expansão modular.

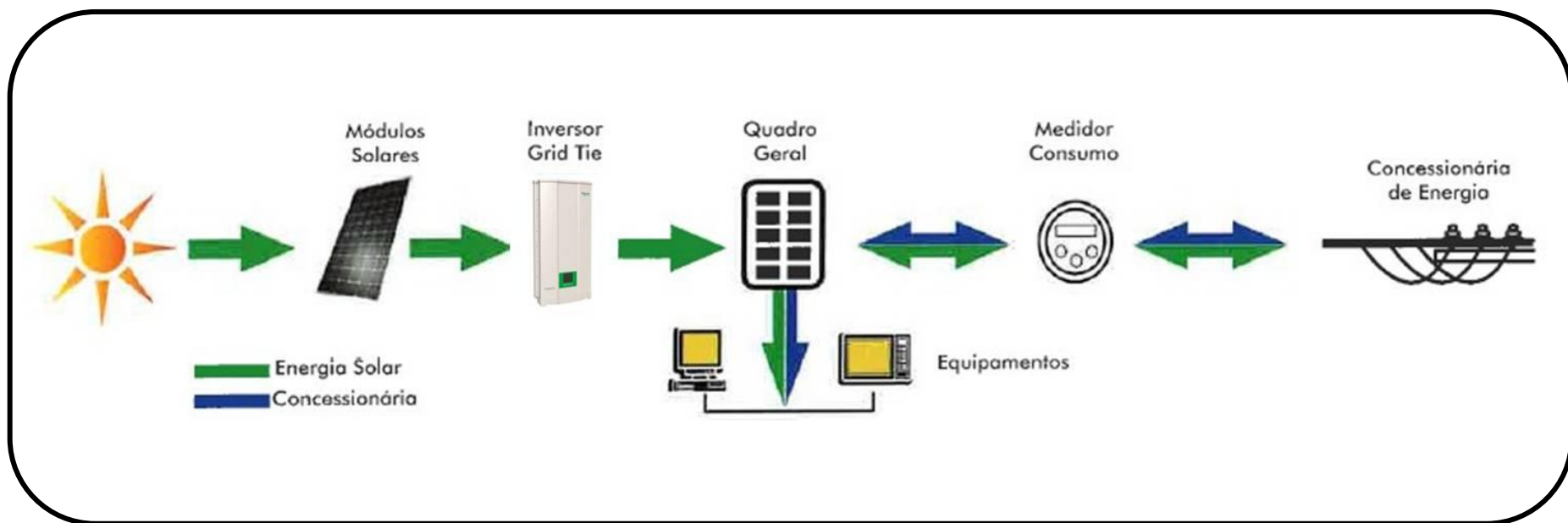
Proteções anti-ilhamento.

Medição de diversos parâmetros da rede.

Compensação de reativos e correção de fator de potência.



# DIAGRAMA BÁSICO DE INTERLIGAÇÃO



# CONEXÃO À REDE: GRID TIE

## **Sistemas Conectados à Rede (Grid Tie):**

Sistema conectado à rede elétrica, padrão utilizado mundialmente, possui uma eficiência 30% superior ao sistema com baterias. Funcionamento e operação simplificados em um único equipamento com maior confiabilidade. Possibilidade de compensação da energia excedente com a concessionária.

## **Vantagens:**

Geração distribuída diretamente no ponto de consumo.

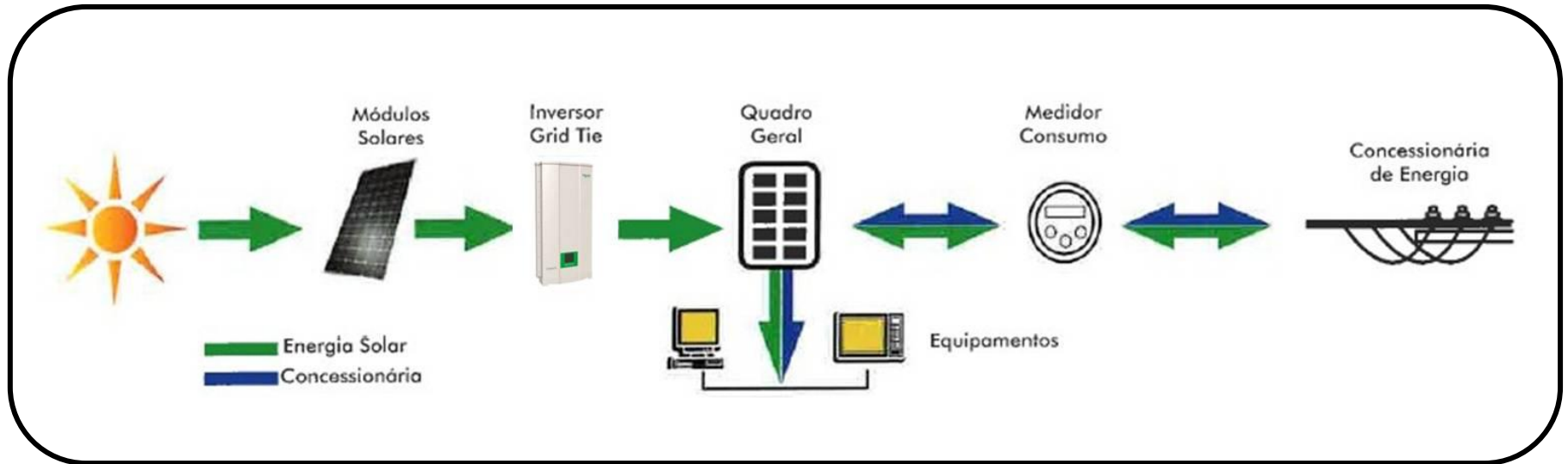
Apoio ao sistema convencional, diminuindo investimentos em transmissão e distribuição. Redução de impactos ambientais.

## **Características:**

Sistema sem opção de back up. Quando falta energia da concessionária, o sistema se desliga por medida de segurança (anti-islanding).

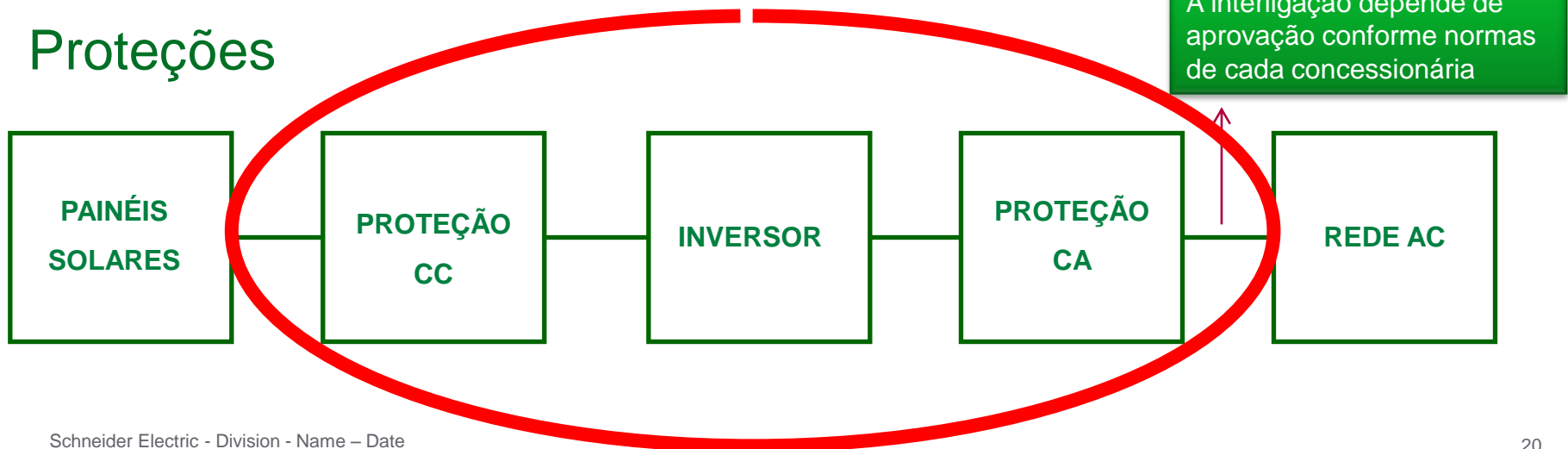
Funcionamento apenas diurno, não há banco de baterias.

# Diagrama Básico



## Soluções Schneider

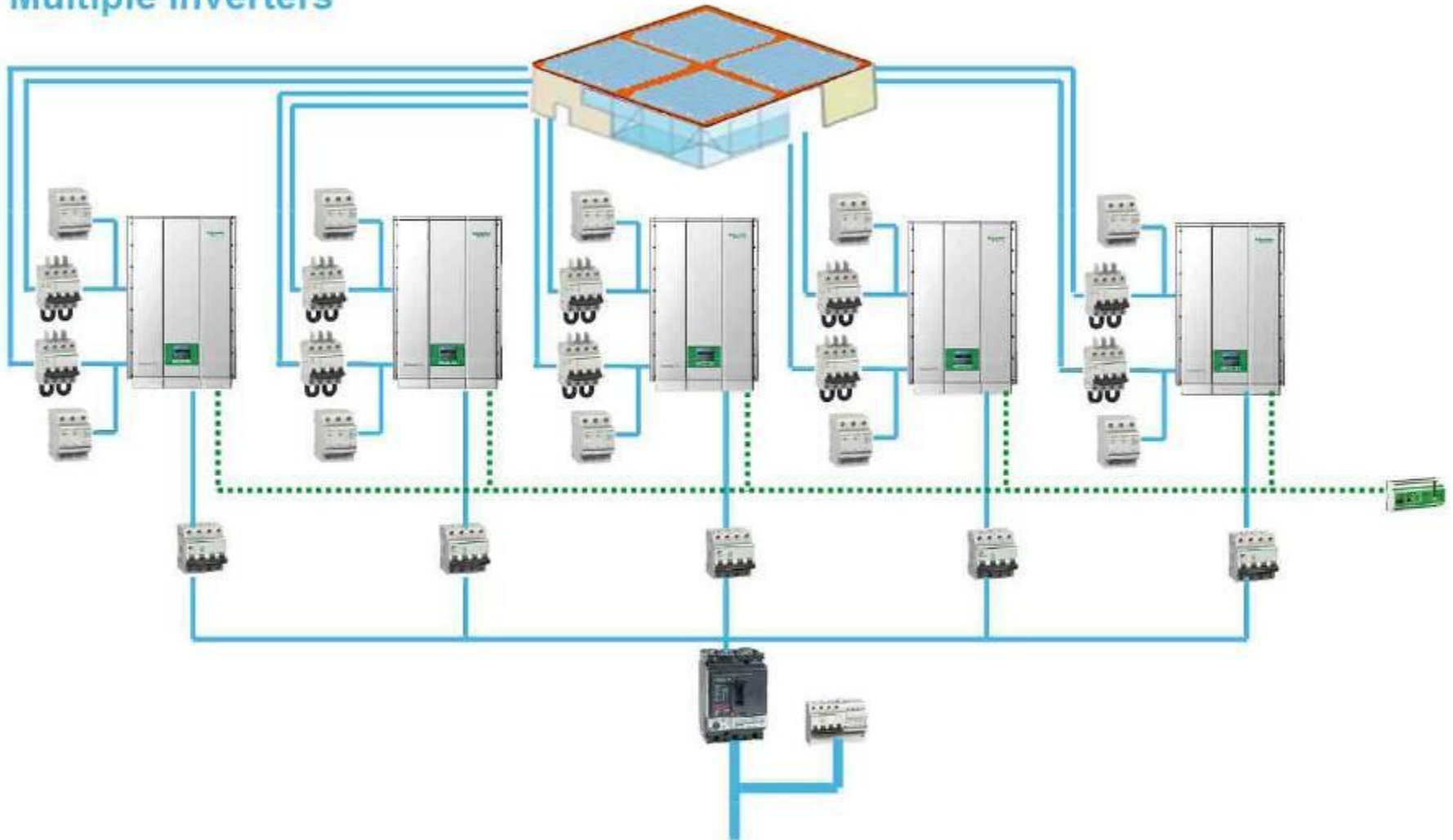
### Proteções





# Conext 3Ph solution up to 500kWc installations

## Multiple inverters



# Energia Fotovoltaica: Quanto Custa

## Sistema Conectado(Grid Tie)

- Preço do Módulo Solar: US\$ 2,30 /Wp (R\$ 4,60)
- Preço do Sistema Completo: US \$ 3,40 /Wp (sem instalação)
- Preço do Sistema Completo: US \$ 4,00 a 6,00/Wp (com instalação)
- Cada 1.000 Wp instalado gera aproximadamente 140 KWh/mês \*
- Para gerar 420 KWh/mês de energia, necessito de 3.000 Wp, a um custo aproximado a partir de US\$ 12.000,00. (R\$ 24.000,00).

## •Concessionária:

- Custo médio do KWh residencial B.T. em Dezembro/12: R\$ 0,50
- Custo da conta para 420 KWh/mês: R\$ 210,00

Obs:

\* Considerando irradiação de 5.000W/m<sup>2</sup> dia.

\*\* Considerando módulo 60 células – 235 / 240 W (1,70 m<sup>2</sup>)

\*\*\* Dollar a R\$ 2,00

\*\*\*\* Válido para sistemas acima de 3.000 Wp de potência instalada

# O ESTADO DE S. PAULO

JULIO MESQUITA



REV. MESQUITA

12 DE ABRIL DE 2013 R\$ 3,00

ANO 134 Nº 43841 EDIÇÃO DE 0415

## SEXTA-FEIRA

### Divirta-se

# :D

• **David Lynch**  
Mostra convida a um mergulho no mundo do cineasta americano



### O GUIA COM O MELHOR DA SEMANA

• **Teatro**  
*Edukators* retrata embate entre classes sociais e gerações

• **Gastronomia**  
2º Comida di Buteco traz 50 novos quitutes. Escolha o seu



## Revisão de tarifas de energia reduz economia na conta de luz

Em alguns casos, o ganho já foi praticamente zerado; problemas climáticos são apontados como 'vilões'

Revisões tarifárias das distribuidoras de energia elétrica corroeram parte da redução média de 20% das contas de luz, informa Renée Pereira. Há casos, como os da Cemige da CPFL, em que as tarifas voltaram a subir para determinados tipos de consumidores. Em outras situações, a queda já foi praticamente zerada. Caso das tarifas de alta tensão da CPFL, ape-

nas 0,9% abaixo das praticadas antes da redução. Problemas climáticos pesaram nos resultados. Com a queda do nível dos reservatórios e chuvas abaixo da média, o governo teve de colocar as térmicas, mais caras, em operação. E alguns contratos novos são reajustados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que está pressionado. **ECONOMIA / PÁG. B1**

### Alta de preços derruba vendas no varejo

• Alimentos mais caros e a volta gradual do IPI para móveis e eletrodomésticos prejudicaram em fevereiro as vendas

no varejo, que registraram recuo de 0,4% em relação a janeiro. Os dados foram divulgados ontem pelo IBGE. Em comparação a fevereiro do ano passado, o recuo de 0,2% no volume vendido foi o primeiro resultado negativo desde novembro de 2003. **PÁG. B3**

### Governos barram para apos...

O governo...

• FU...

# Cálculo da Taxa Interna de Retorno

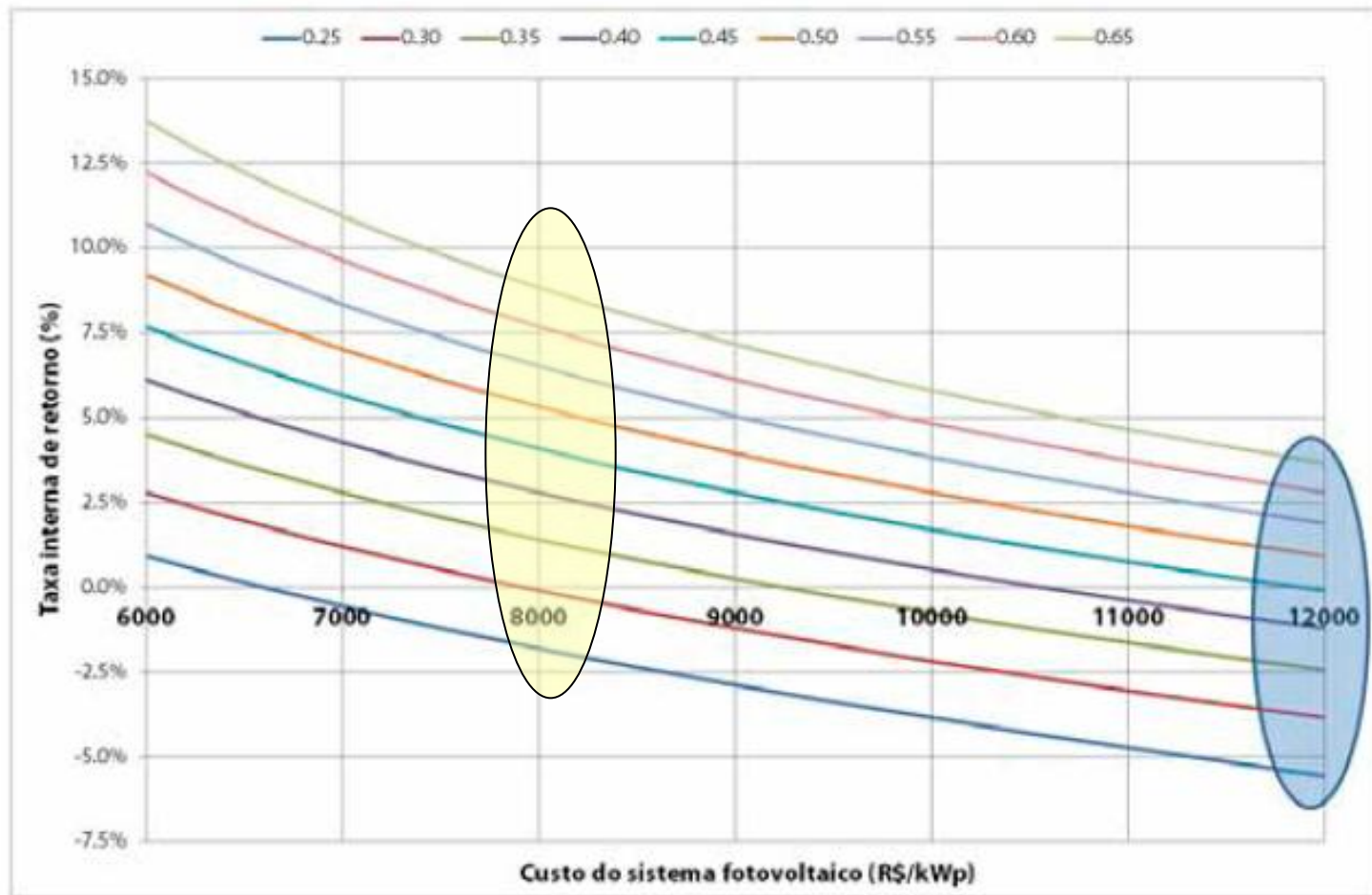
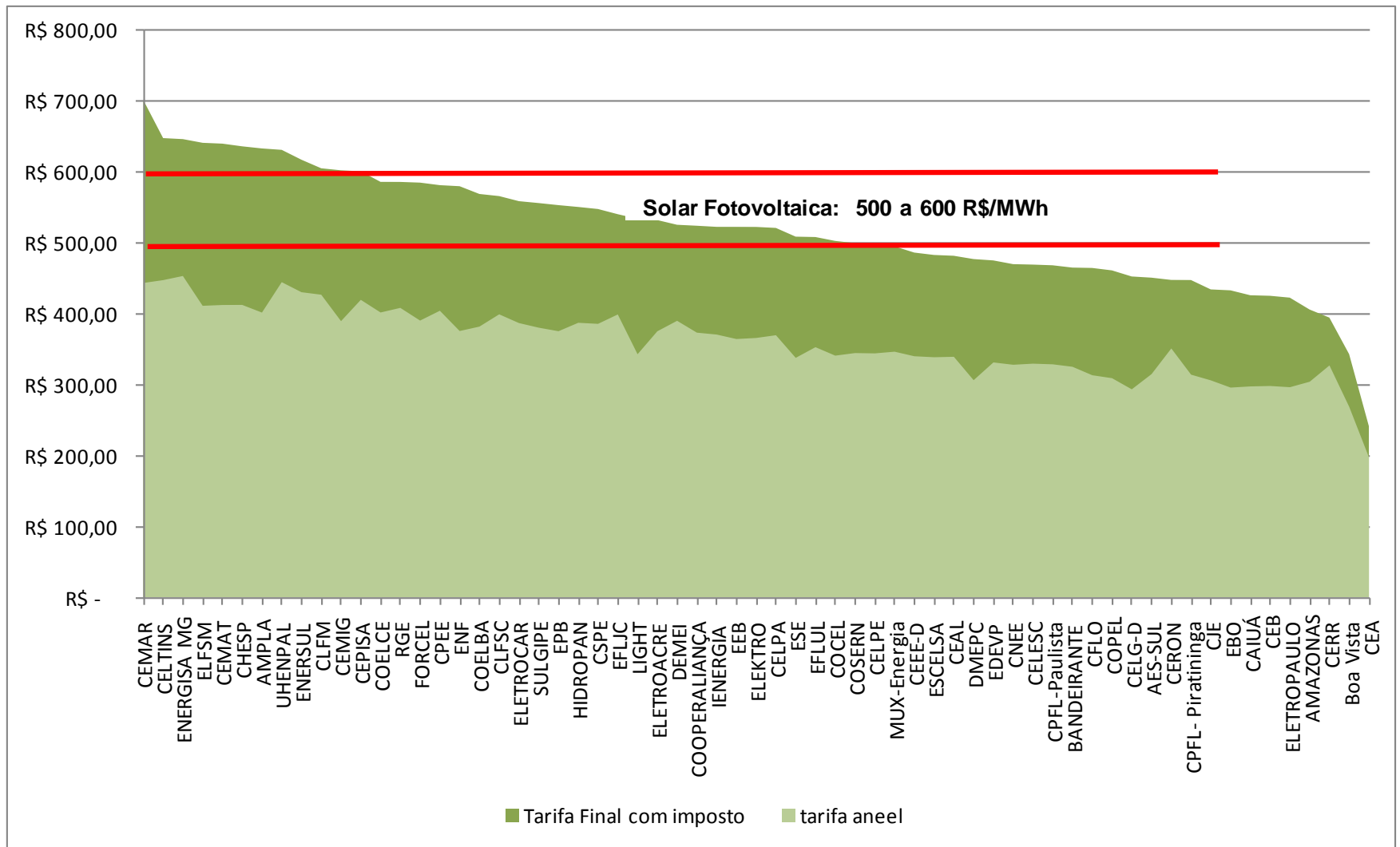


Fig. 1.7 – Taxa interna de retorno (TIR) real (sem inflação) de sistema fotovoltaico em função do custo de instalação e tarifa final da concessionária com impostos (variando entre 0,25 R\$/kWh e 0,65 R\$/kWh).

# Custo Tarifa BT x Solar FV



# Análise financeira para um sistema de 15 KWp

## ANÁLISE FINANCEIRA - SISTEMA SOLAR GRID TIE

**Cliente:**

Sistema: 15KW

### Dados Técnicos

Modelo do Painel Solar	Diversos
Potência do Painel (Wp)	235
Quantidade de painéis	64
<b>Insolação local (KWh/m2)</b>	<b>5,0</b>
Modelo do Inversor	TL 15
Potência do Inversor (W)	15.000
Quantidade de inversores	1
Eficiência do inversor	0,95
Período de análise (anos)	15

### Dados Comerciais (R\$)

Preço do painel solar (R\$)	1.100,00
Preço do Inversor (R\$)	25.000,00
Preço da Instalação (R\$)	20.000,00
<b>Tarifa do KWh/mês</b>	<b>0,50</b>

### Observações:

- 1- Preencher os dados em verde
- 2- Custos de instalação não foram incluídos e podem ser acrescentados pelo cliente
- 3- Não incluso exigências da concessionária local para conexão com a rede.

### Dados Calculados

<b>Potência do sistema (Wp)</b>	<b>15.040,00</b>
Preço dos painéis (R\$)	70.400,00
Preço dos inversores (R\$)	25.000,00
Preço da Instalação (R\$)	20.000,00
<b>Preço total do Sistema (R\$)</b>	<b>115.400,00</b>
Geração mensal (KWh/mês)	2.143,20
Geração anual (KWh)	25.718,40
Geração no período (KWh)	385.776,00
Economia mensal (R\$)	1.071,60
Economia anual (R\$)	12.859,20
Economia no período (R\$)	192.888,00

### Análise Financeira

Custo por Wp (R\$)	7,67
Custo do KWh no período (R\$)	0,30
Pay Back simples (anos)	8,97

# AEROPORTO

## CAMPO DE MARTE - SP



# AEROPORTO TRANCOSO - BA



# LOJA C&C



**MÓDULOS SOLARES**



**GERADOR EÓLICO**





BLUE SKIES FOR  
OUR CHILDREN

**UNIDADE MÓVEL DE TREINAMENTO  
EQUIPADA COM ENERGIA SOLAR  
HONDA SOLTEC**



# ALLIANZ SEGUROS



# GREENPEACE



## SENADO FEDERAL - DF



## COPEL – CURITIBA - PR



## USINA TAUÁ-MPX



# Microgeração solar chega a mil residências na Bahia

*Projeto da Brasil Solair, além da geração de energia renovável, desencadeará em emprego e renda*

*Por Fabíola Binas, de São Paulo (SP)*



fotovoltaicas".

Um acordo de cooperação firmado entre a empresa Brasil Solair e o Fundo Socioambiental Caixa, da Caixa Econômica Federal, está possibilitando a instalação de sistemas para microgeração solar em 1.000 residências, divididas entre dois condomínios enquadrados no Programa Minha Casa Minha Vida, localizados na cidade de Juazeiro (BA). A finalização do projeto está prevista para abril próximo, segundo a Brasil Solair

Ao todo devem ser instalados 9.146 painéis, que equivalem a uma capacidade total instalada de 2,1 MW. Os equipamentos serão conectados à rede por meio de inversores tipo on grid, na rede de distribuição da Coelba, do Grupo Neoenergia. Para a colocação das placas, parte dos próprios moradores foram treinados capacitados para a função, tornando-se "instaladores de soluções

A ideia se resume pelo nome próprio nome da iniciativa: Projeto de Geração de Renda e Energia. "Sei que eles já entraram com um pedido para poder comercializar essa energia", contou o superintendente de Regulação dos Serviços de Distribuição, da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Carlos Aberto Calixto Mattar, ao explicar que, a partir de uma autorização da agência, os moradores poderiam se tornar pequenos comercializadores.

Mattar explicou que o projeto desenvolvido em Juazeiro acabará funcionando como uma espécie de "piloto", que ajudará tanto a agência, como os agentes do setor envolvidos, a entenderem melhor sobre o funcionamento de um sistema que possibilita a venda da energia. De acordo com material divulgado pela Caixa, a devolução à rede da eletricidade que não for usada nos residenciais pode gerar uma renda extra de R\$ 110 para cada família. O executivo participou do evento do Instituto Ideal, onde foi lançado o Simulador Solar.

# Portfólio: Sistemas Conectados Pequeno Porte

## Inversores Monofásicos

**CP Eletrônica**  
**1 / 2 / 3 KW**



**Conext RL**  
**3 / 4 / 5 KW**  
**Lançamento**



# Portfólio: Sistemas Conectados Pequeno Porte

## Inversores Trifásicos

**Conext TL**

**8 / 10 KW**

**Trifásico**

**Lançamento**



**Conext TL**

**15 / 20 KW**

**Trifásico**



# Portfólio: Proteções CC

Seccionador (SW60-DC)



➤ **SW60-DC**  
Ui: 1000Vdc  
Ue: 1000Vdc  
Ie: 63A

Seccionador (C60NA-DC)



➤ **C60NA-DC**  
Ui: 1000Vdc,  
Ue: 20A: 1000 Vdc  
30A: 800 Vdc  
50A: 700 Vdc

Disjuntor (C60PV-DC)



➤ **C60PV-DC**  
Ui: 1000Vdc  
Ue: 800Vdc  
Ie: 1 a 25 A

Fusível (DF10)



➤ **DF10**  
Ui: 1000Vdc Ue:  
1000Vdc, Ie: 32A

Protetor de Surto (PRD-DC)



➤ **PRD40r-600DC/1000DC**  
2P Uc: 600/1000Vdc,  
Tipo 2, Auto protegido



# Portfólio: Usinas/ Plantas Solares



Inversores 3PH



Série XC - 540, 630 e 680kW



Quadros de Campo



CFTV e Segurança Perimetral



Subestação Pré-fabricada de Controle e Conexão

## SCADA



# Soluções para energia solar fotovoltaica eficiente

Produtos e soluções para residências, edifícios e usinas de energia



Para saber mais,  
Baixe **GRATUITAMENTE** nosso  
catálogo sobre Soluções para Energia  
Solar.

Visite **[www.SEreply.com](http://www.SEreply.com)**  
Código **71374D**

# Make the most of your energy

Presented by:

Paulo Frugis - Application Engineer – Photovoltaic Systems

[Paulo.frugis@schneider-electric.com](mailto:Paulo.frugis@schneider-electric.com)



# Siga-nos no Facebook e Twitter



/SchneiderElectricBR



@SchneiderElecBR

Obrigado!

