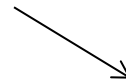


# A PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO ESTADO DE MATO GROSSO



**FOTOVOLTAICA**

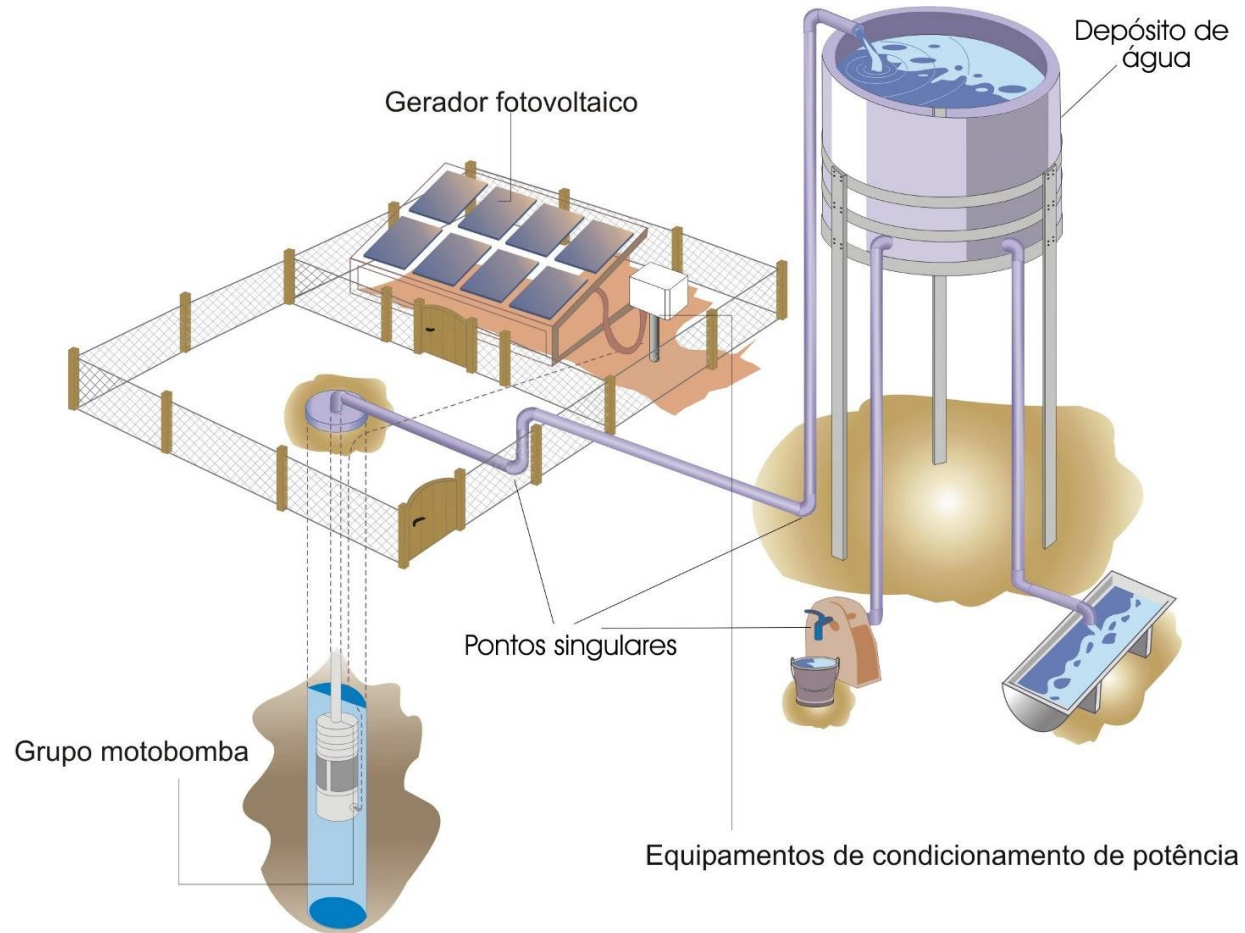
Roberto Zilles



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA  
**LABORATÓRIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

- **Aplicações fotovoltaicas para o Estado**
- **Algumas instalações em operação no Estado**
- **Estimativa da produção de energia**
- **O potencial solar do Estado**

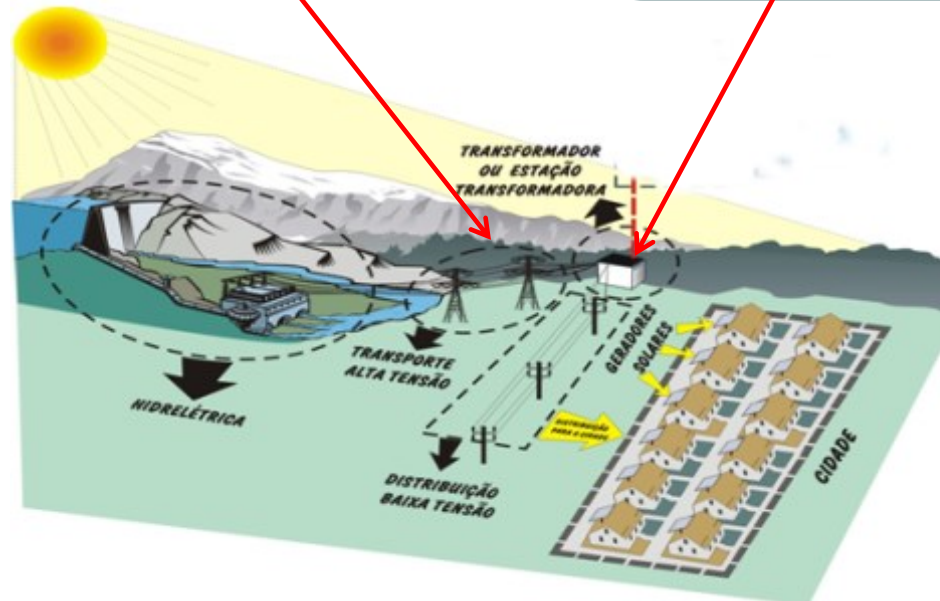
## SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE BOMBEAMENTO







X

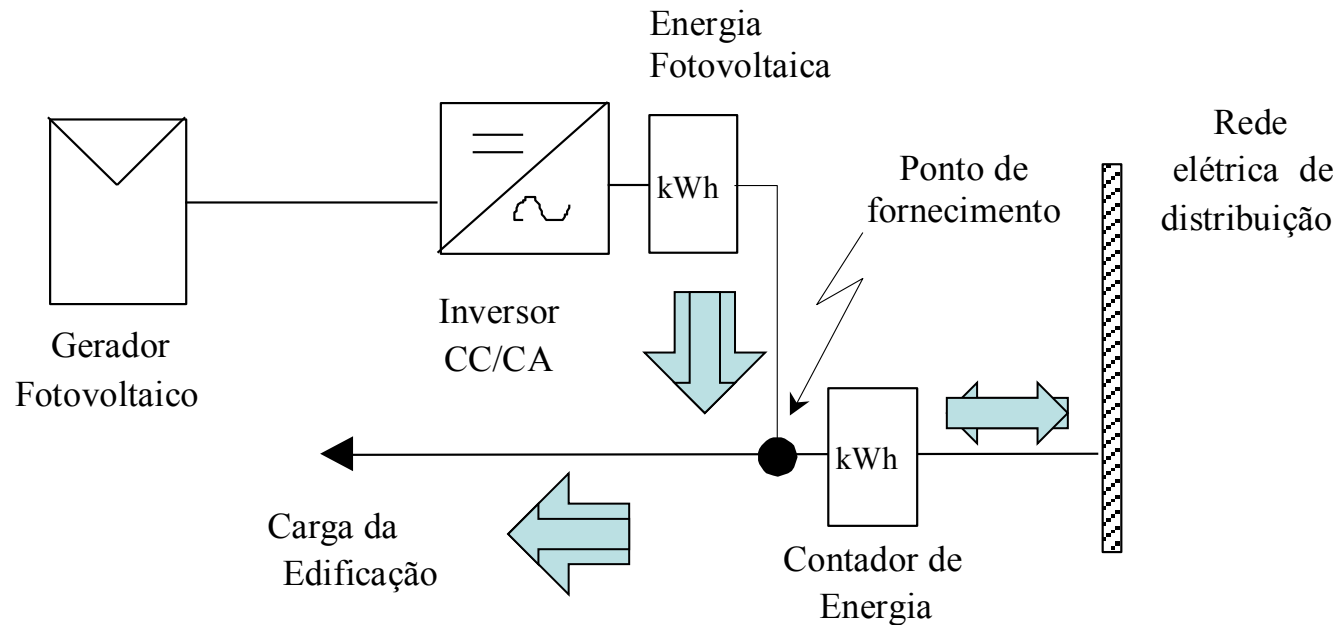


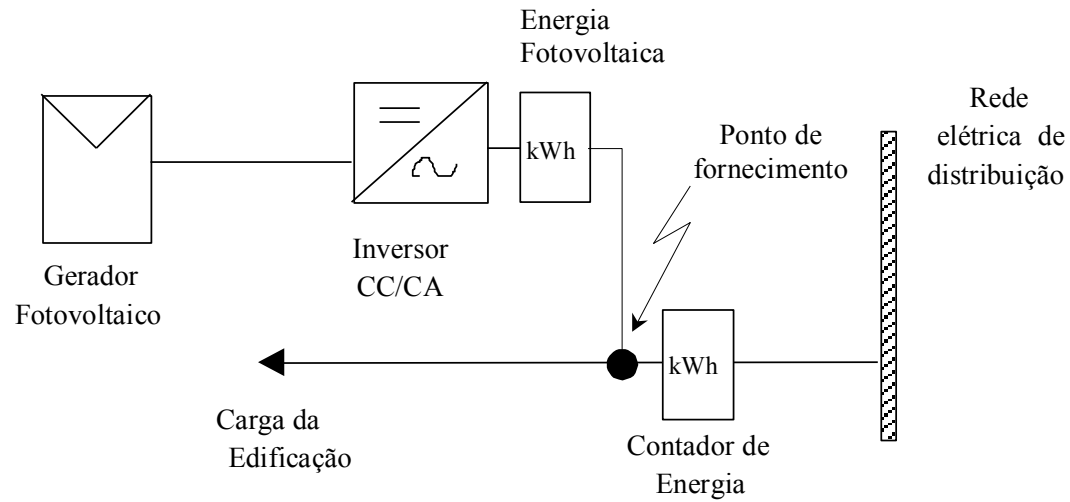
## RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482/2012 e Nº 687/2015

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, e dá outras providências.

## GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM EDIFICAÇÕES

São unidades de geração que, além de consumidoras de energia, passam a produzir parte da energia necessária, podendo, em algumas situações verter o excedente à rede de distribuição de eletricidade.



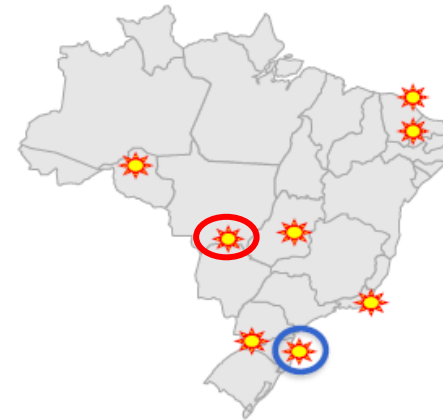


## Projeto Tractebel – Itaquira



Módulo de avaliação de Itaquira - MT do projeto de P&D da Chamada 13 implantado pela Tractebel. O projeto tem objetivo de analisar o desempenho de 8 Módulos de Avaliação (MA 56 KWp) com 7 tecnologias FV em 8 localidades com diferentes climas.

- 13,44kWp – Módulos HCPV com rastreador;
- 10,0kWp – Módulos de silício amorfo;
- 10,22kWp – Módulos de silício microcristalino;
- 9,96kWp – Módulos de tecnologia CIGS;
- 9,88kWp – Módulos de silício monocristalino.





## Projeto Enel - Apicás



Usina FV de 1 MWp do grupo Enel Green Power instalada em canteiro de obra de três usinas hidroelétricas do Grupo Enel.





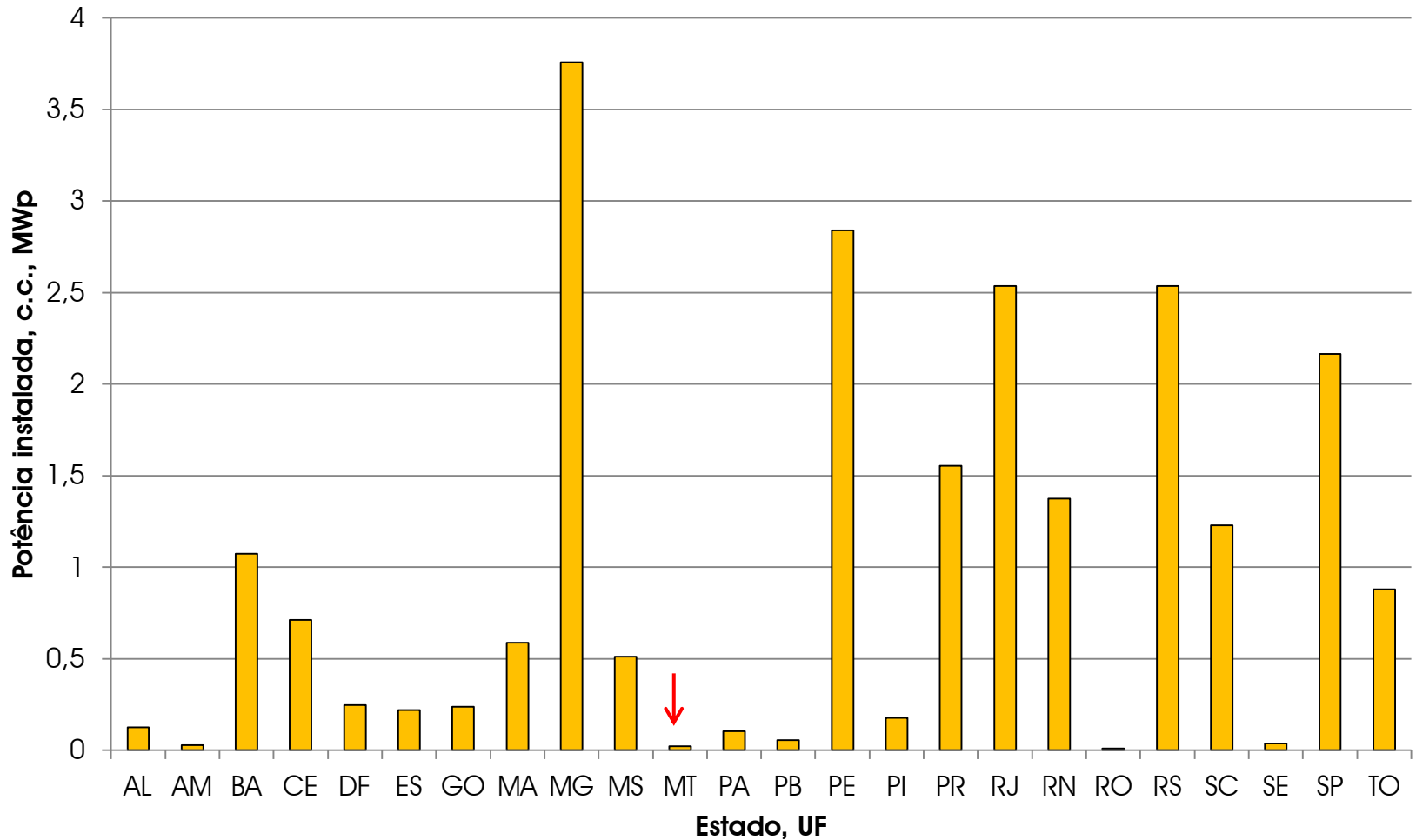
## Projeto Sebrae

120 kWp, composto por uma garagem 45 kWp e 75 kWp instalados sobre o telhado.

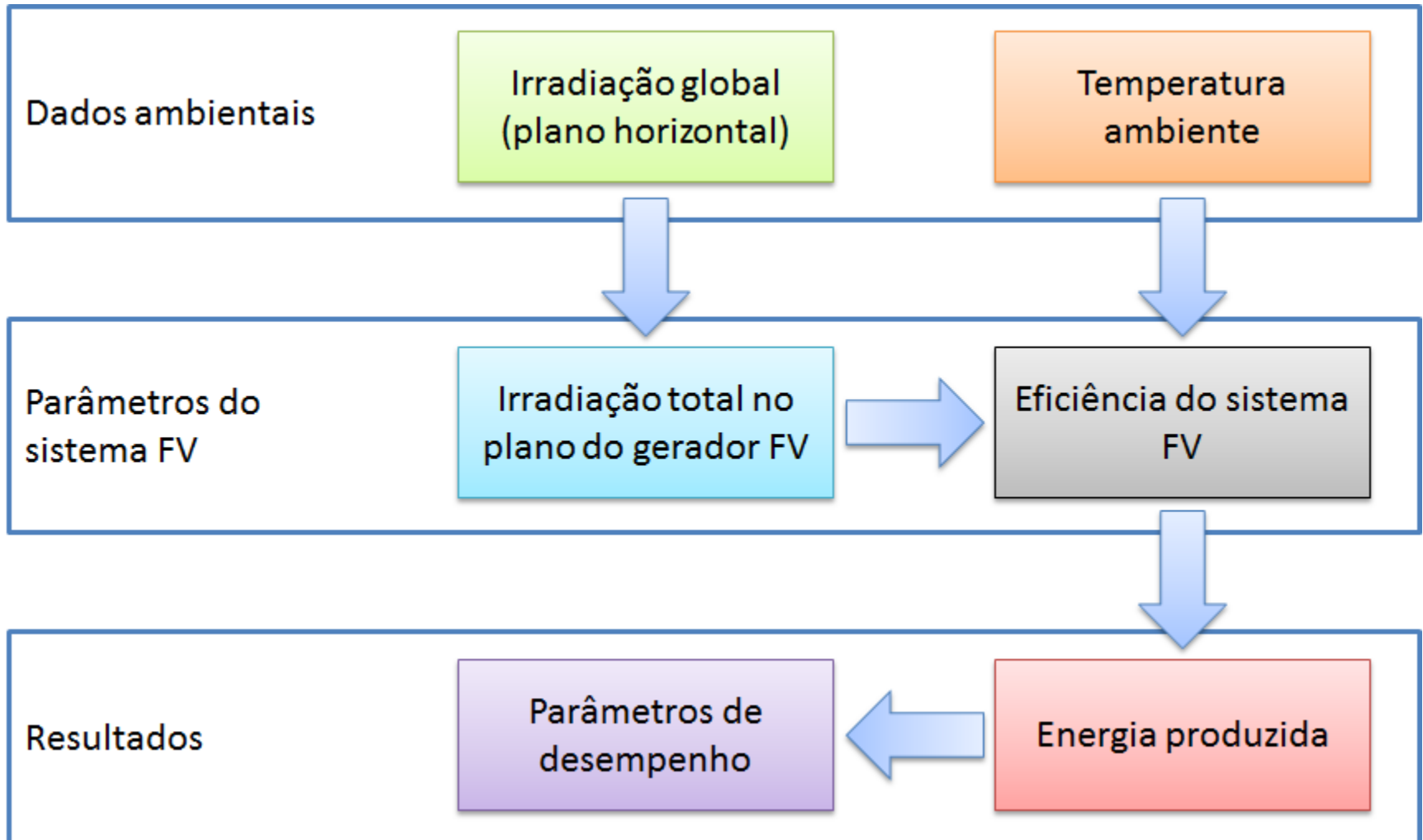


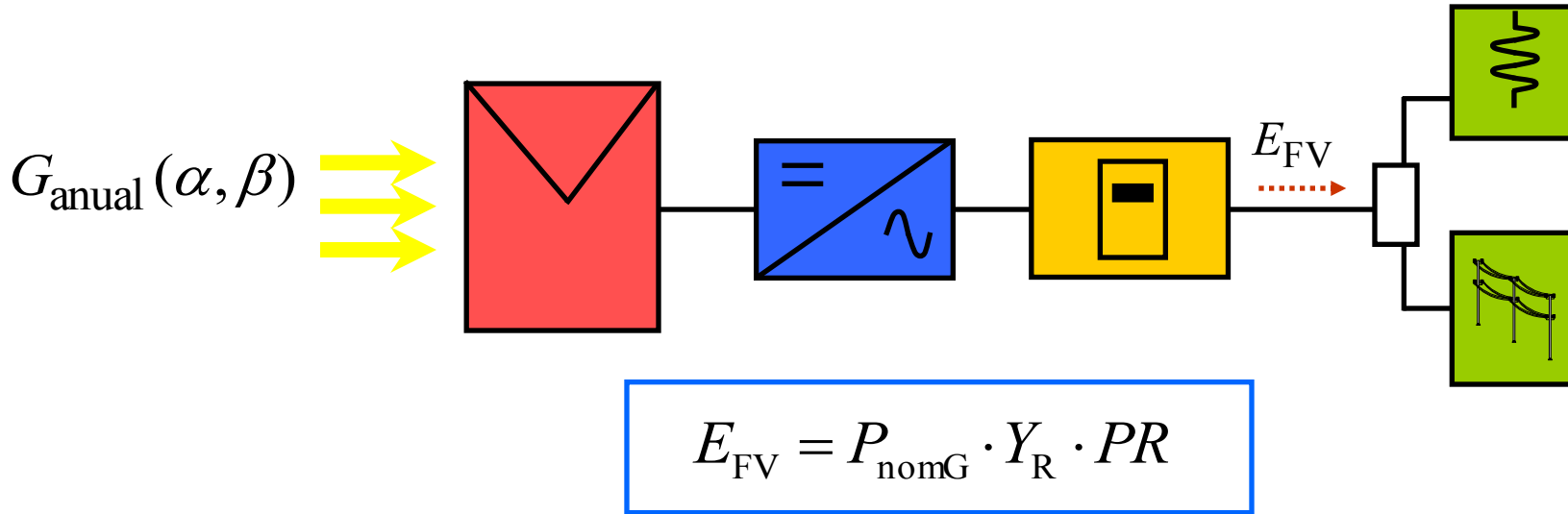
## Micro e minigeração fotovoltaica no Brasil (Abril de 2016)

23 MWp



# Estimativa da Produção de Energia





$$Y_{\text{R}} [\text{h}] = \frac{G_{\text{anual}}(\alpha, \beta) [\text{kWh/m}^2]}{I_{\text{STC}} [\text{kW/m}^2]}$$

Produtividade de referência

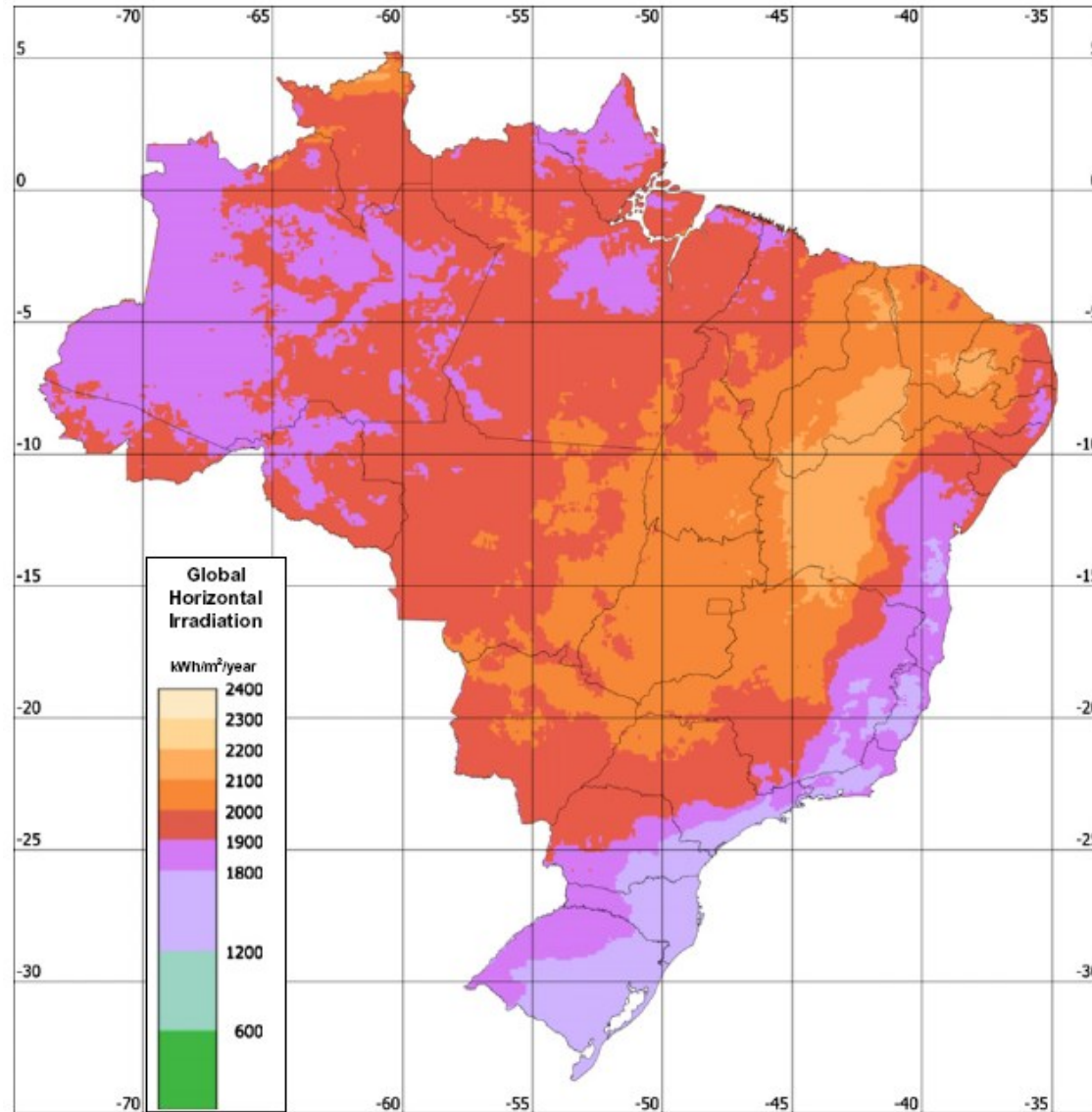
nº horas de sol “pico” equivalentes,  
incluídas perdas por sombras

$PR$

Desempenho Global (relativo a um sistema ideal, sem perdas)

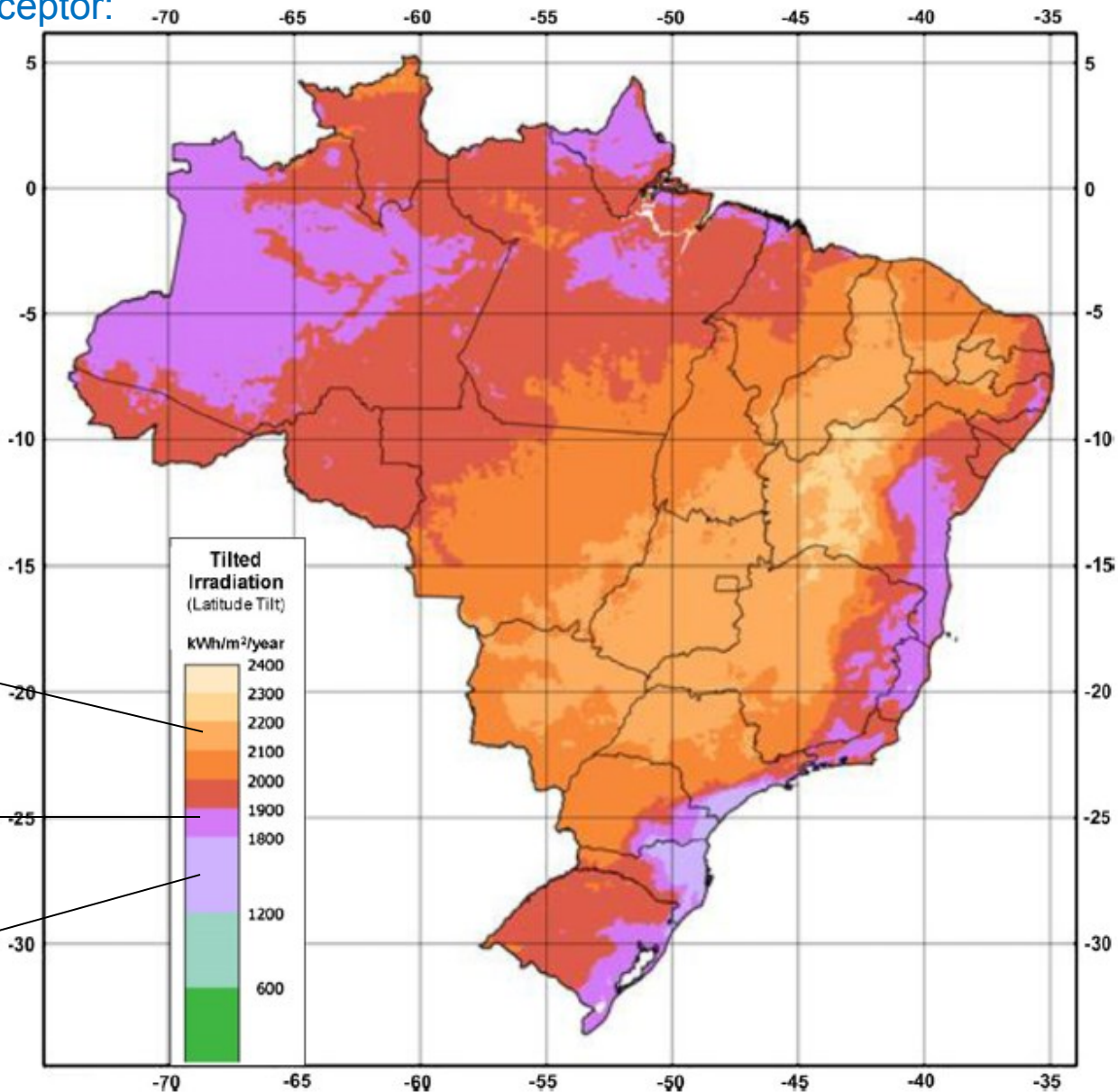
Inclui perdas por temperatura, sujeira, conversão CC/CA, eficiência do MPPT

Instalações reais:  $PR \approx [0,75 - 0,80]$





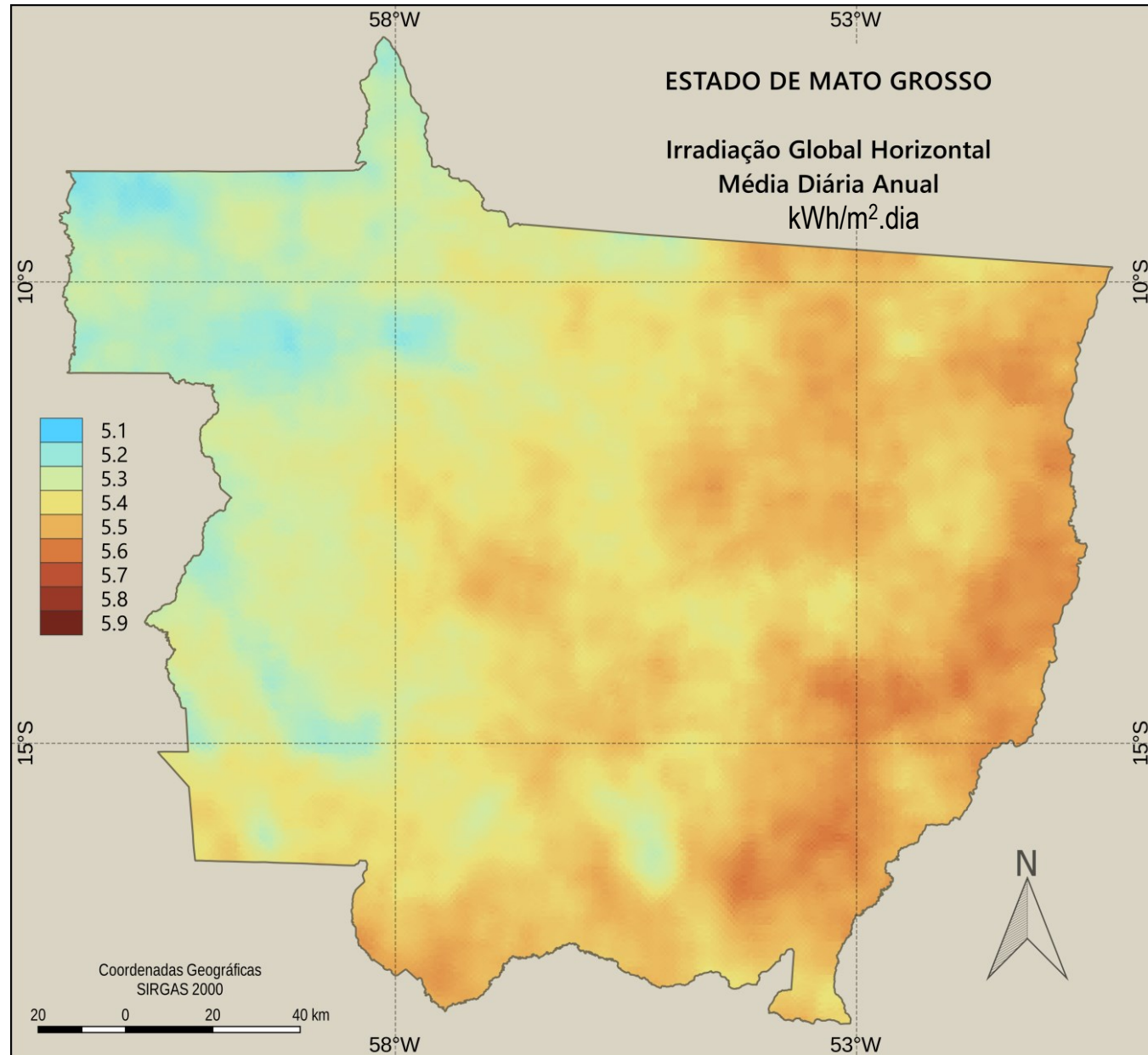
Efeito de inclinar o plano receptor:



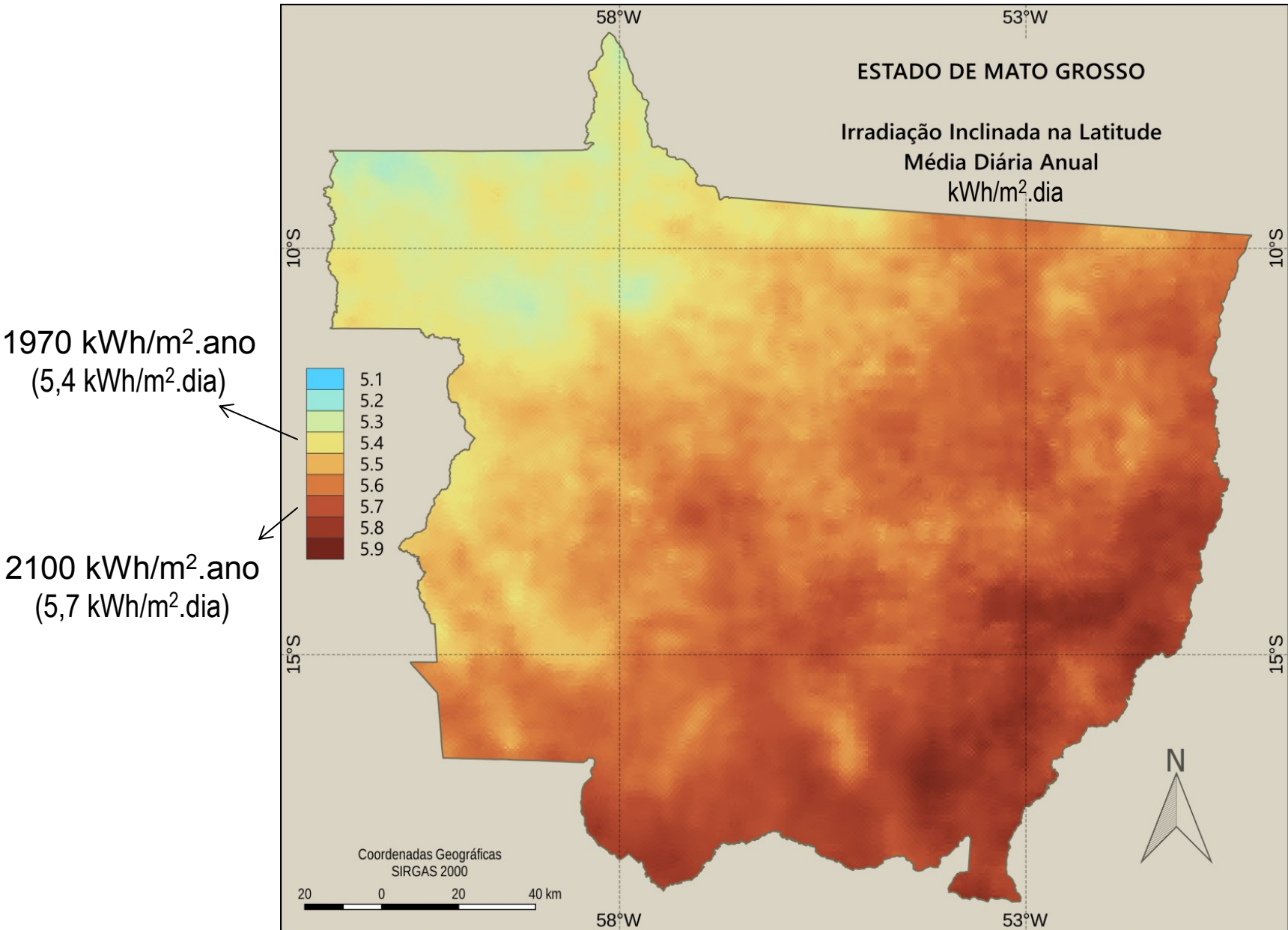
2200 kWh/m<sup>2</sup>.ano  
(6,0 kWh/m<sup>2</sup>.dia)

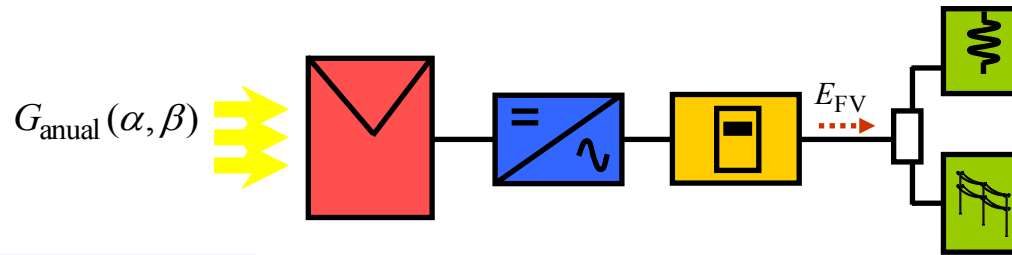
1860 kWh/m<sup>2</sup>.ano  
(5,1 kWh/m<sup>2</sup>.dia)

1570 kWh/m<sup>2</sup>.ano  
(4,3 kWh/m<sup>2</sup>.dia)









$$E_{FV} = P_{nomG} \cdot Y_R \cdot PR$$

PR = 0,75

**PRODUTIVIDADE DE REFERENCIA:**

YR = 1970 kWh/m<sup>2</sup>.ano  
 (5,4 kWh/m<sup>2</sup>.dia)

YR = 2100 kWh/m<sup>2</sup>.ano  
 (5,7 kWh/m<sup>2</sup>.dia)

1970 kWh/m <sup>2</sup> .ano	2100 kWh/m <sup>2</sup> .ano
↓	↓
Y <sub>F</sub> = 1477 kWh/kWp	Y <sub>F</sub> = 1575 kWh/kWp
↓	↓
FC = 16,8 %	FC = 18,0 %

## PRODUTIVIDADE DE REFERENCIA:

1970 kWh/m<sup>2</sup>.ano



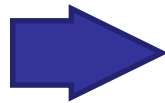
$$Y_F = 1477 \text{ kWh/kWp}$$

2100 kWh/m<sup>2</sup>.ano



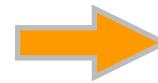
$$Y_F = 1575 \text{ kWh/kWp}$$

1970 kWh/m<sup>2</sup>.ano



2100 kWh/m<sup>2</sup>.ano

1 kWp



1477 kWh/ano (123 kWh/mês)

1575 kWh/ano (131 kWh/mês)

Mês	Vencimento	Consumo Faturado kWh	Valor (R\$)
<b>11/2015</b>	<b>19/11/2015</b>	<b>979</b>	<b>R\$ 736,69</b>

**Dados da U.C.**  
 Classe: RESIDENCIAL  
 SubClasse: RESIDENCIAL NORMAL  
 Tipo de Tarifa: CONVENCIONAL  
 Grupo de Tensão: B  
 Fase: TRIFASICO  
 Local: 0004  
 Etapa / Livro / Seq.: 04/008361/69  
 Perda do Ramal:  
 Fator de Potência:

**Dados do Fornecimento**  
 Tensão nominal ou contratada(V): 127 / 220  
 Limites adequados de tensão(V): 117 a 133 / 202 a 231  
 Equipamento: 1165436  
 Perdas de Transformações (%): 0,00

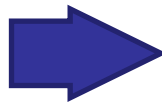
**Dados da Leitura**  
 Leitura Atual: 09/11/2015  
 Leitura Anterior: 07/10/2015  
 Próxima Leitura: 09/12/2015  
 Número de Dias Faturados: 33  
 Origem da Leitura Atual: Lida  
 Consumo médio diário: 29,67  
 Média dos 12 Últimos meses: 878,58  
 Emissão: 11/11/2015  
 Apresentação: 12/11/2015

Dados da Medição	Unidade Medida	Leitura Atual	Leitura Anterior	Constante de Faturamento	Medido	Faturado	Dados do Faturamento	Faturado	Tarifa (R\$)	Total (R\$)	
Consumo	kWh	88422	87443	1	979	979	Consumo	979	0,465200	455,43	
							Adicional Band. Vermelha			44,05	
							Pis			6,67	
							Cofins			30,85	
							Icms			198,60	
							Subtotal (R\$)			735,60	
<b>Tributos</b>	<b>Base de Cálculo (R\$)</b>	<b>Aliquota (%)</b>		<b>Valor (R\$)</b>							
ICM	735,60	27,00		198,60							
PIS	735,61	0,90690		6,67							
COFINS	735,61	4,19420		30,85							
<b>Composição do preço (Art. 31, Resolução 166/2005)</b>											
Distribuição	Encargos Setoriais	Energia	Transmissão	Tributos	Soma (R\$)						
120,96	82,46	267,44	8,62	236,12	735,60						
Incidirão sobre a conta paga após o vencimento multa de 2%, juros de mora de 0,0333% ao dia (conf. Lei 10.438/02) e atualização monetária com base no IGP-M a serem incluídos na próxima conta.											
							<b>Outros Lançamentos, Cobranças e Serviços Autorizados</b>				
							Desp.Ent.Alter.Fatur			1,09	
							Subtotal (R\$)			1,09	

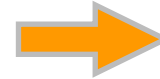
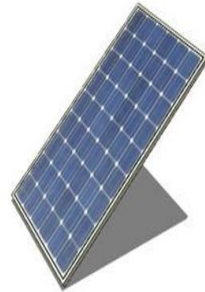
Aproximadamente 0,70 R\$/kWh

0,70 R\$/kWh

1970 kWh/m<sup>2</sup>.ano



1 kWp



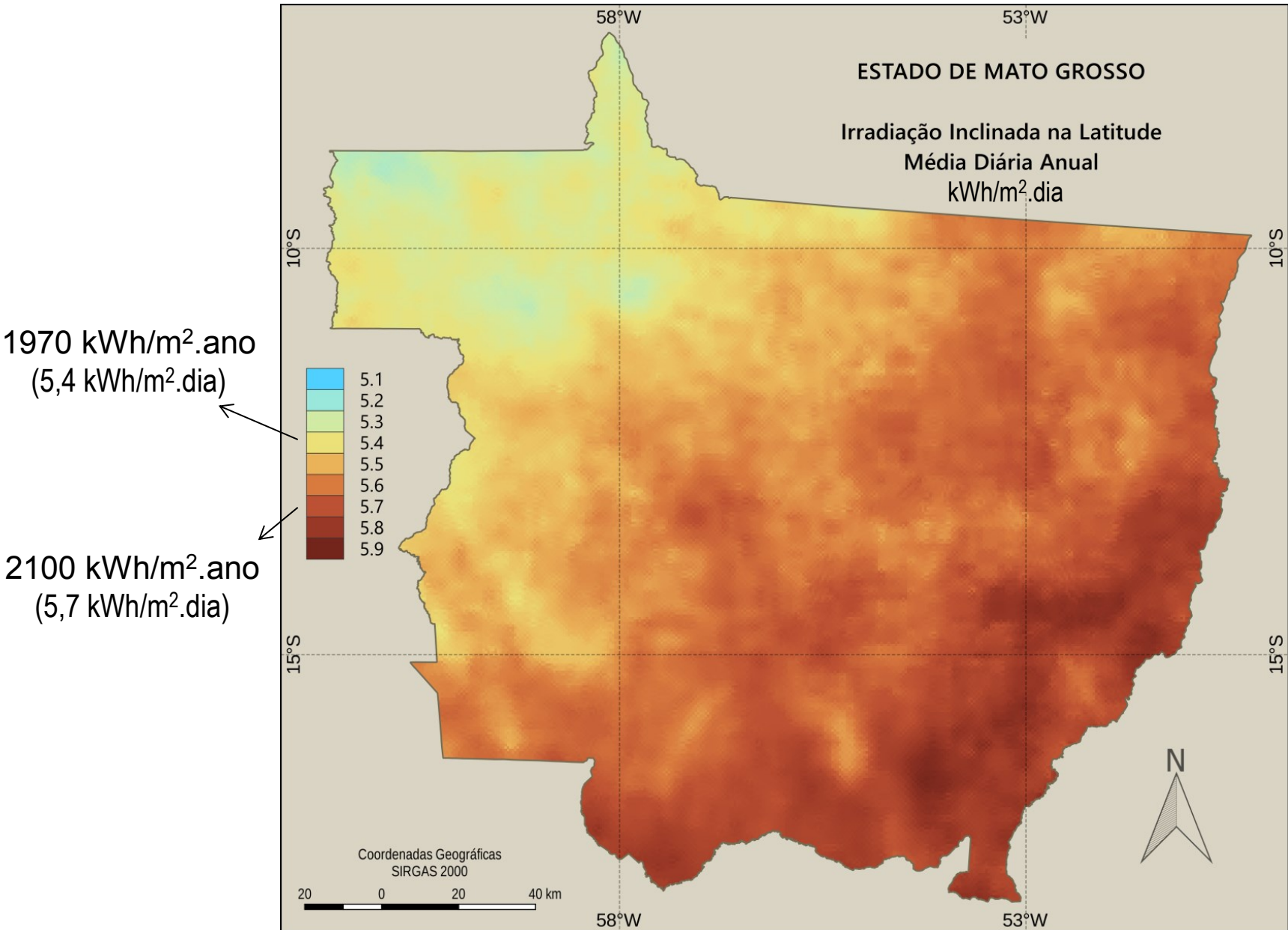
1477 kWh/ano (123 kWh/mês)

1.034 R\$/ano

2100 kWh/m<sup>2</sup>.ano

1575 kWh/ano (131 kWh/mês)

1.102 R\$/ano



# OBRIGADO PELA ATENÇÃO

[zilles@iee.usp.br](mailto:zilles@iee.usp.br)

<http://lsf.iee.usp.br>



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE**  
**LABORATÓRIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**