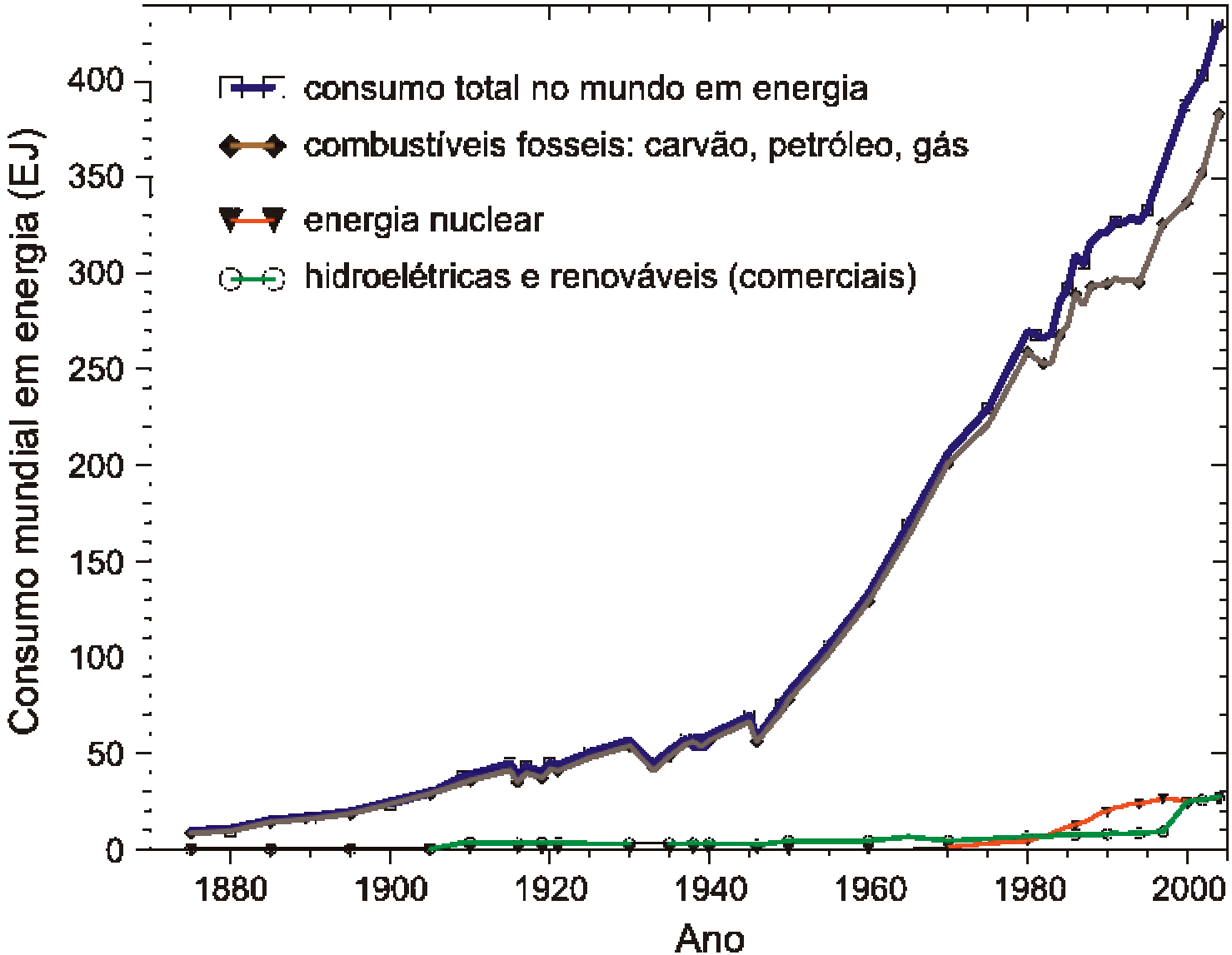
# Perspectivas da energia fotovoltaica

## no mundo e no Brasil;
## questões técnicas, econômicas e politicas


**Prof. Dr.-Ing Stefan Krauter**

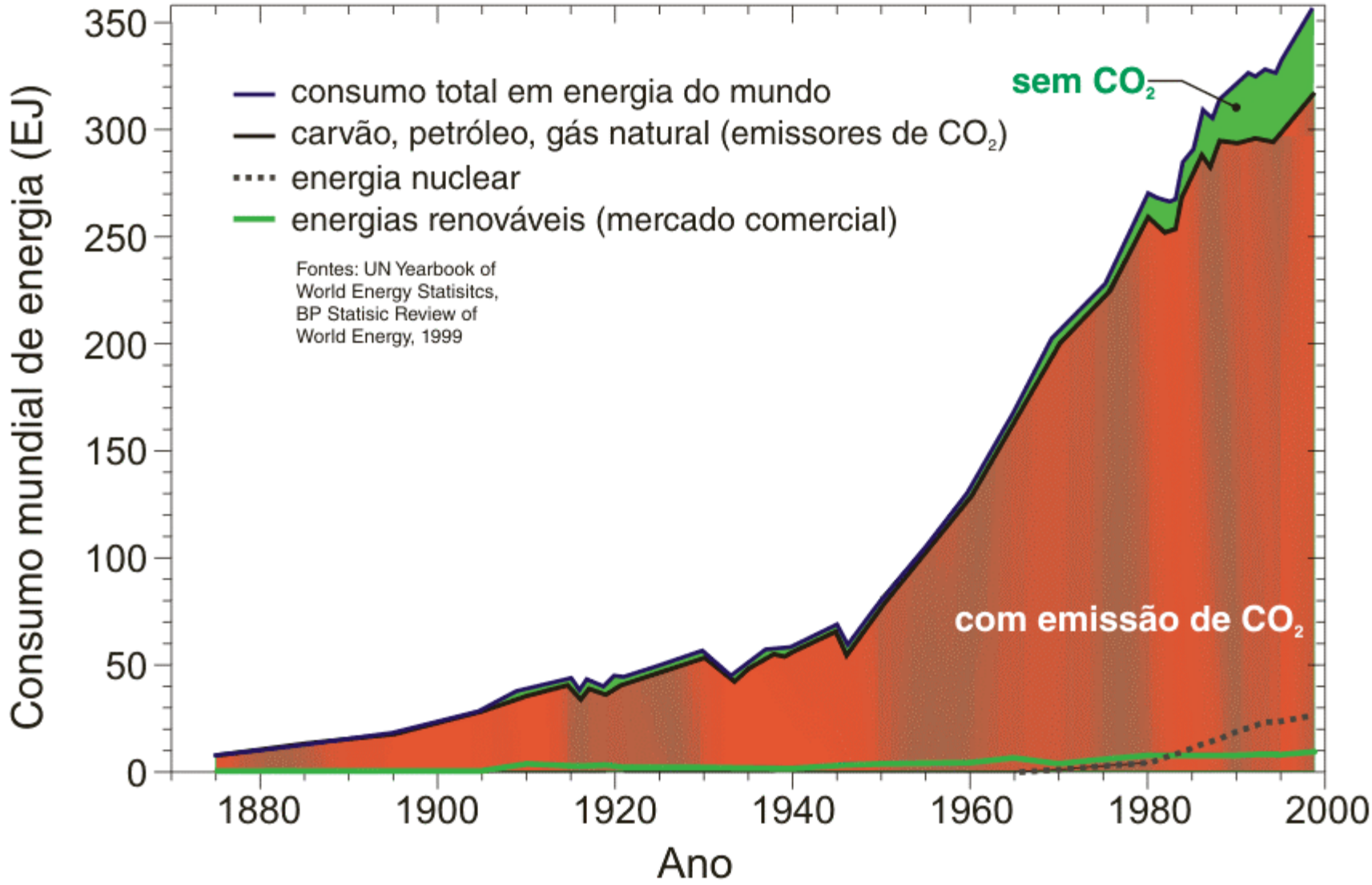
Universidade Tecnológica de Berlim (TUB)
Conselho Mundial das Energias Renováveis (WCRE)
Greenpeace São Paulo
Tel: 021 - 8823 1963, www.rio6.com
E-mail: info@stefankrauter.com



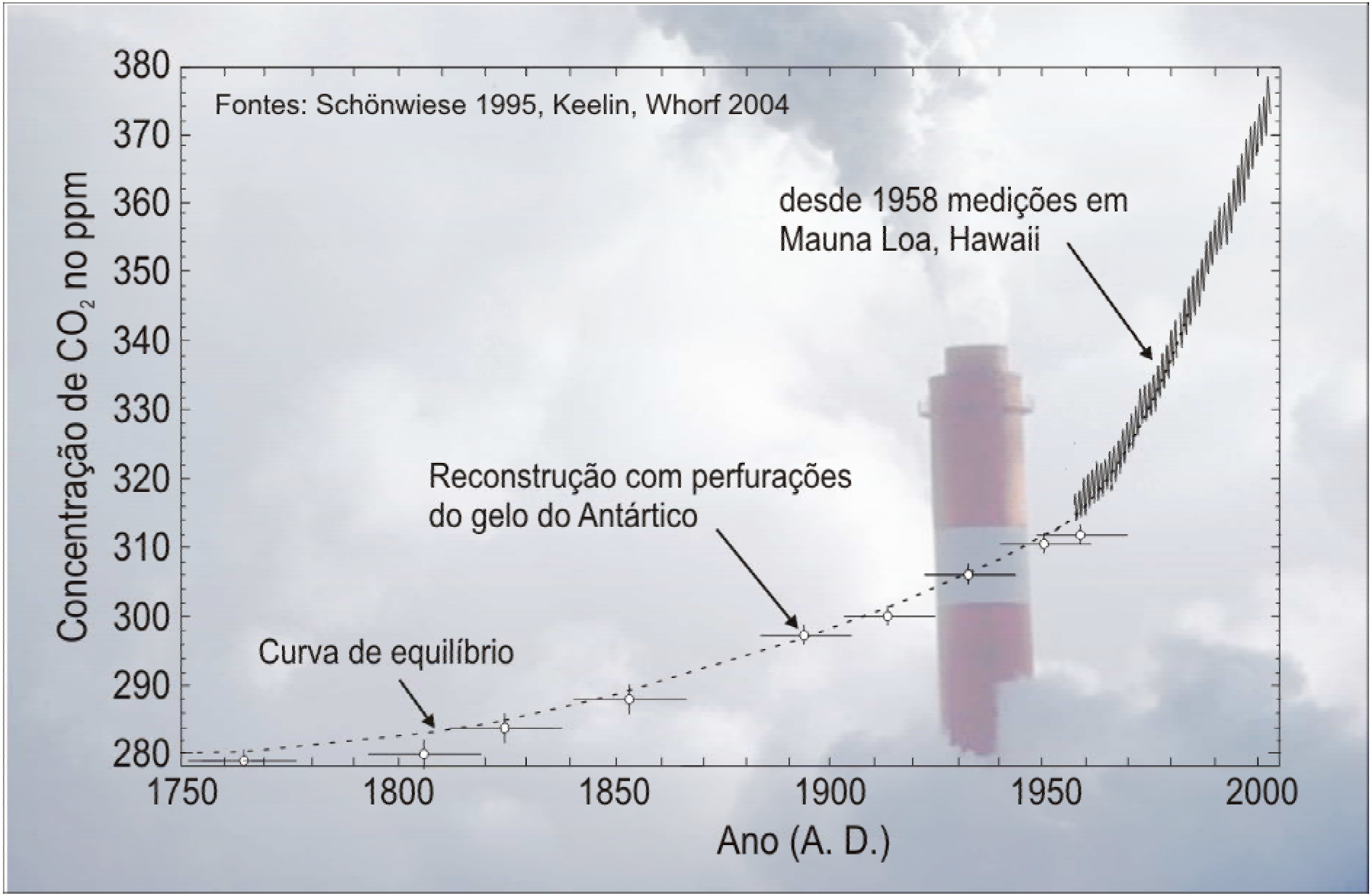

Stefan Krauter

Consumo mundial em energia (em EJ = $10^{15}$J)

WCRE UECE



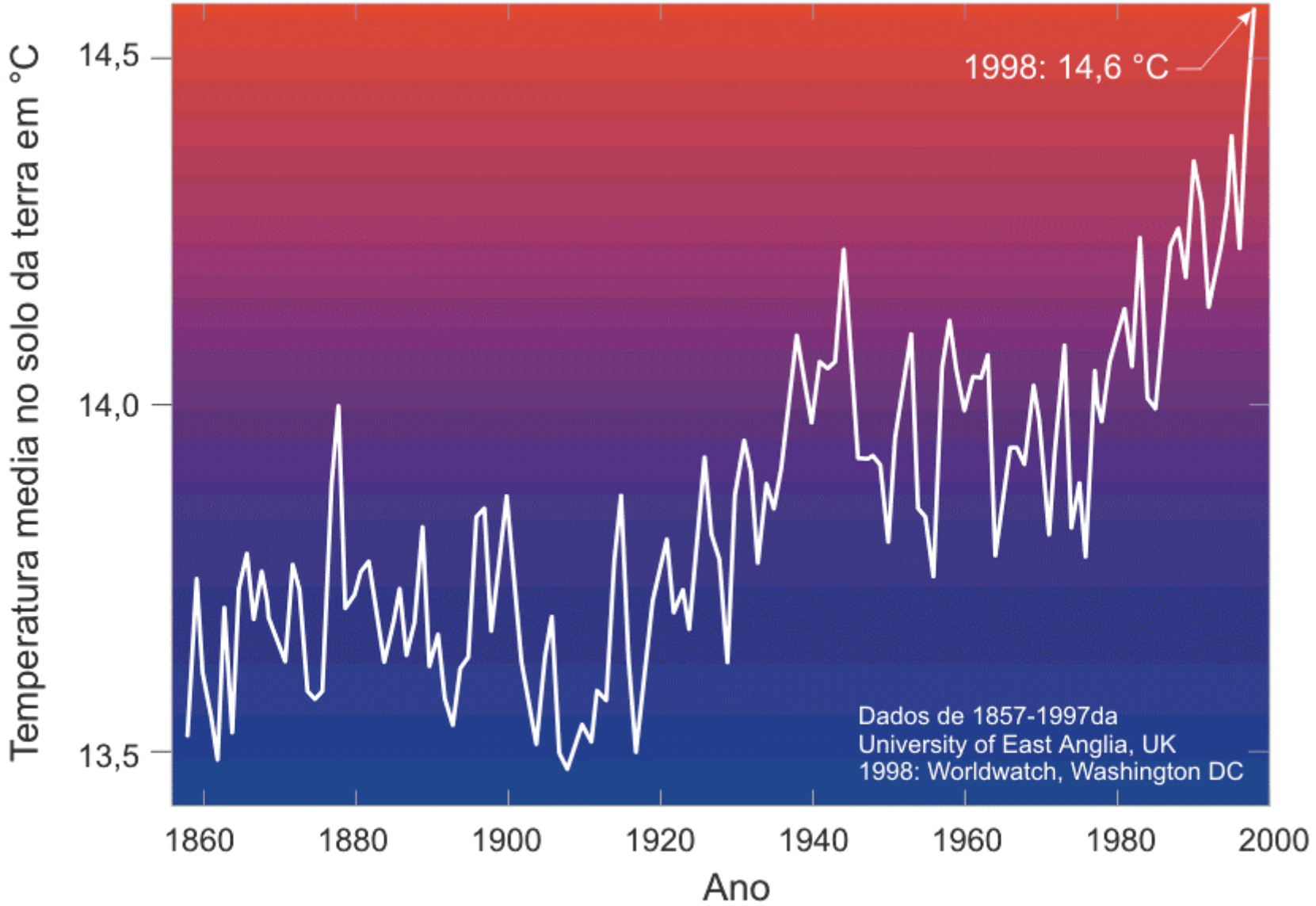

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Consumo histórico mundial de energia (1875 até 1999) | WCRE UECE |



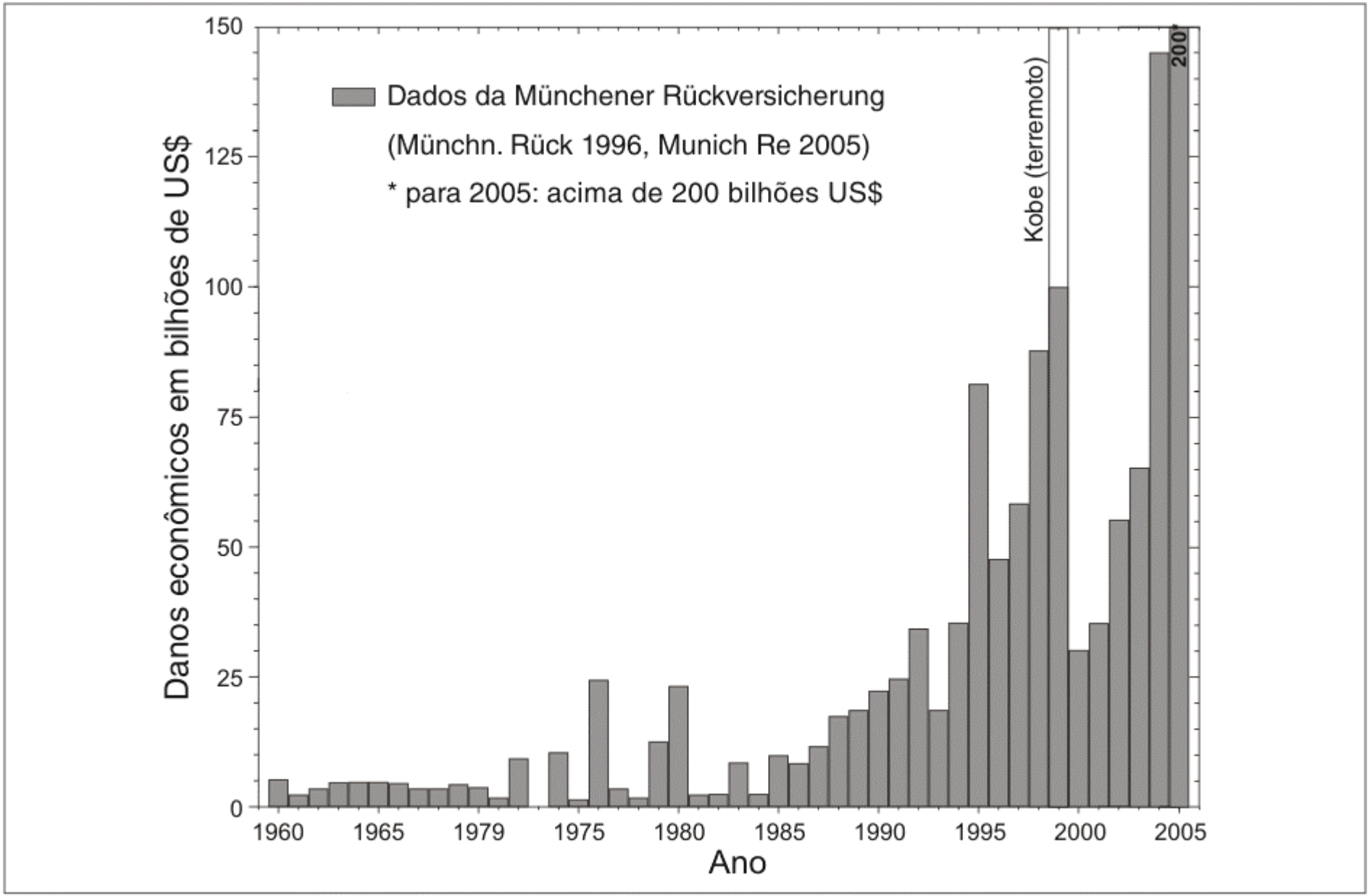

Stefan Krauter

# Evolução do conteúdo de $CO_2$ na atmosfera da terra

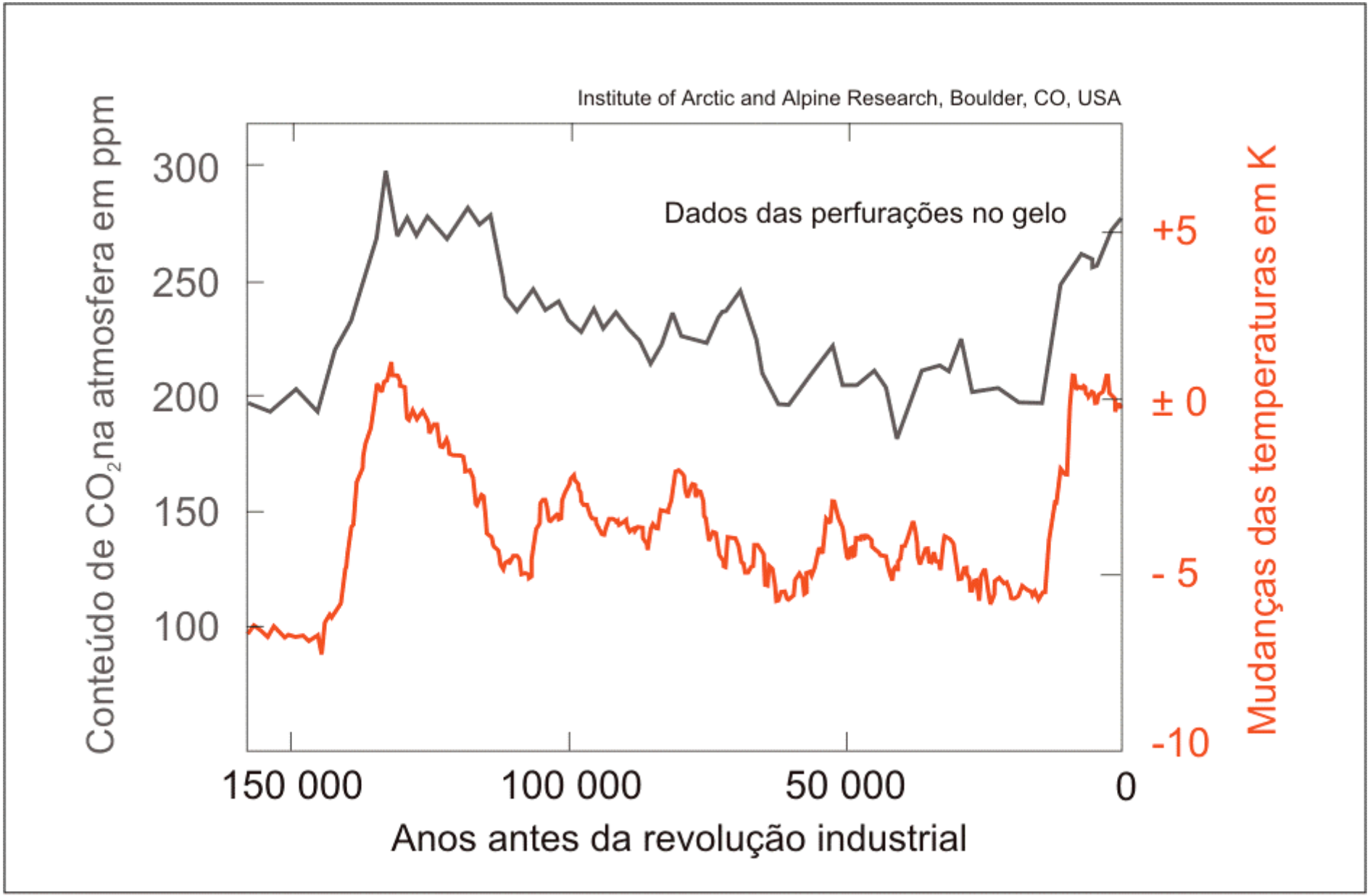
WCRE UECE



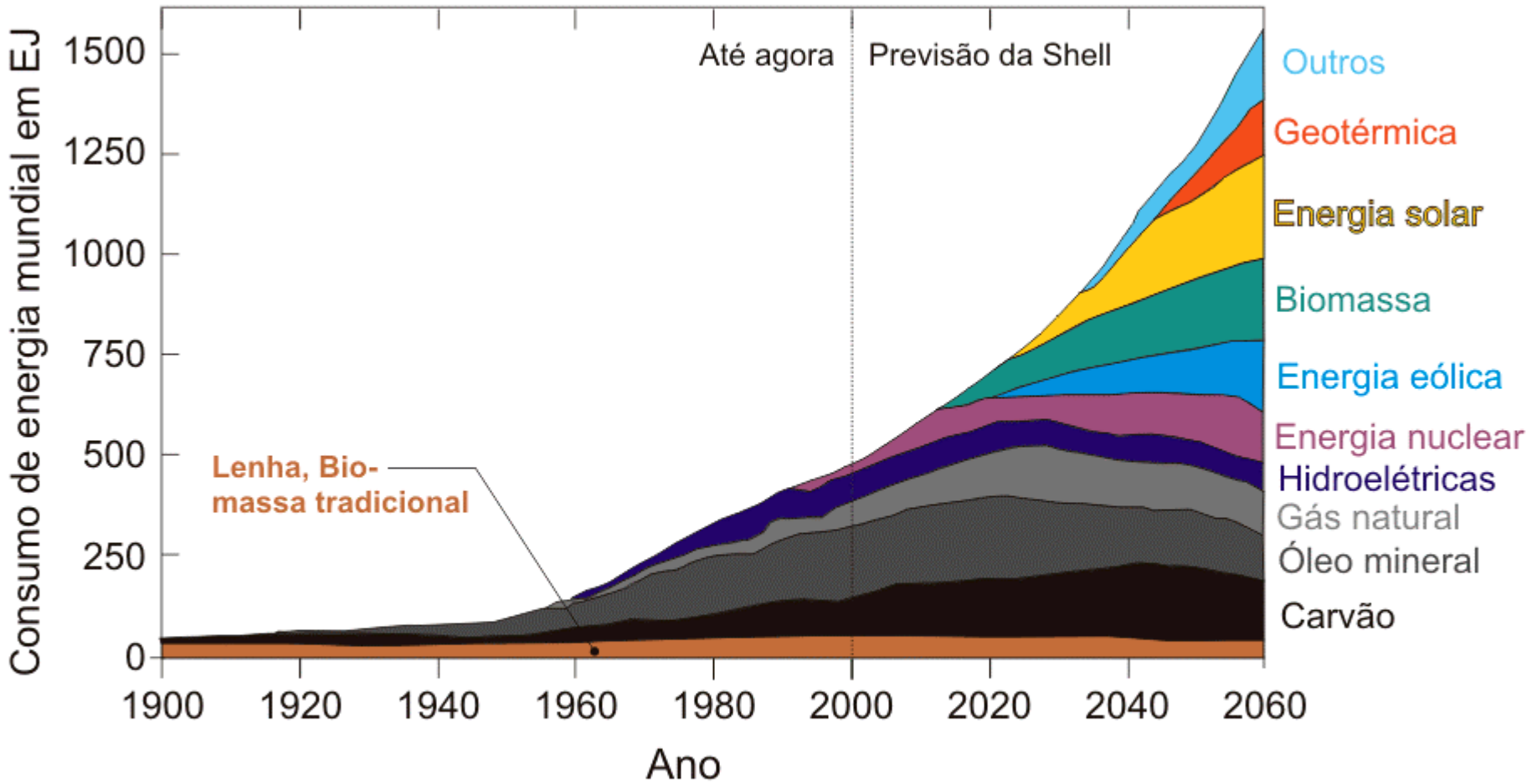

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Incremento da temperatura global no solo | UFRJ COPPE |




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Custos dos danos causados pelas catástrofes naturais | UECE WCRE |



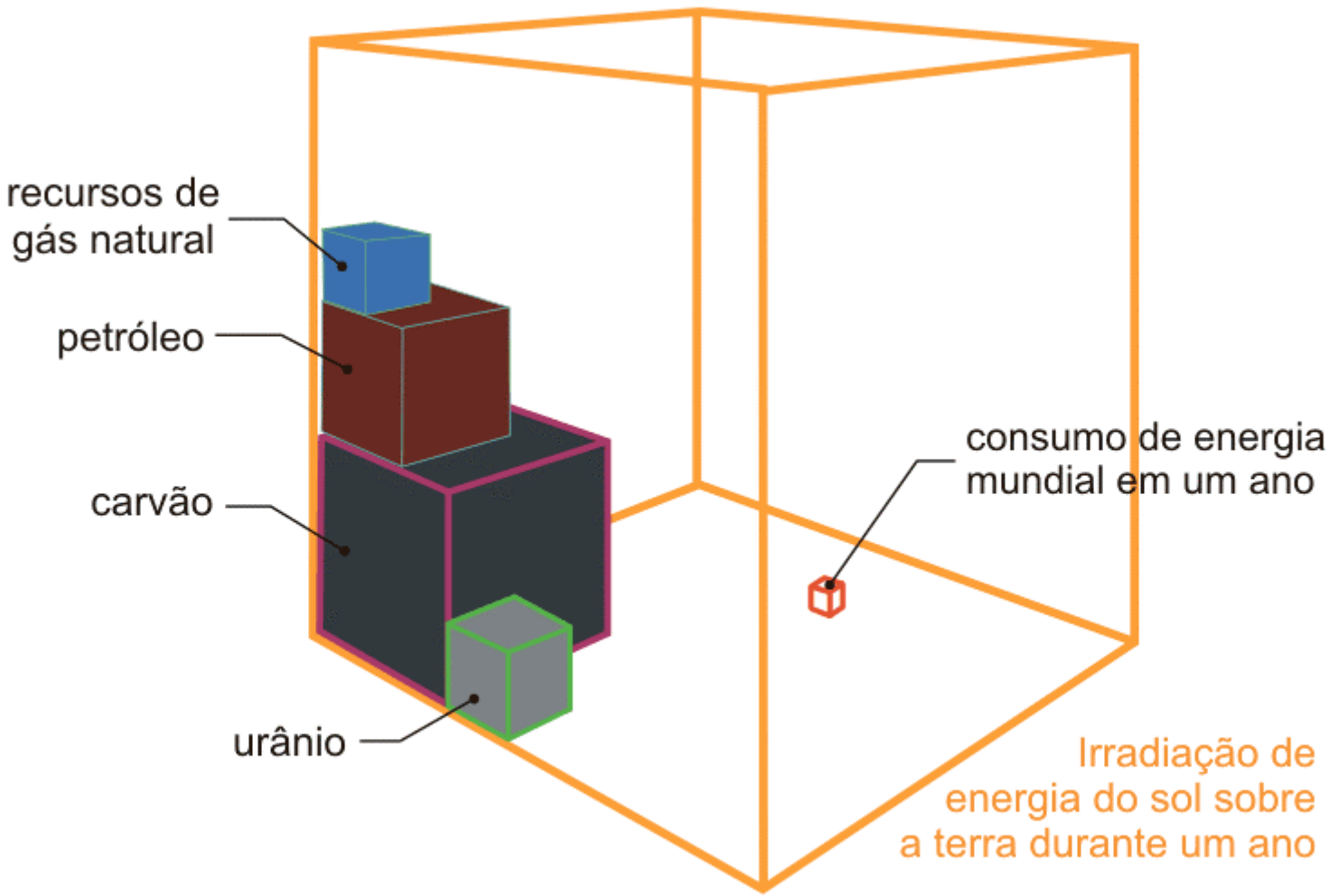

| Stefan Krauter | Conteúdo de $CO_2$ na atmosfera da terra e temperatura | UFRJ COPPE |
|---|---|---|



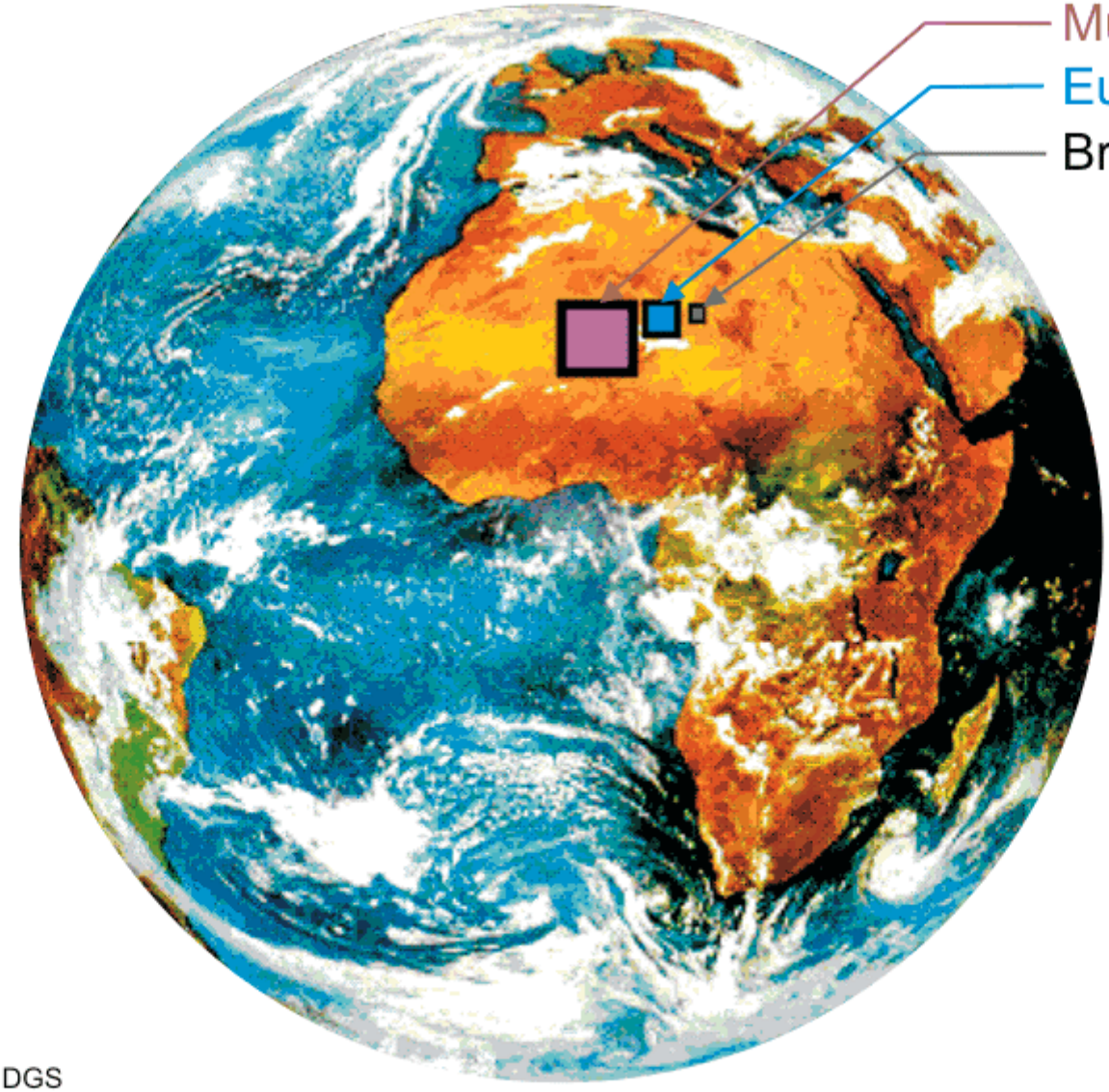

Stefan Krauter

# Fontes de energia: Até agora e no futuro

UFRJ COPPE

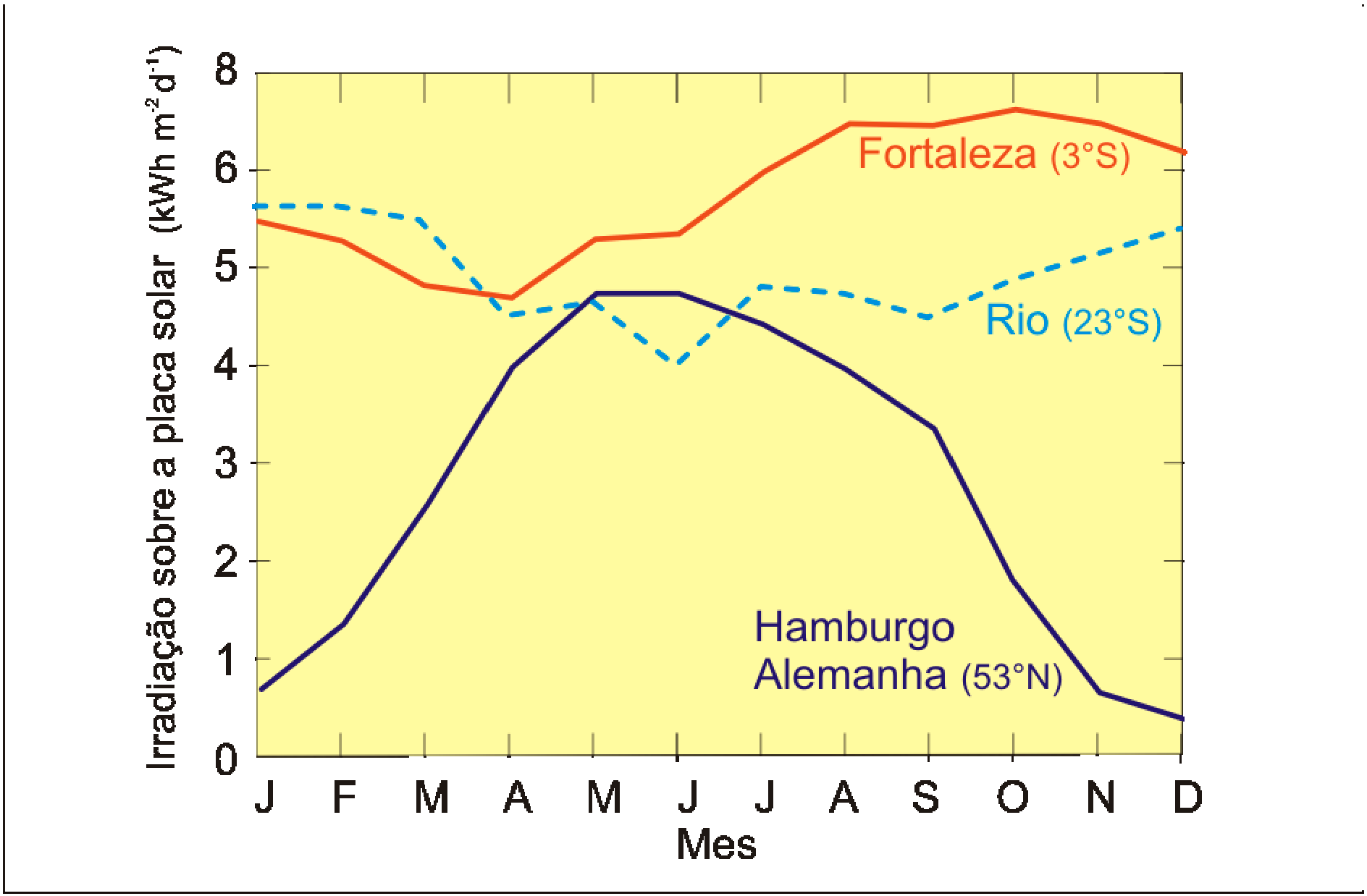



| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Consumo e recursos da energia mundial | UECE GEA |

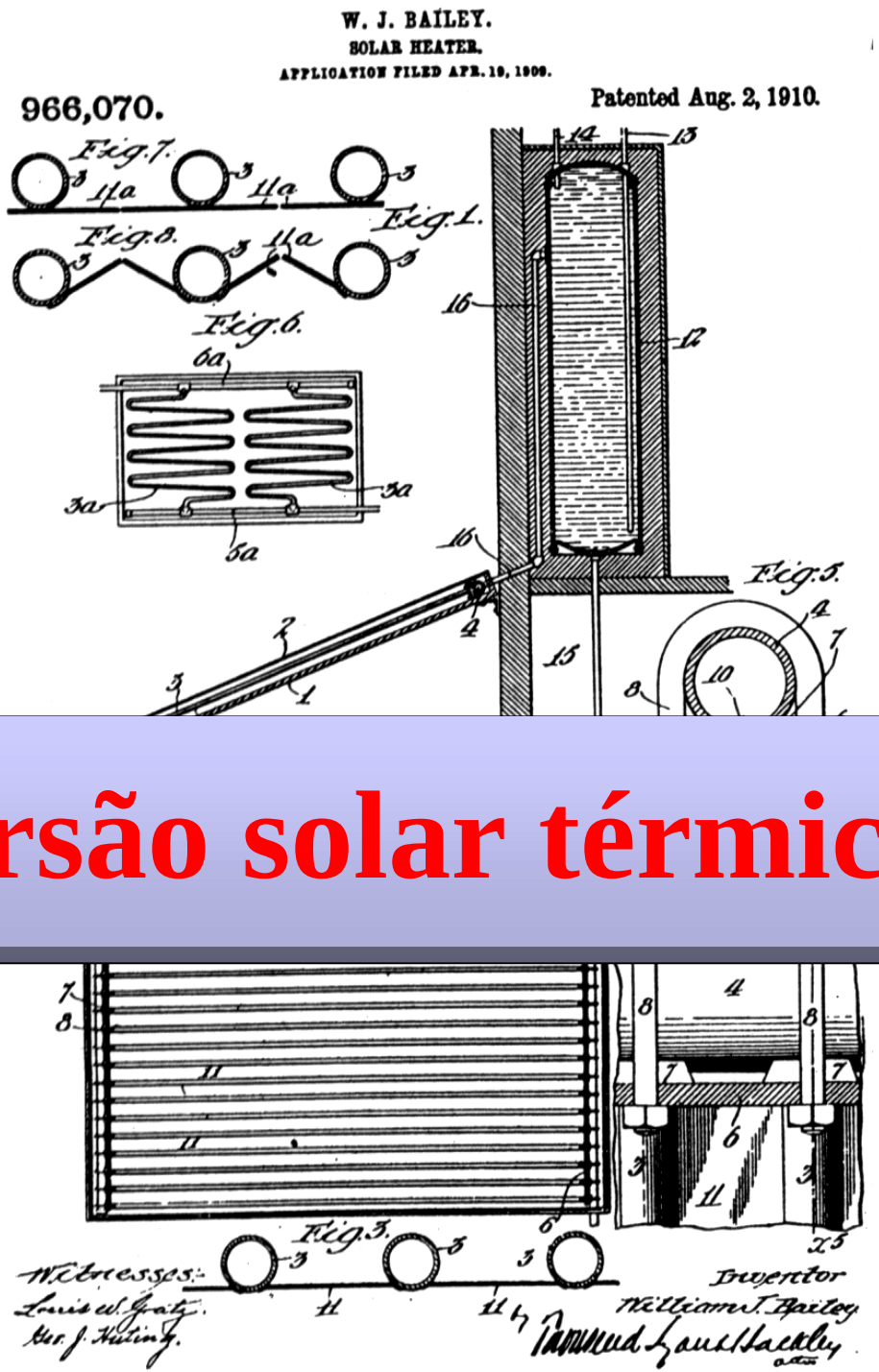



Fontes: DGS
Lutwig-Bölkow-Systemtechnik

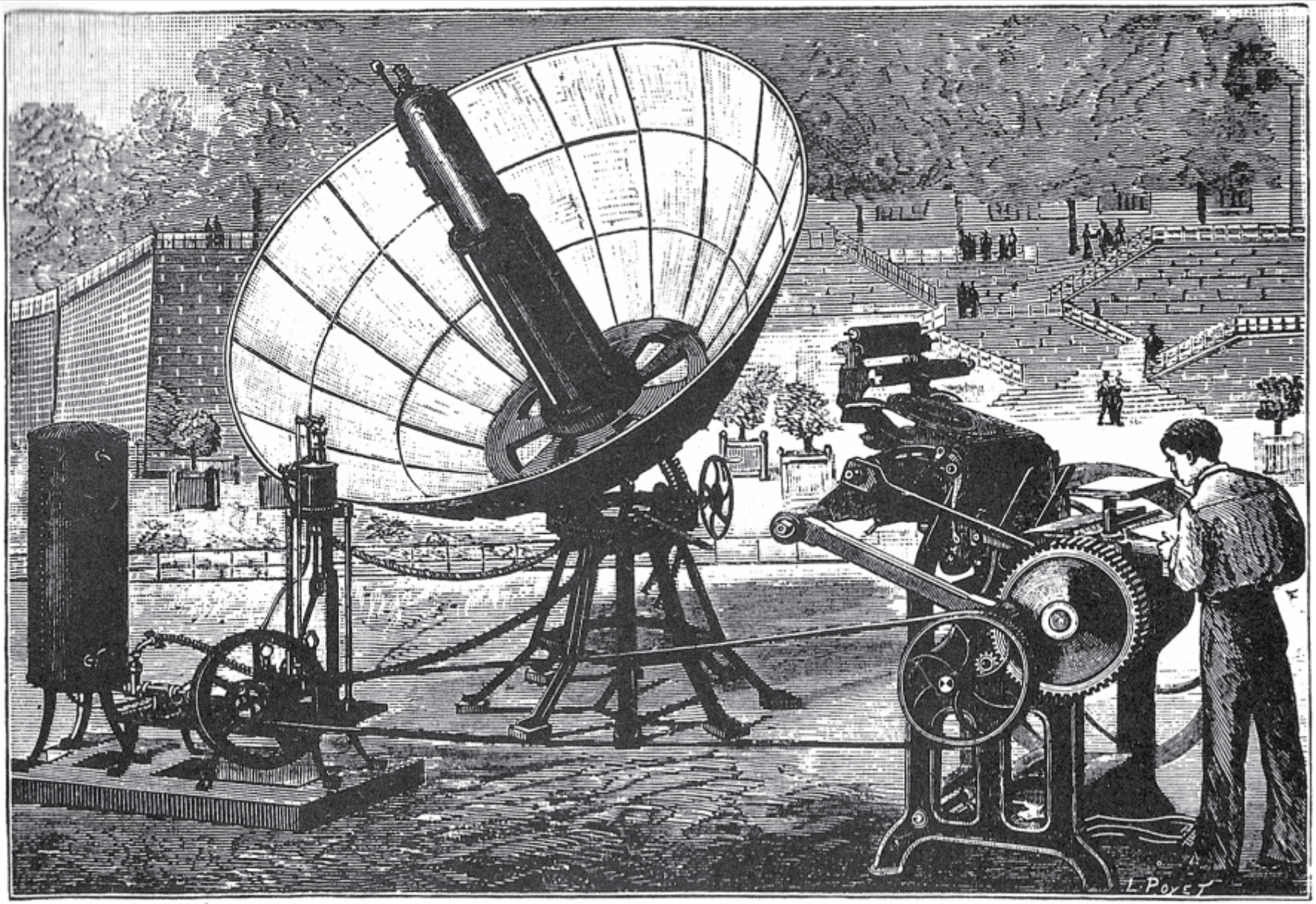
| | | |
|---|---|---|
| **Stefan Krauter** | Áreas necessárias para o suprimento através da energia foltovolaica | UFRJ COPPE |




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Irradiação diária durante um ano para diferentes locais | WCRE UECE |




# Conversão solar térmico




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Sistema solar térmico do Abel Pifre na feira mundial de Paris em 1889 | UECE WCRE |

Zu der Patentschrift **231294**

Fig. 1.

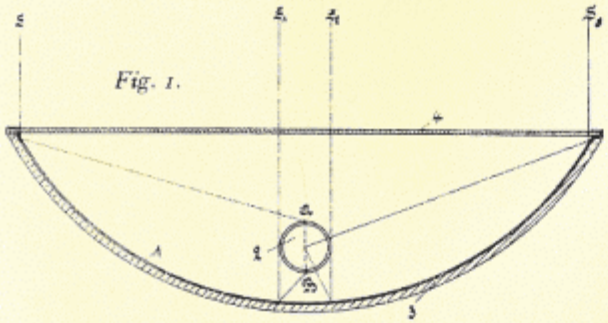


Fig. 2.

Fig. 3.

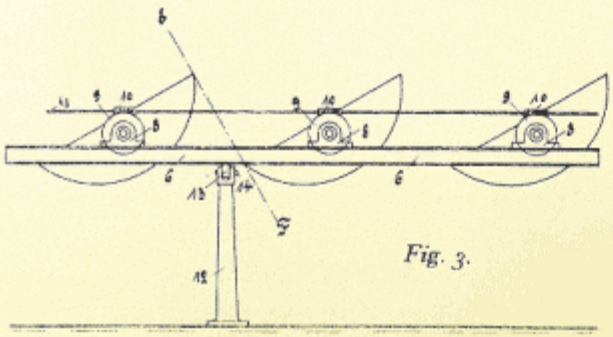


Fig. 5.

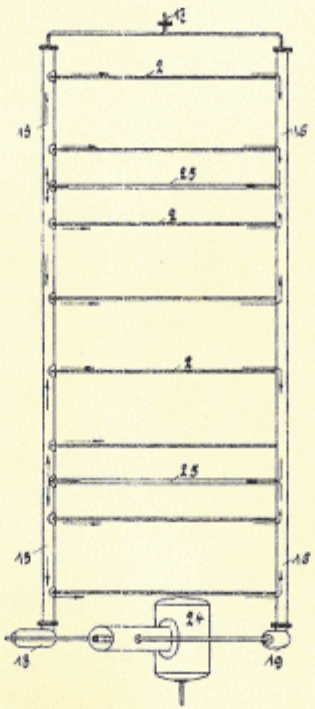


Fig. 6.

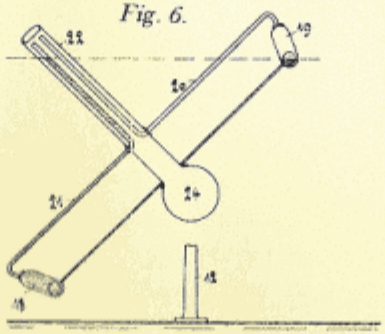
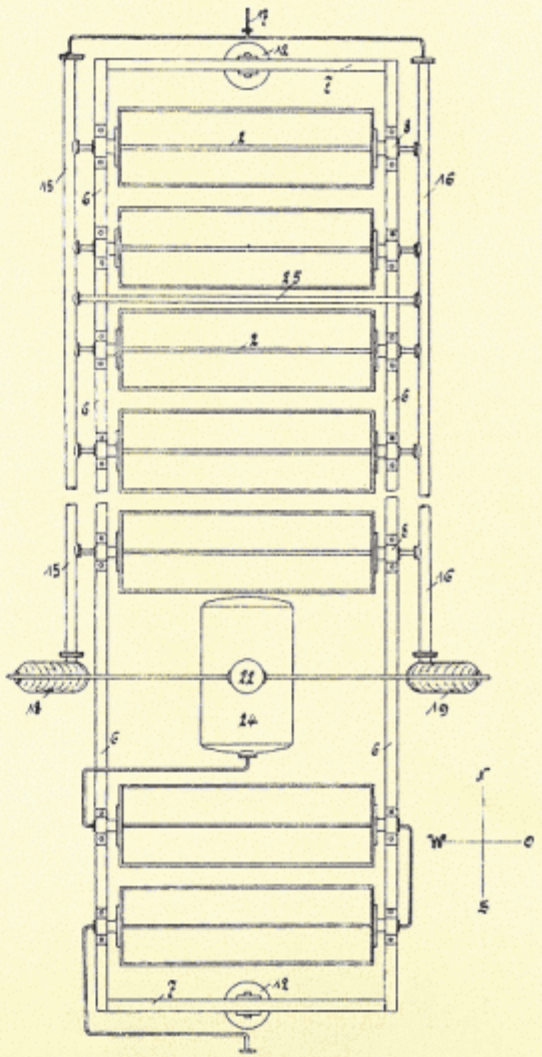
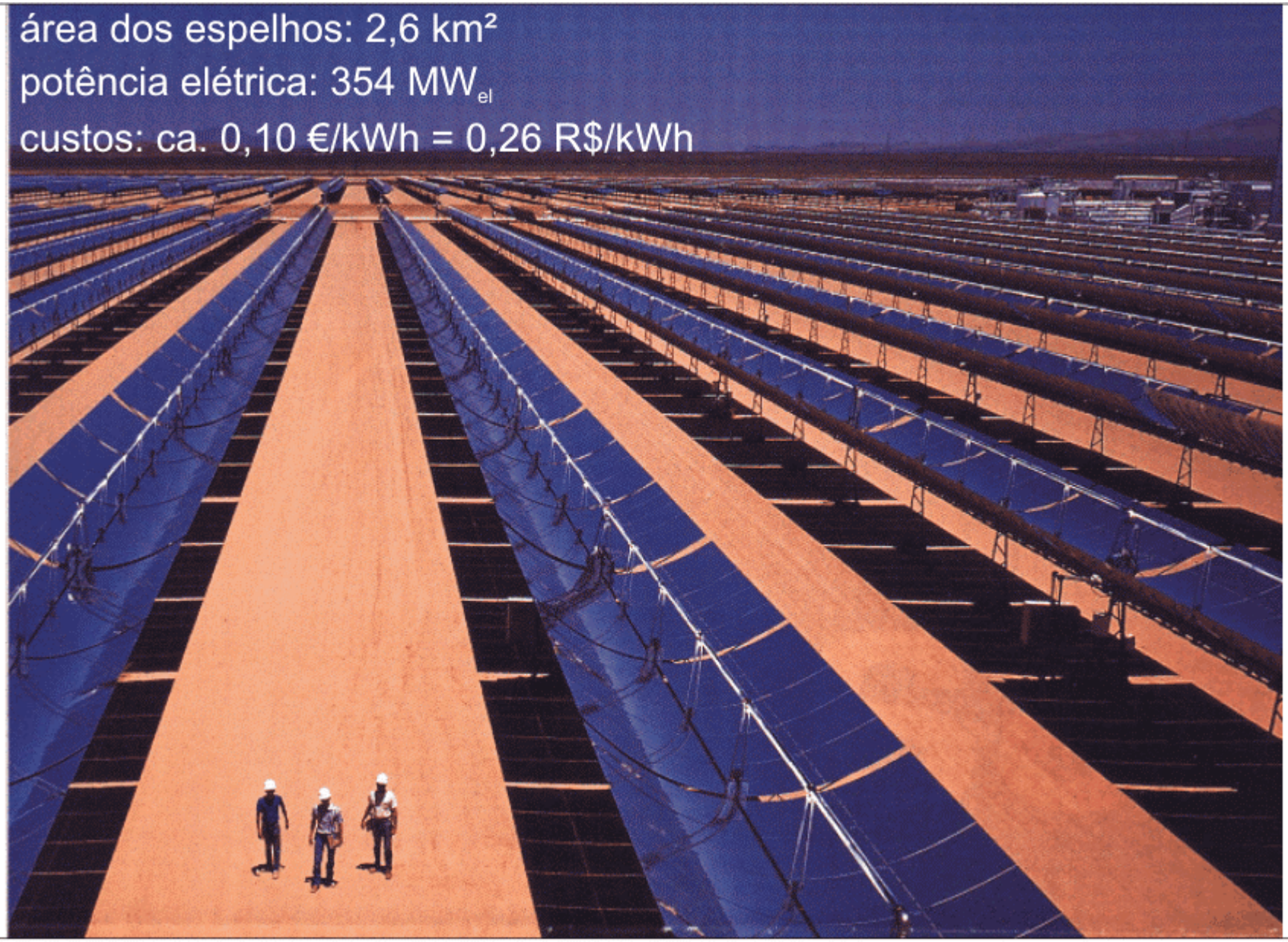


Fig. 4.



| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Sistema solar térmico com concentrador do Wilhelm Maier em 1907 | UECE WCRE |




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Usina solar térmico no deserto da Mojave em Nevada, EUA | WCRE UECE |

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Sistema solar térmico de coletores com armazém integrado | UECE WCRE |

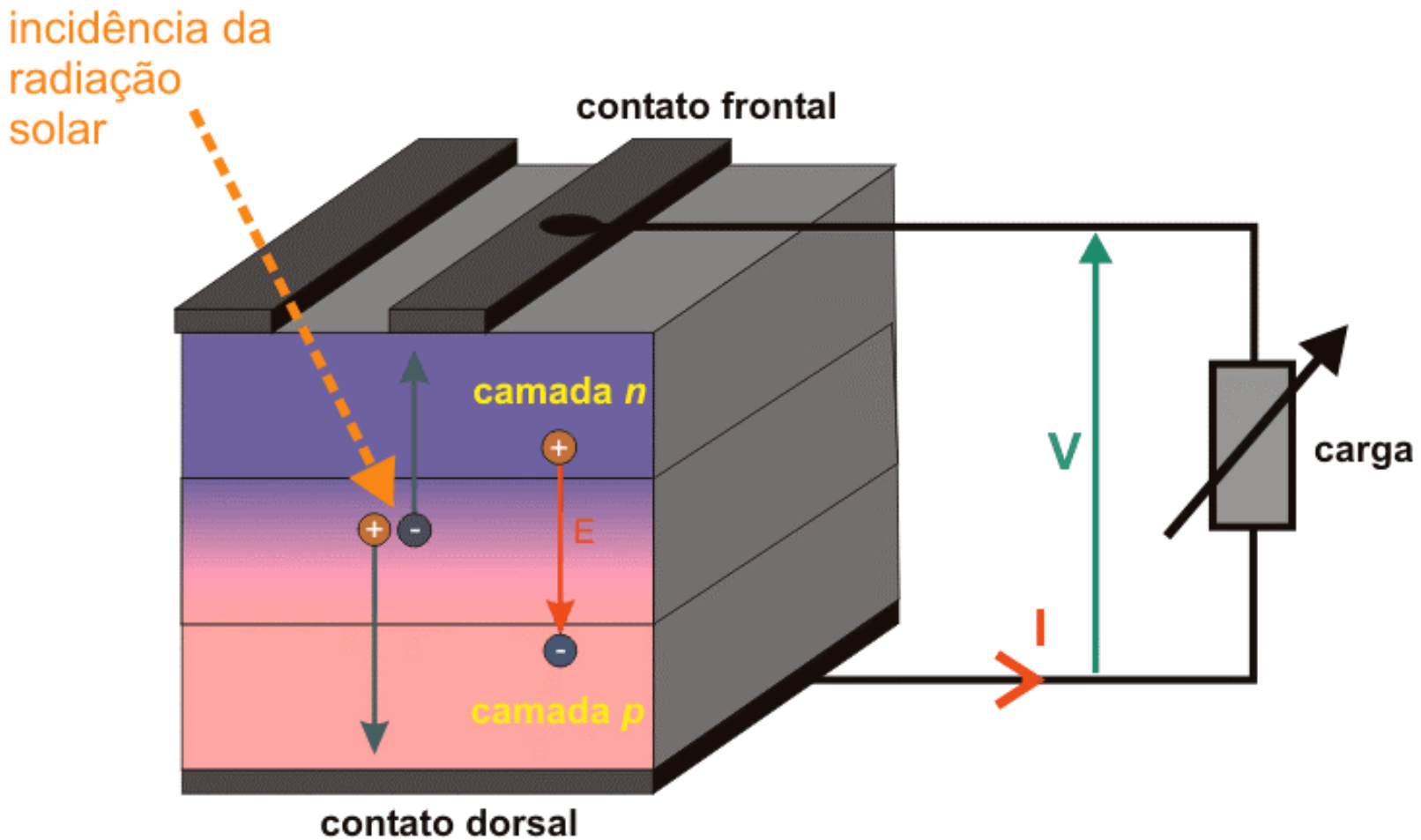
# Sistemas Solares Fotovoltaicos


Prof. Dr. Stefan Krauter

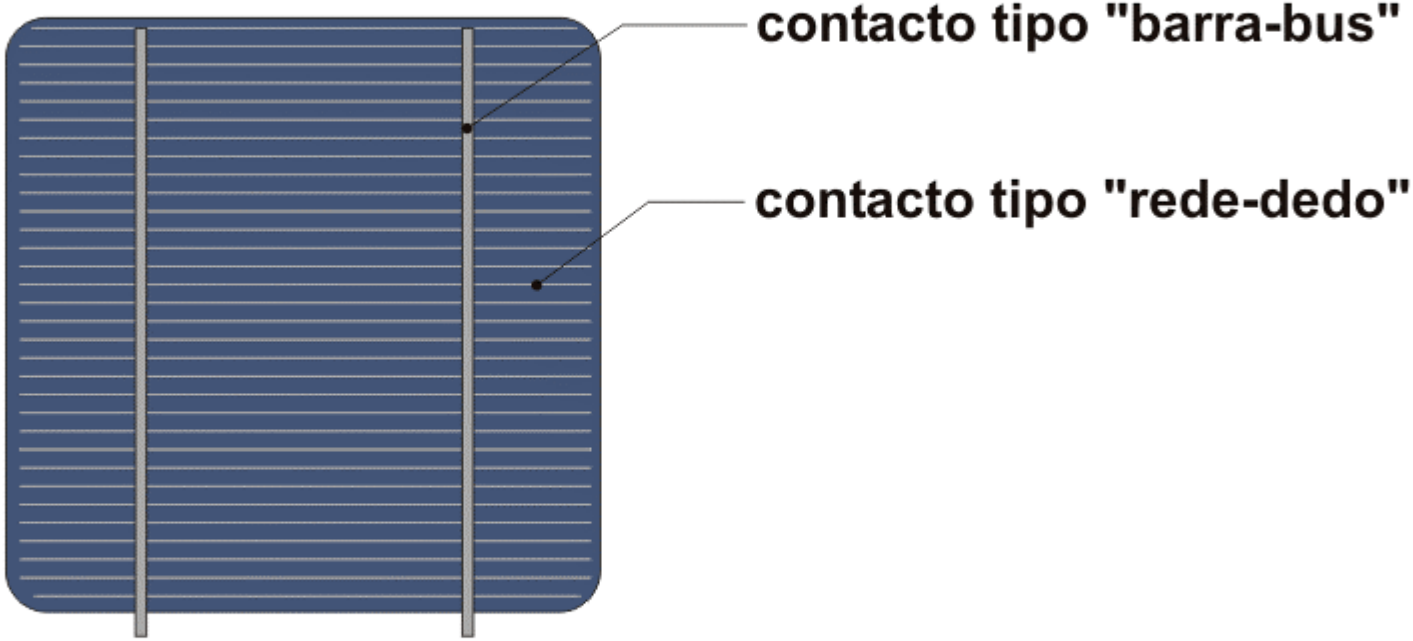
WORE

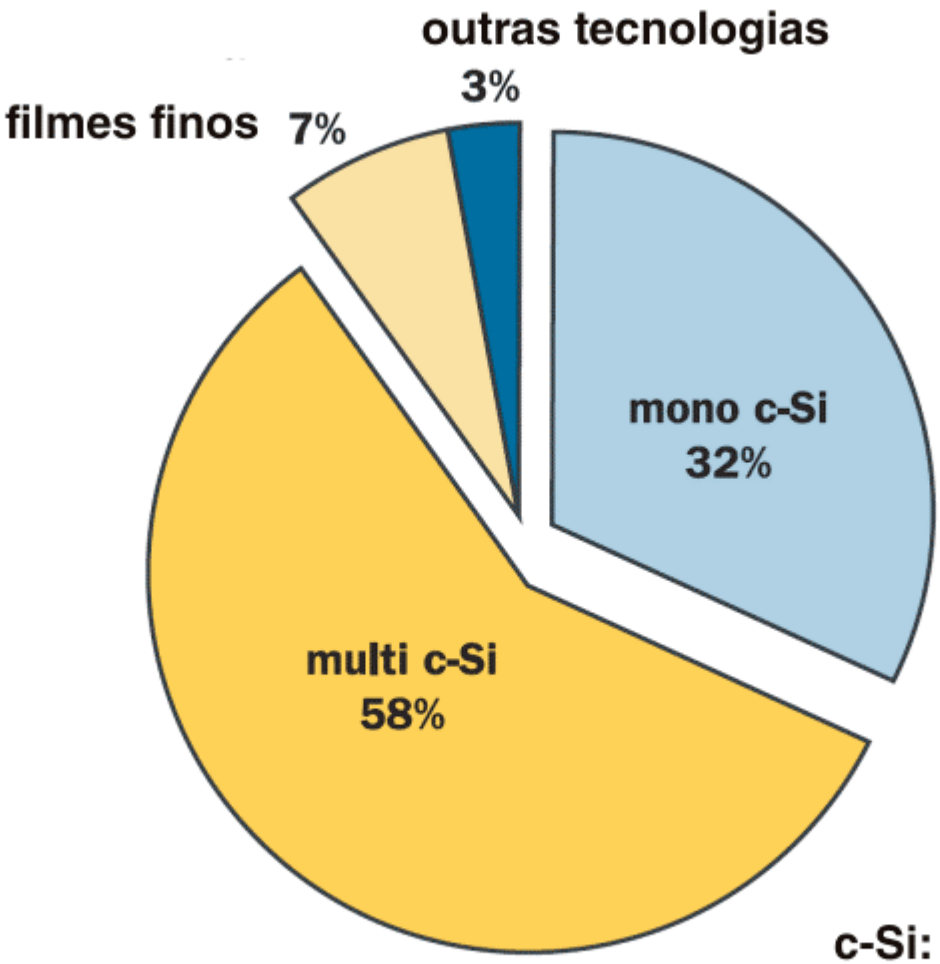
stefan.krauter@gmx.net

Tel: 021-88231963



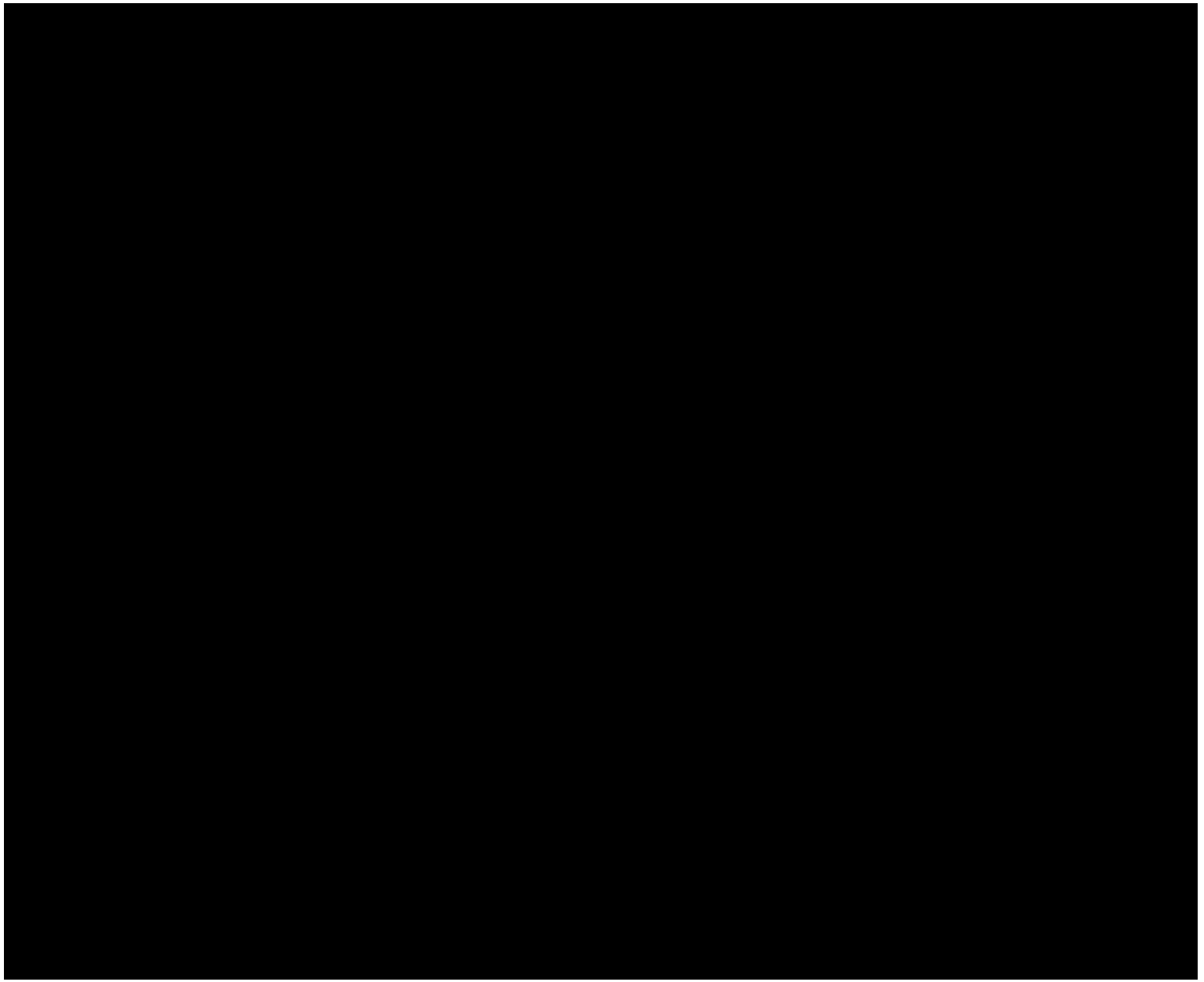

| Stefan Krauter | **Esquema da conversão foto-voltatica** | UECE GEA |
|---|---|---|

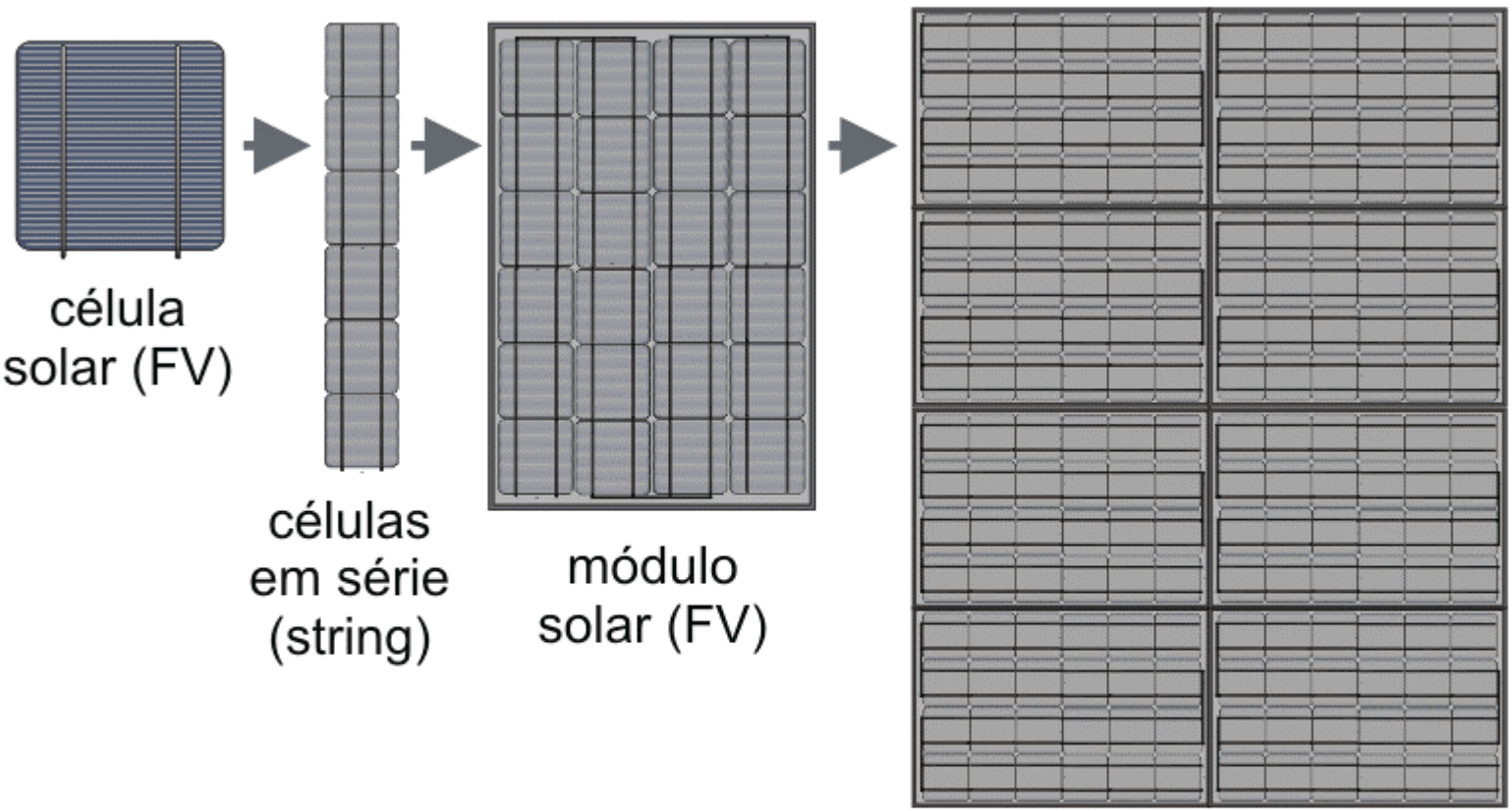

contacto tipo "barra-bus"
contacto tipo "rede-dedo"

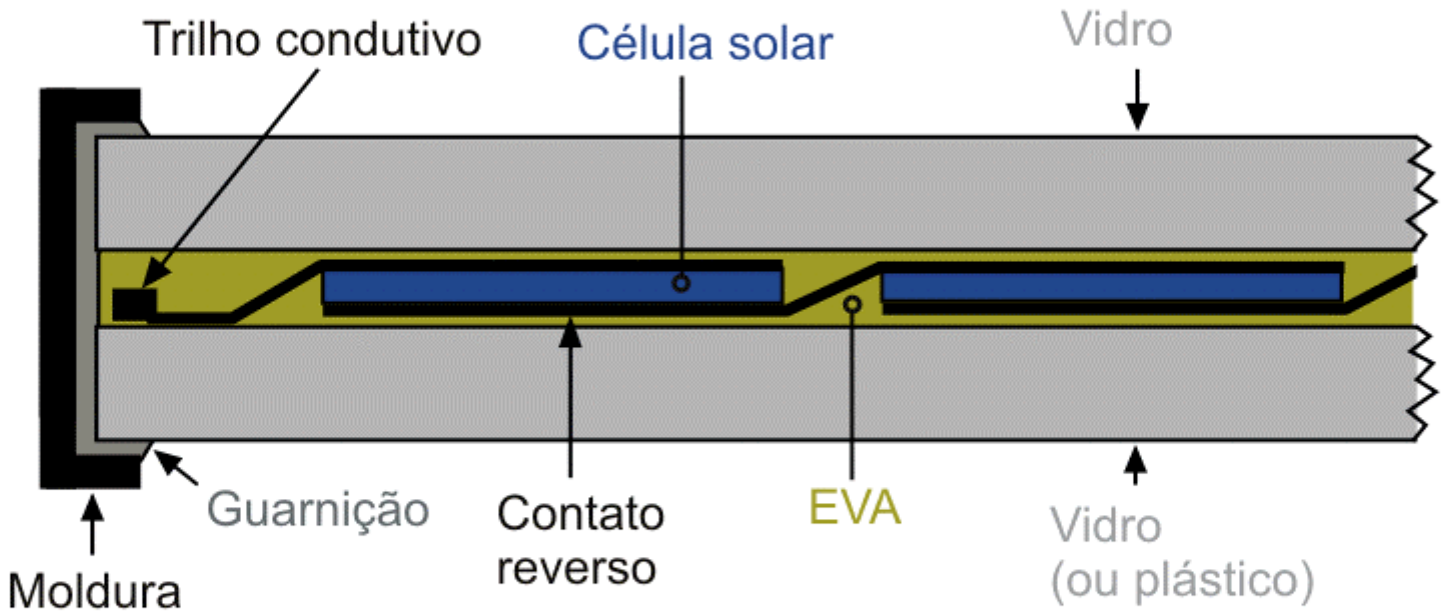



c-Si: silício cristalino

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | A participação das diferentes tecnologias no mercado mundial FV | UECE WCRE |

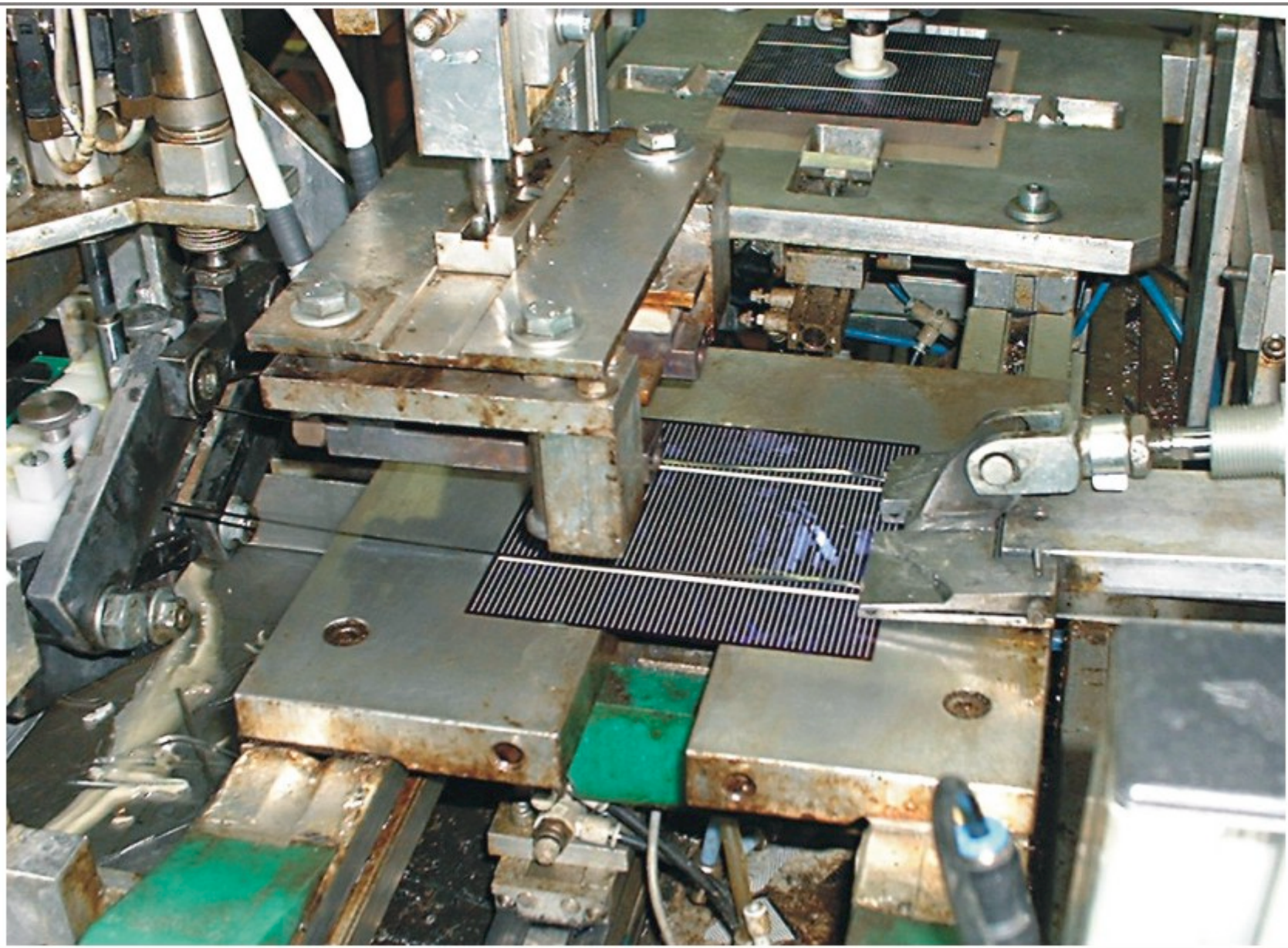



célula
solar (FV)
células
em série
(string)
módulo
solar (FV)
painel solar

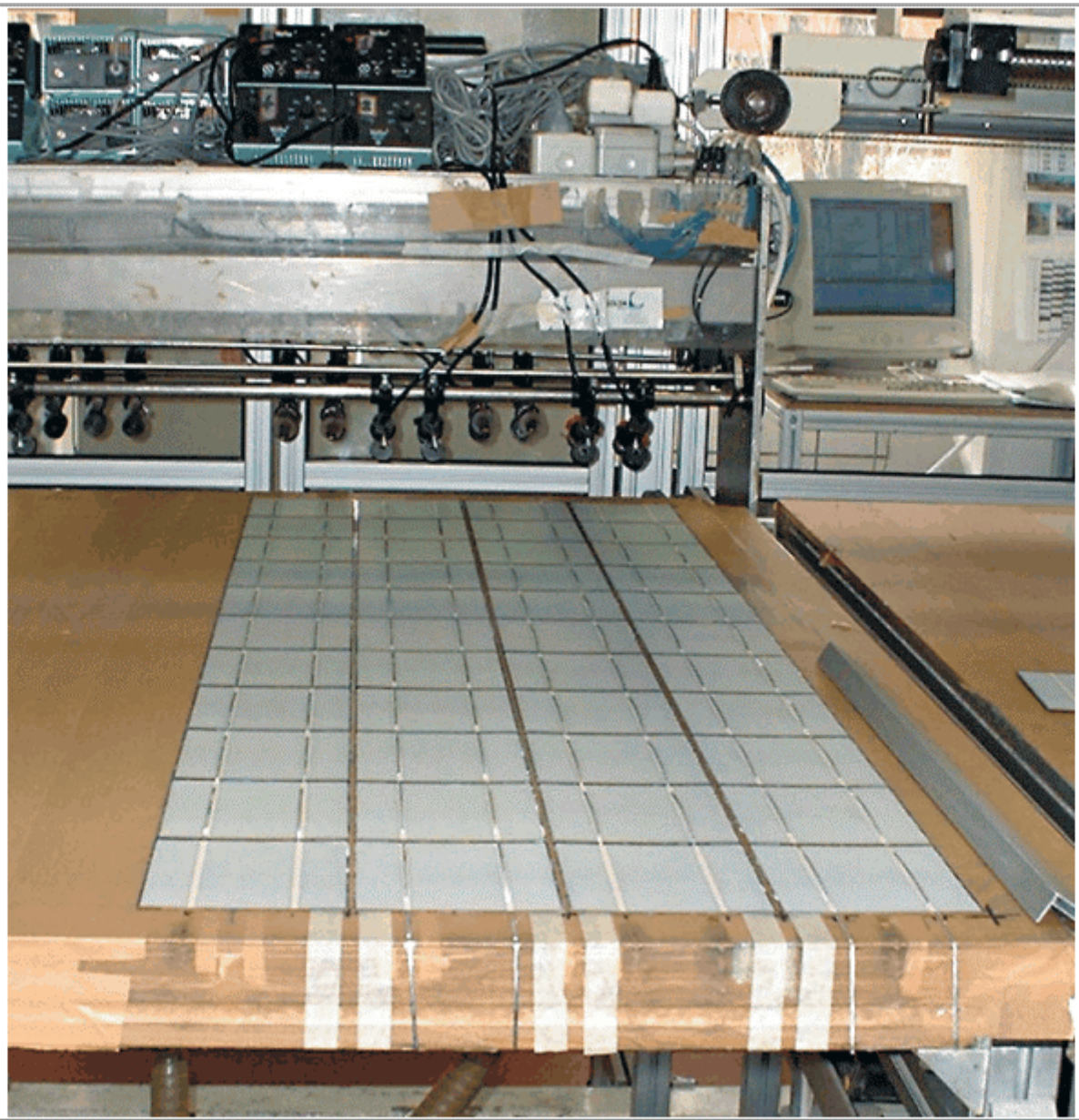



| Stefan Krauter | Corte transversal através de um módulo fotovoltaico | UFRJ COPPE |
|---|---|---|


| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Classificação pela corrente dos células | UFRJ LAFAE |



| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Máquina para soldar o contato principal ("bus bar") na célula | UFRJ LAFAE |



| Stefan Krauter | O conjunto dos "strings" para formar a matriz do módulo solar | UFRJ LAFAE |
|---|---|---|

Stefan Krauter

Colocação da folha EVA antes da laminação

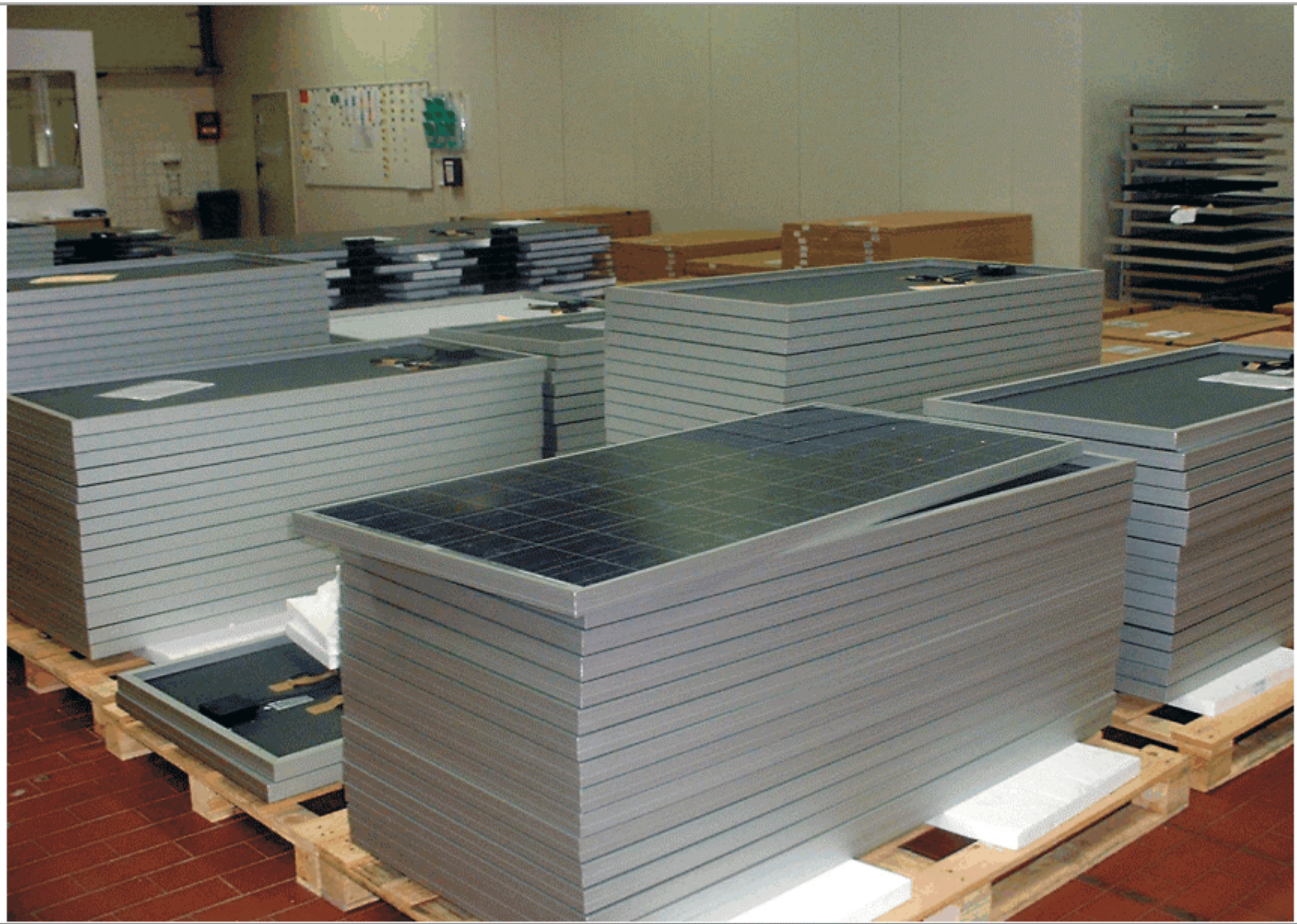
UFRJ LAFAE


| Stefan Krauter | A laminação do módulo solar fotovoltaico a vácuo | UFRJ LAFAE |
|---|---|---|


| Stefan Krauter | Colocação da moldura (perfil de alumínio) do módulo | UFRJ LAFAE |
|---|---|---|

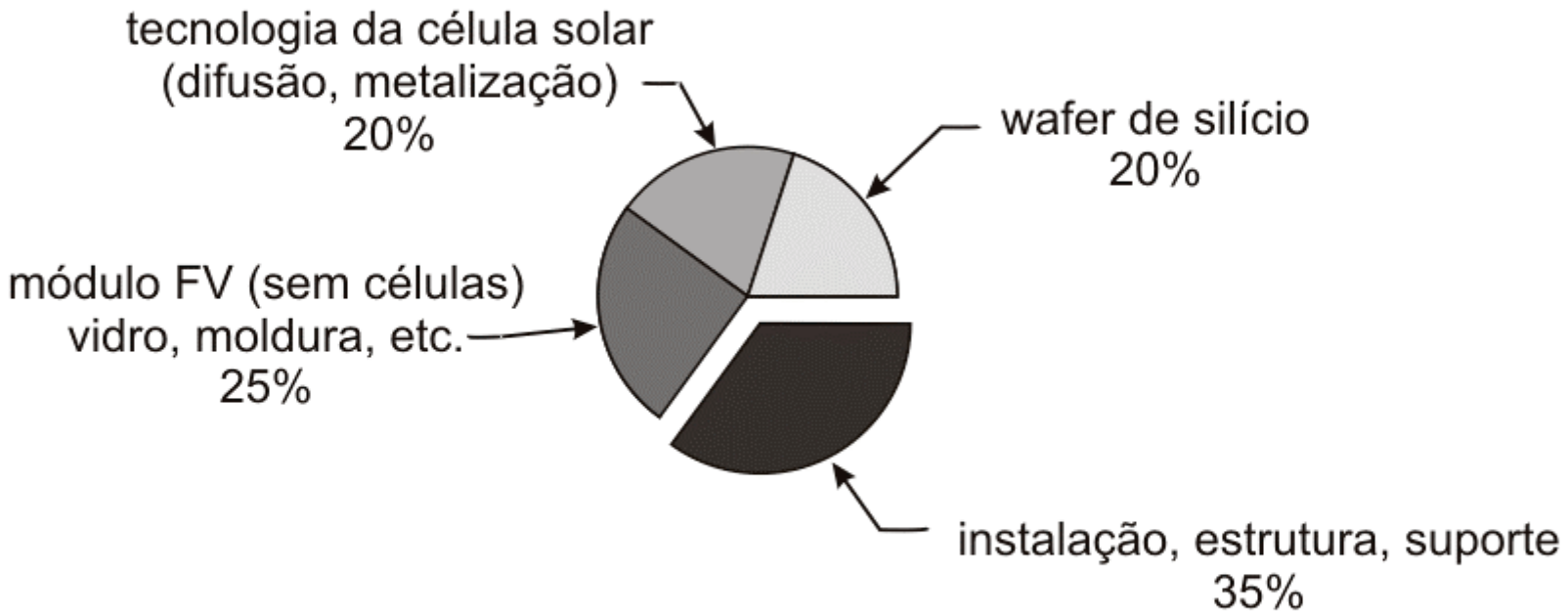
| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Fechamento dos cantos do módulo | UFRJ LAFAE |

| Stefan Krauter | Suporte para preparar a colocação da moldura do módulo | UFRJ LAFAE |
|---|---|---|

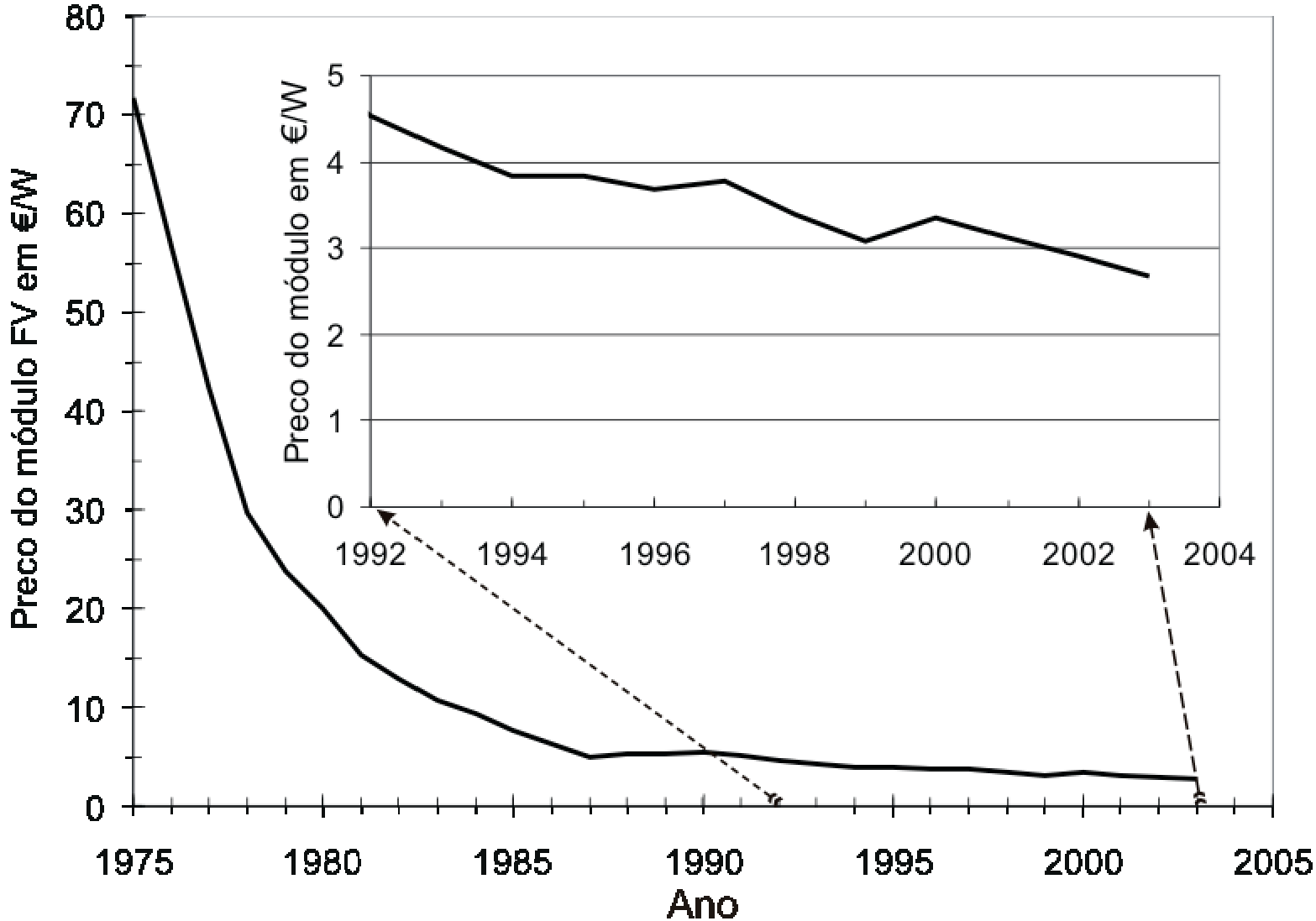


| Stefan Krauter | Embalagem e preparação para transporte dos módulos | UFRJ LAFAE |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Sistemas FV interligados na rede elétrica nos telhados de casas | UECE WCRE |



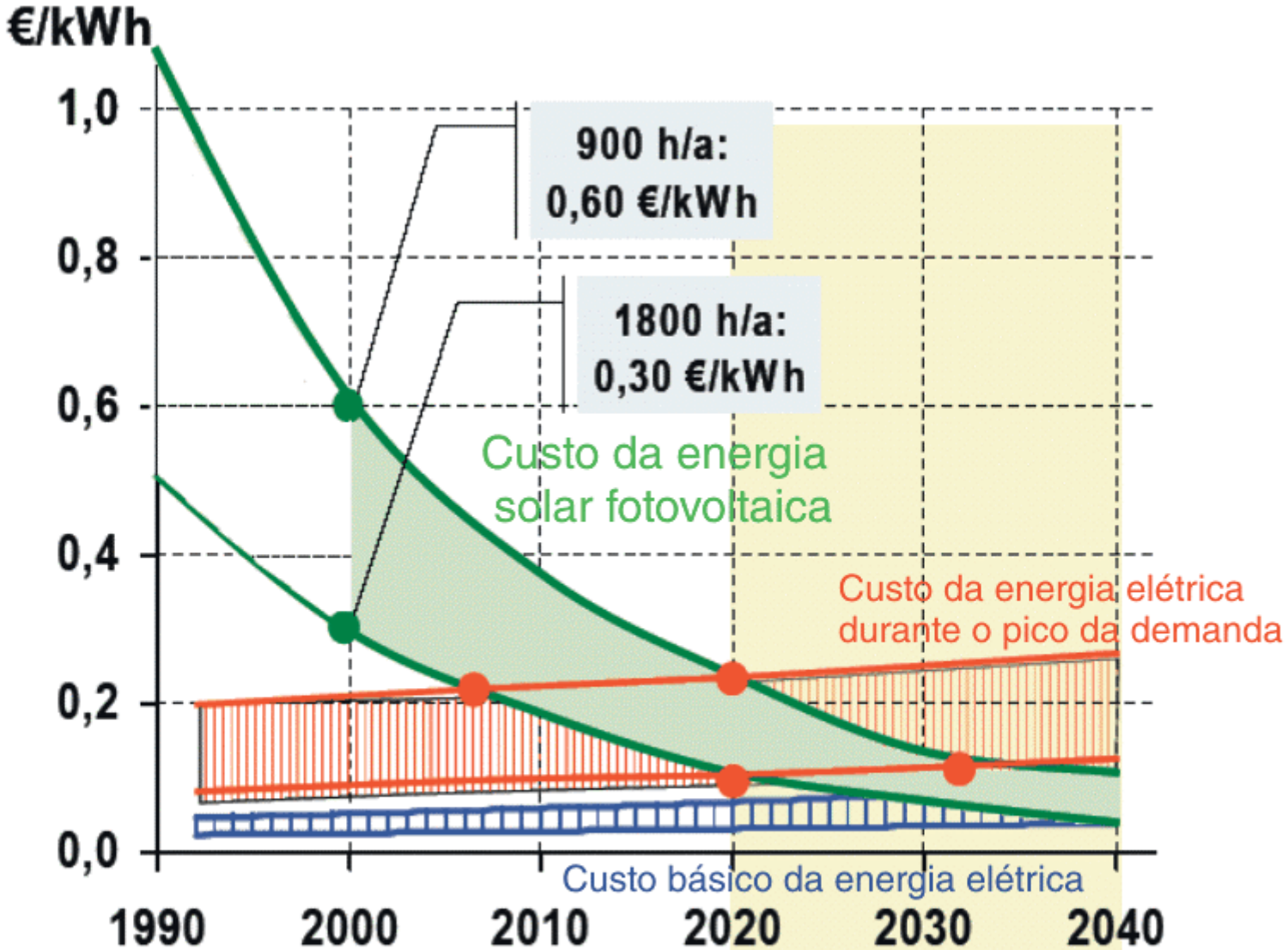

| Stefan Krauter | Distribuição dos custos iniciais de um sistema fotovoltaico | WCRE UECE |
|---|---|---|



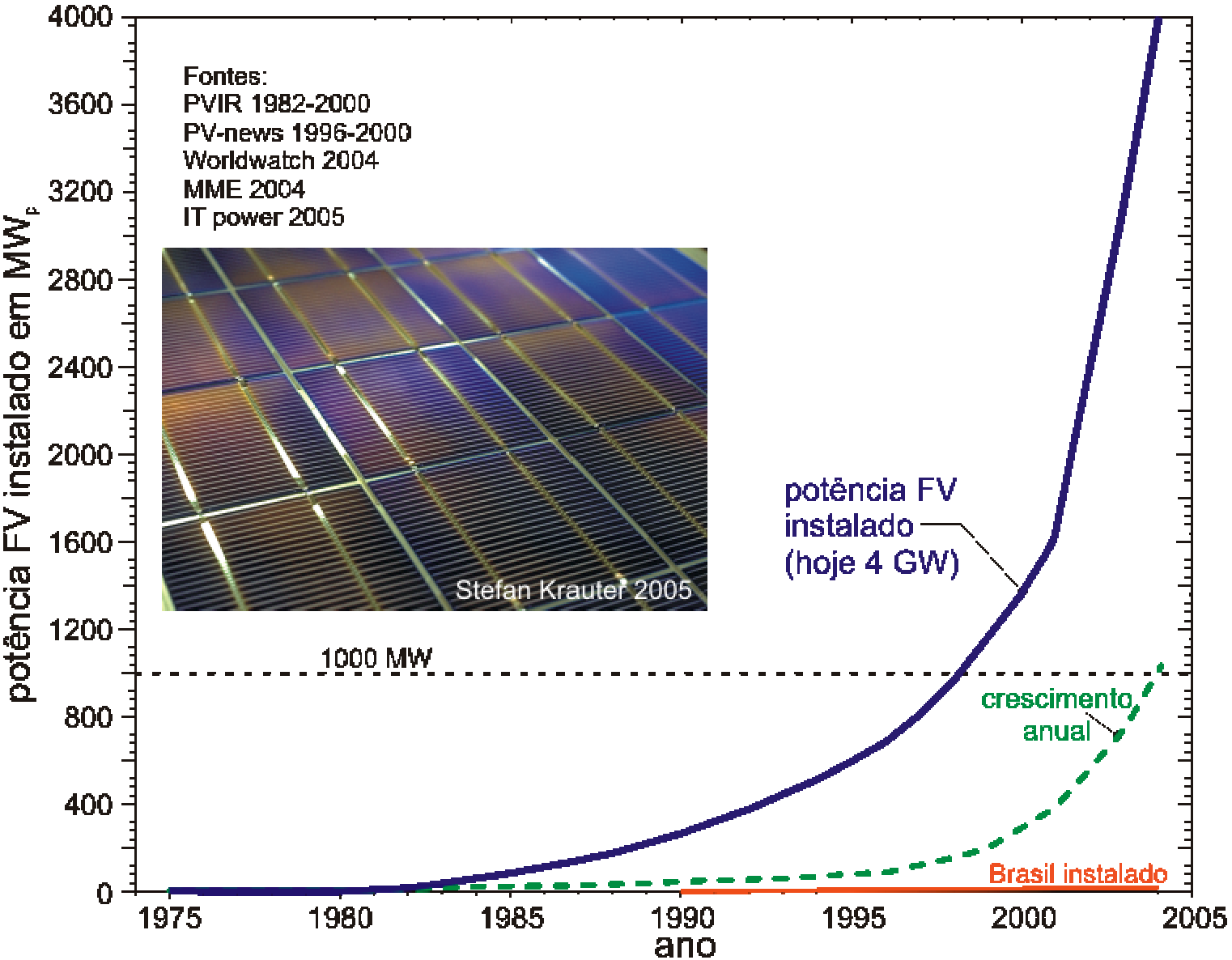

Stefan Krauter

Desenvolvimento dos preços das placas fotovoltaicas

WCRE UECE




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Custos de geração de energia solar e da concessionária | WCRE UECE |

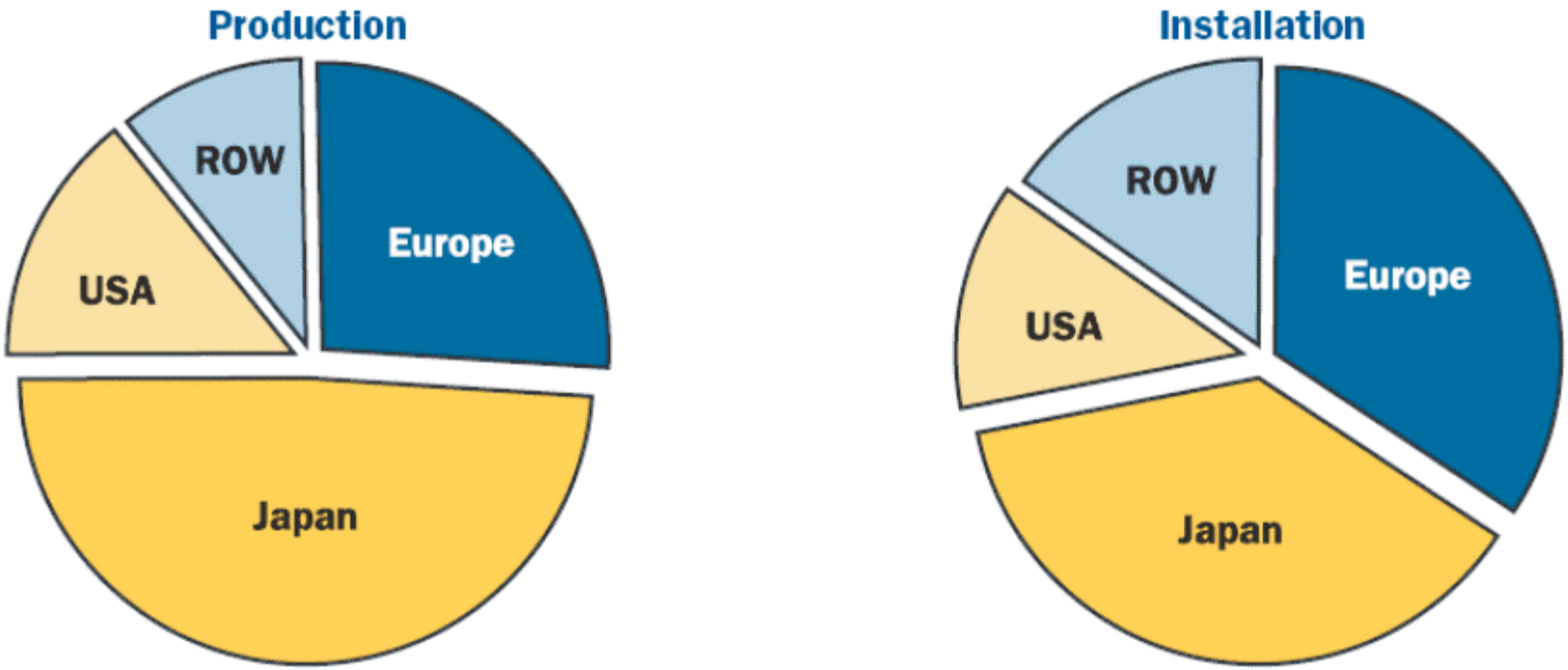



Stefan Krauter

# Sistemas solar fotovoltaicos (FV) instalados no mundo

WCRE UECE

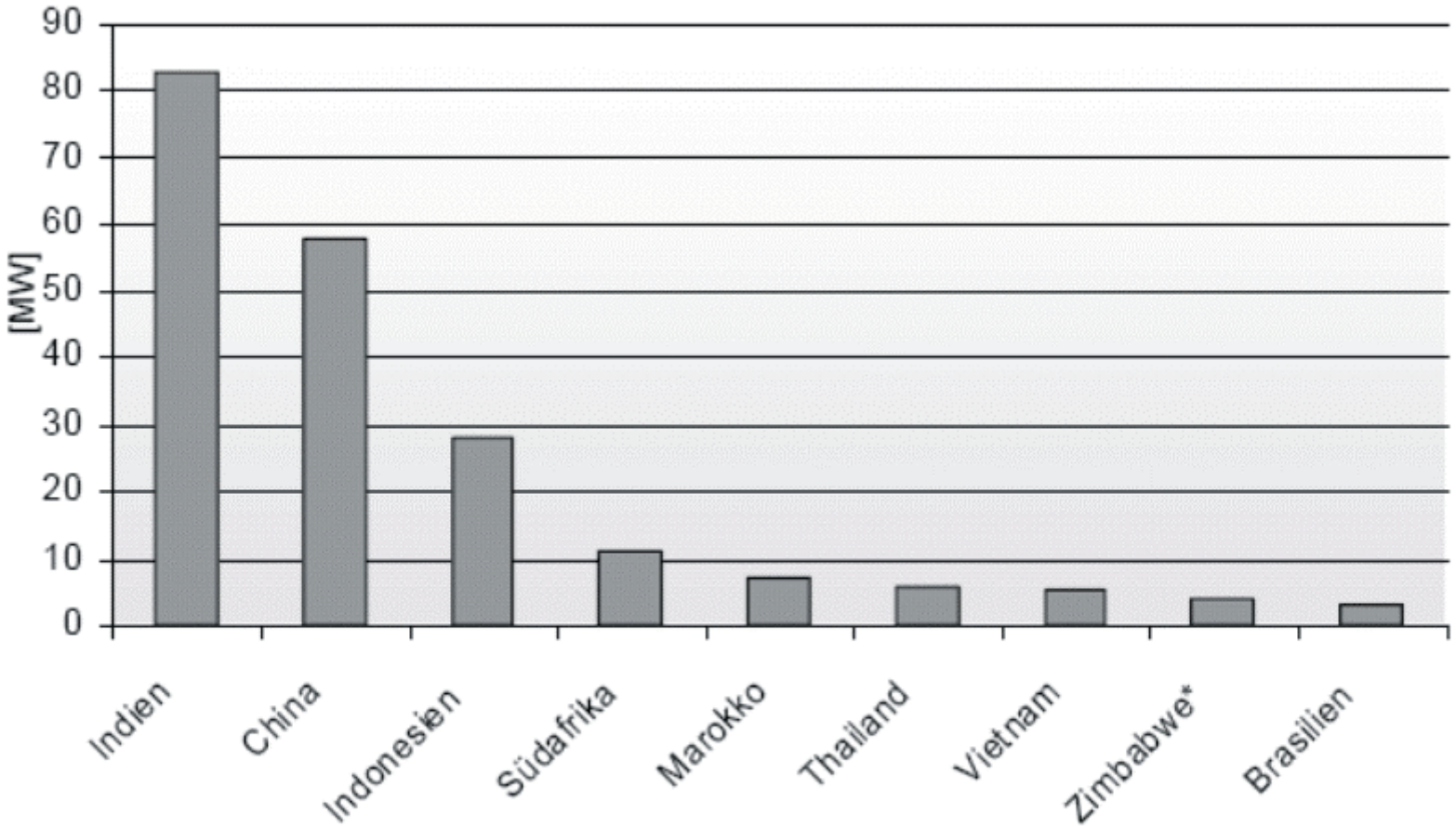
# PV market regional shares in 2003[19]



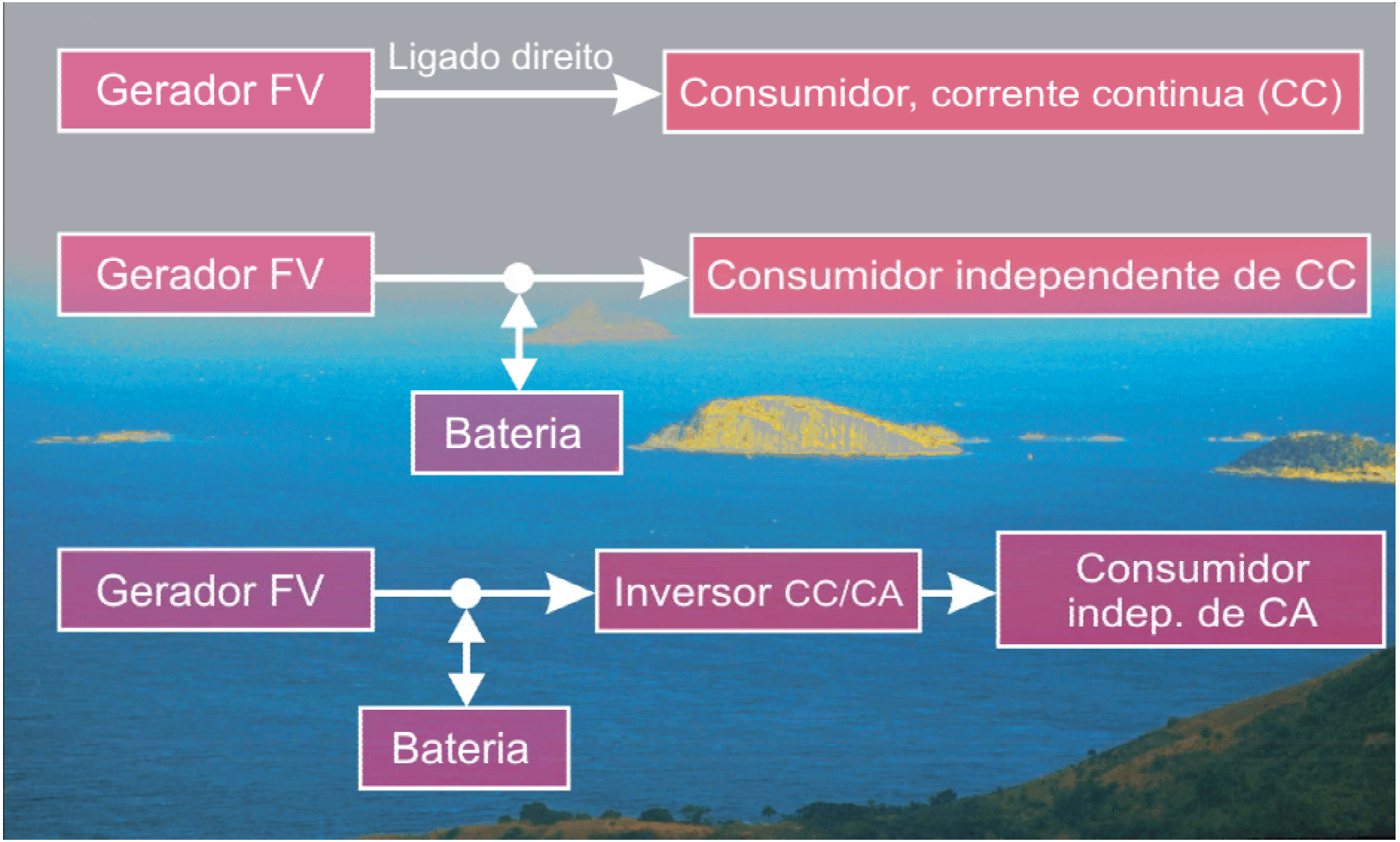

[19] PVNET European Roadmap for R&D, 2004, EUR 21087 EN

[20] If all individuals without access to a grid (some 1.7 billion) used one solar module of 50 watt-peak, the electricity produced would equal roughly 500 petajoule, or 0.1% of the global (primary) energy consumption

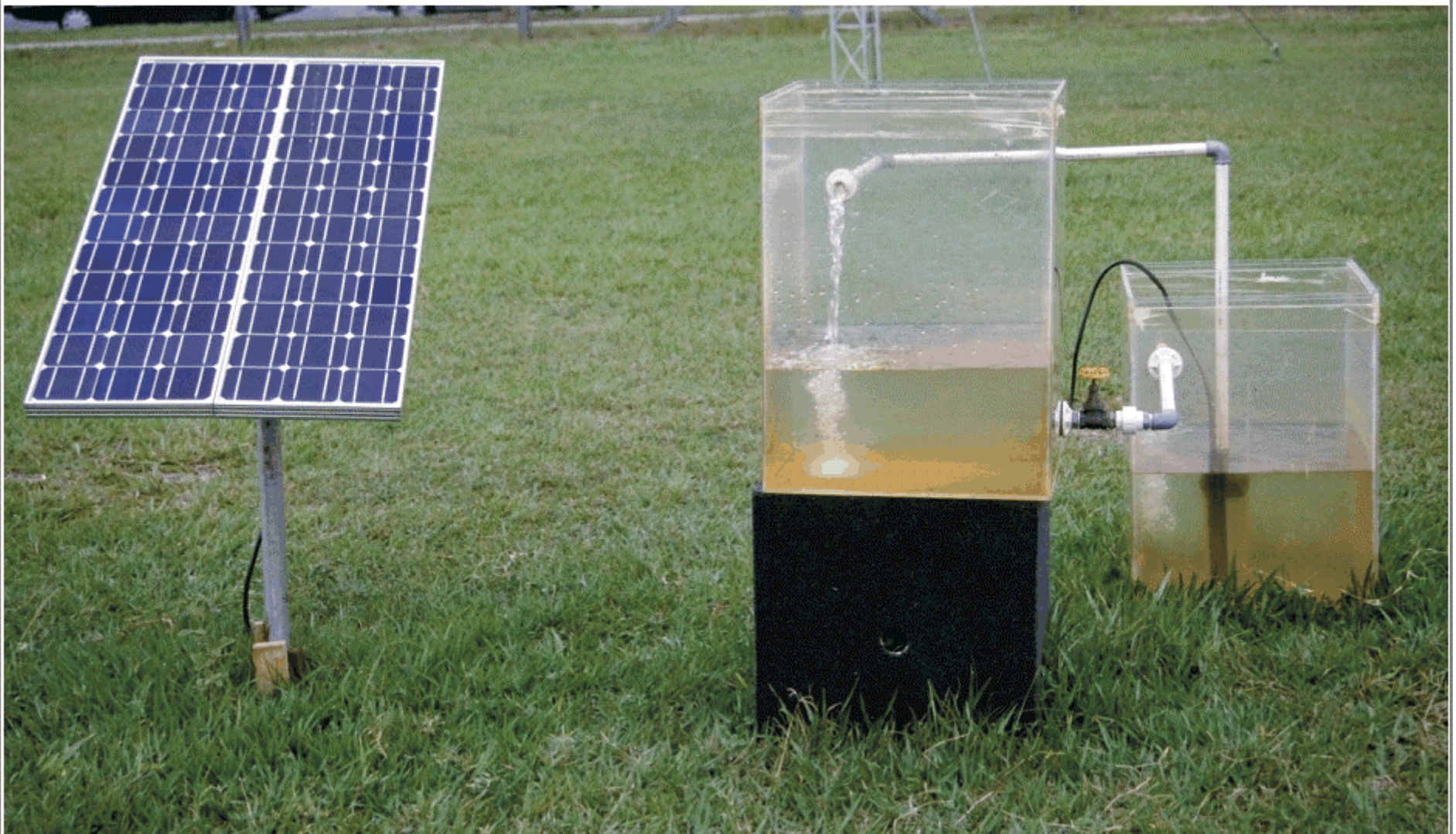
## Total installierte PV-Leistung (kumulativ) in Nicht-OECD-Ländern



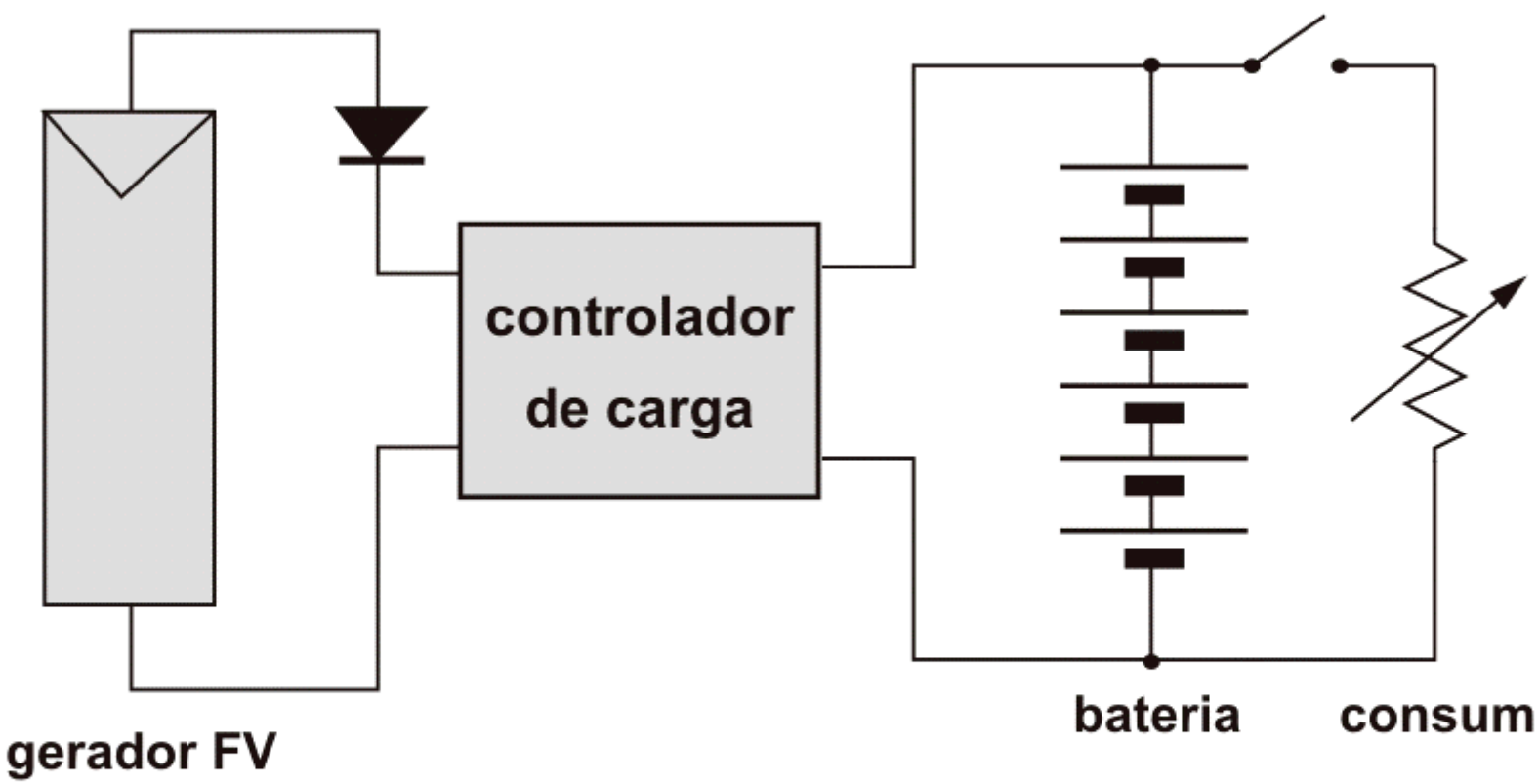

Quelle: IEA PVPS 2004; *Zahlen von 1999, sonst 2003




| Stefan Krauter | Três tipos diferentes de sistemas fotovoltaicos autônomos | WCRE UECE |
|---|---|---|



| Stefan Krauter | Sistema fotovoltaica de 100 $W_p$ para bombeamento | UFRJ COPPE |
|---|---|---|




Valores tipicos: um módulo FV de 50 W e uma bateria de 150 Ah que servem para iluminação e radio/CD (total:150 Wh/dia)

| Stefan Krauter | Esquema de um sistema FV para eletrificação básica | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

| Stefan Krauter | Sistema fotovoltaico numa casa alpina na Alemanha | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

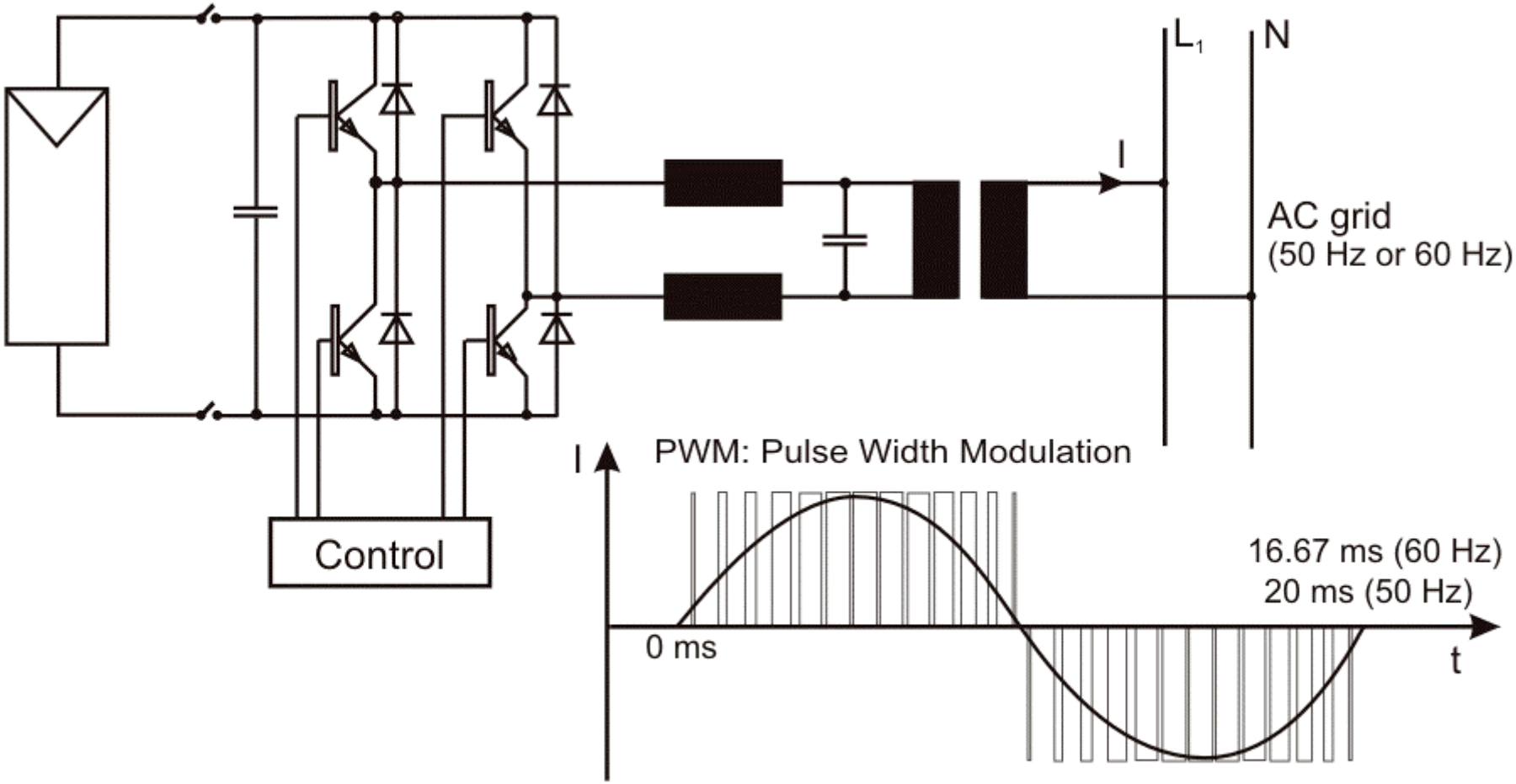

| Stefan Krauter | Sistemas FV para casas populares em Duque de Caxias | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

| Stefan Krauter | Sistema fotovoltaica autônomo para uma fábrica de gelo | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

| Stefan Krauter | Sistema fotovoltaica de 300 $W_p$ na para uma escola indiano | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Sistema solar FV para uma casa de ferias em Pendedo (RJ) | UECE WCRE |


| Stefan Krauter | Sistema FV para uma cabine policial | UFRJ COPPE |
|---|---|---|




| Stefan Krauter | PV grid injection (single phase) | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

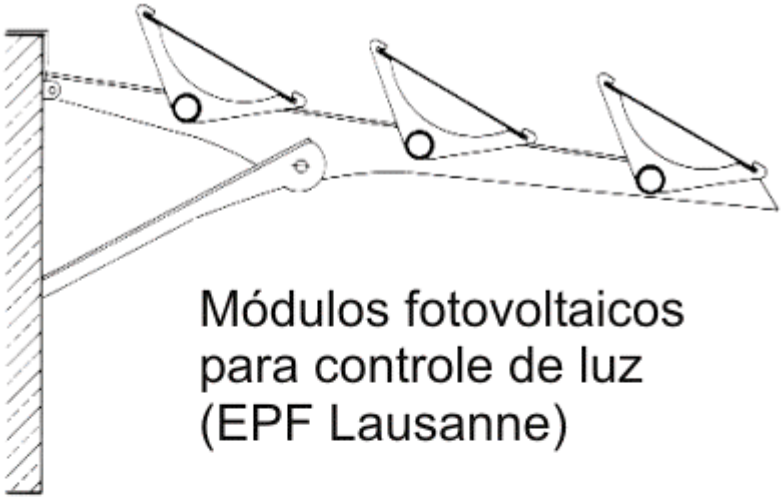
| Stefan Krauter | Usina Fotovoltaica e solar térmica numa panificação | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

| Stefan Krauter | O sistema fotovoltaico do aeroporto de Munique | UECE WCRE |
| --- | --- | --- |


| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Fachada da sede principal da empresa SANYO no Japão | WCRE UECE |

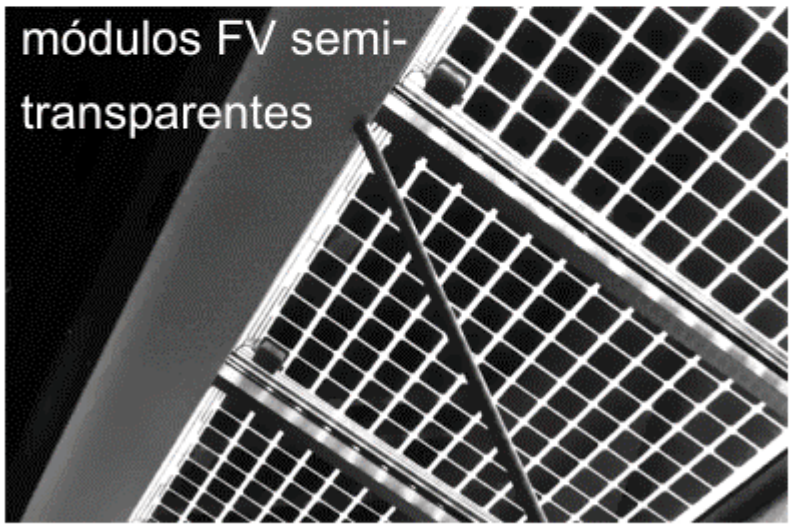

5x
esucher
FG RG 333
GC 01 79

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Tipos diferentes de sistemas FV com rastreadores da posição do sol | UECE WCRE |



Módulos fotovoltaicos
para controle de luz
(EPF Lausanne)

Telas de FV



módulos FV semi-
transparentes

| Stefan Krauter | Telhado com módulos solares trasparentes | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

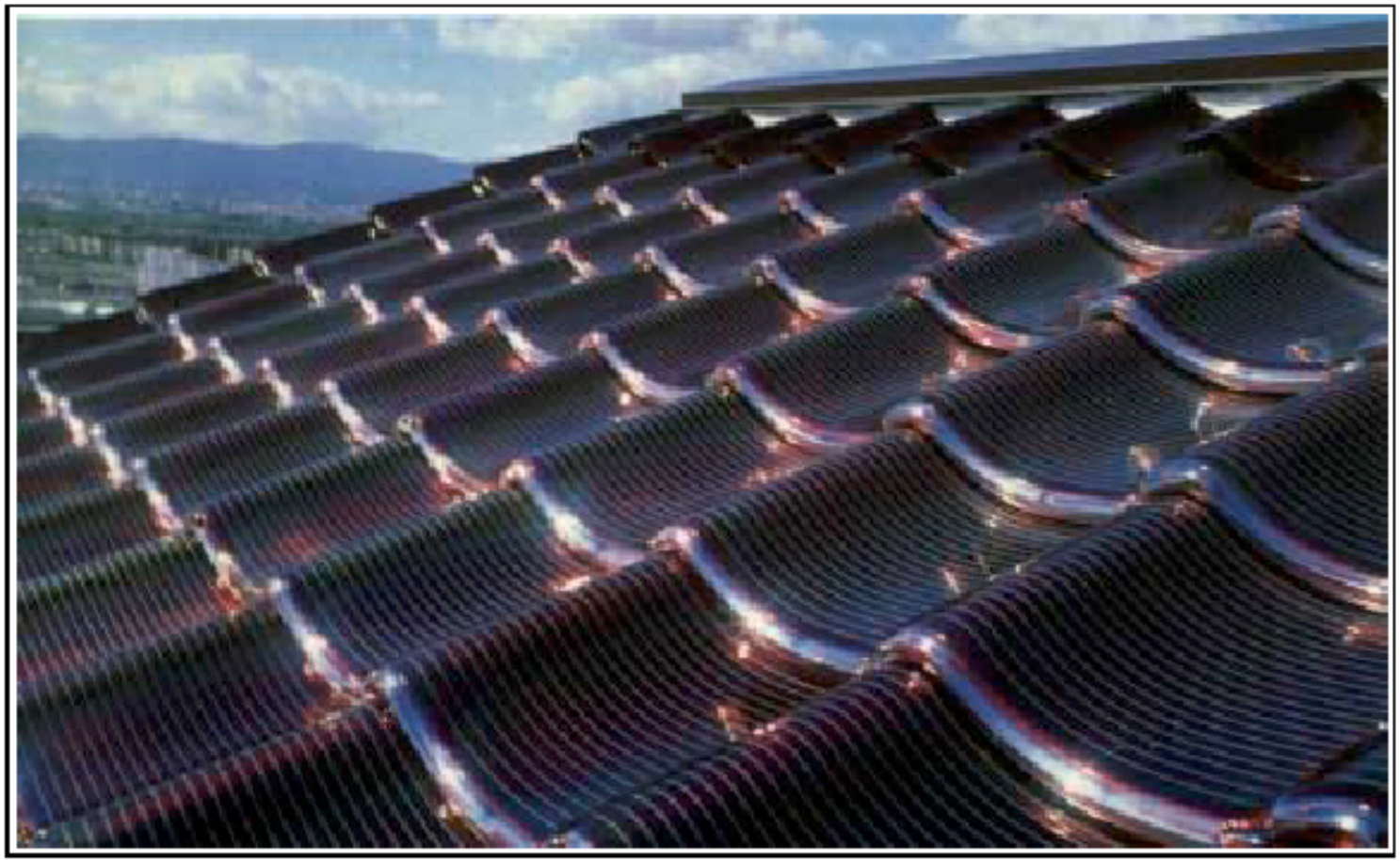
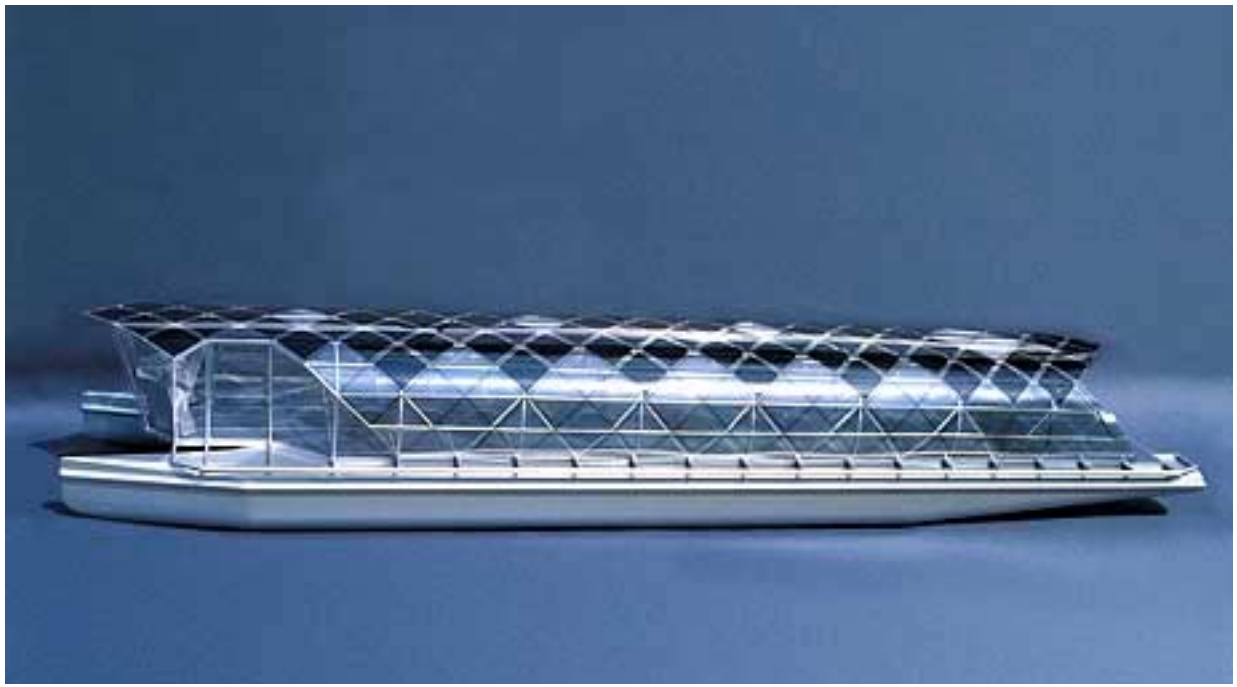


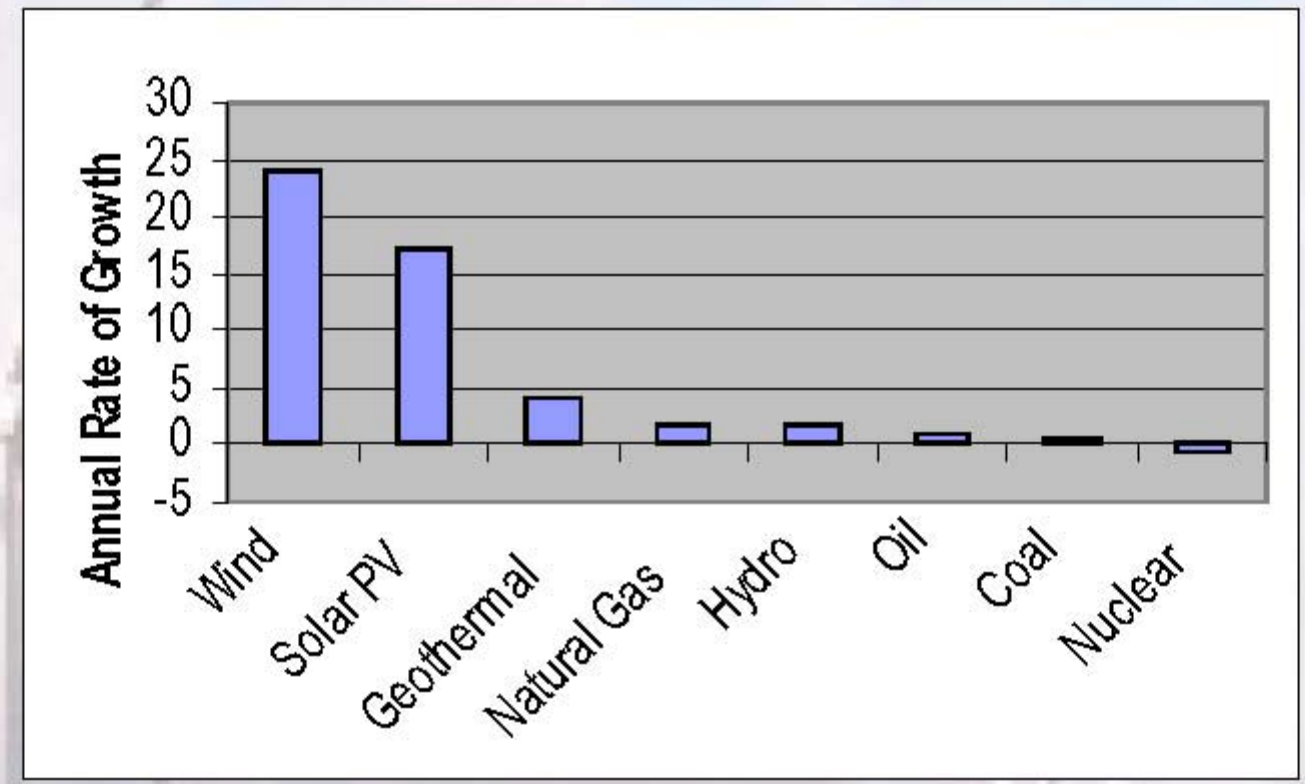
**Figura 4** - Painéis solares fotovoltaicos fabricados diretamente sobre telhas de vidro curvas, que substituem telhas convencionais num sistema residencial descentralizado que produz energia elétrica junto ao ponto de consumo e sem ocupar área adicional [Sanyo Solar Industries].


Panasonic
Panasonic
1


| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Ônibus elétrico em Innsbruck - sem emissões, sem barulho | UECE WCRE |



# Fastest Growing Energy Source in the World

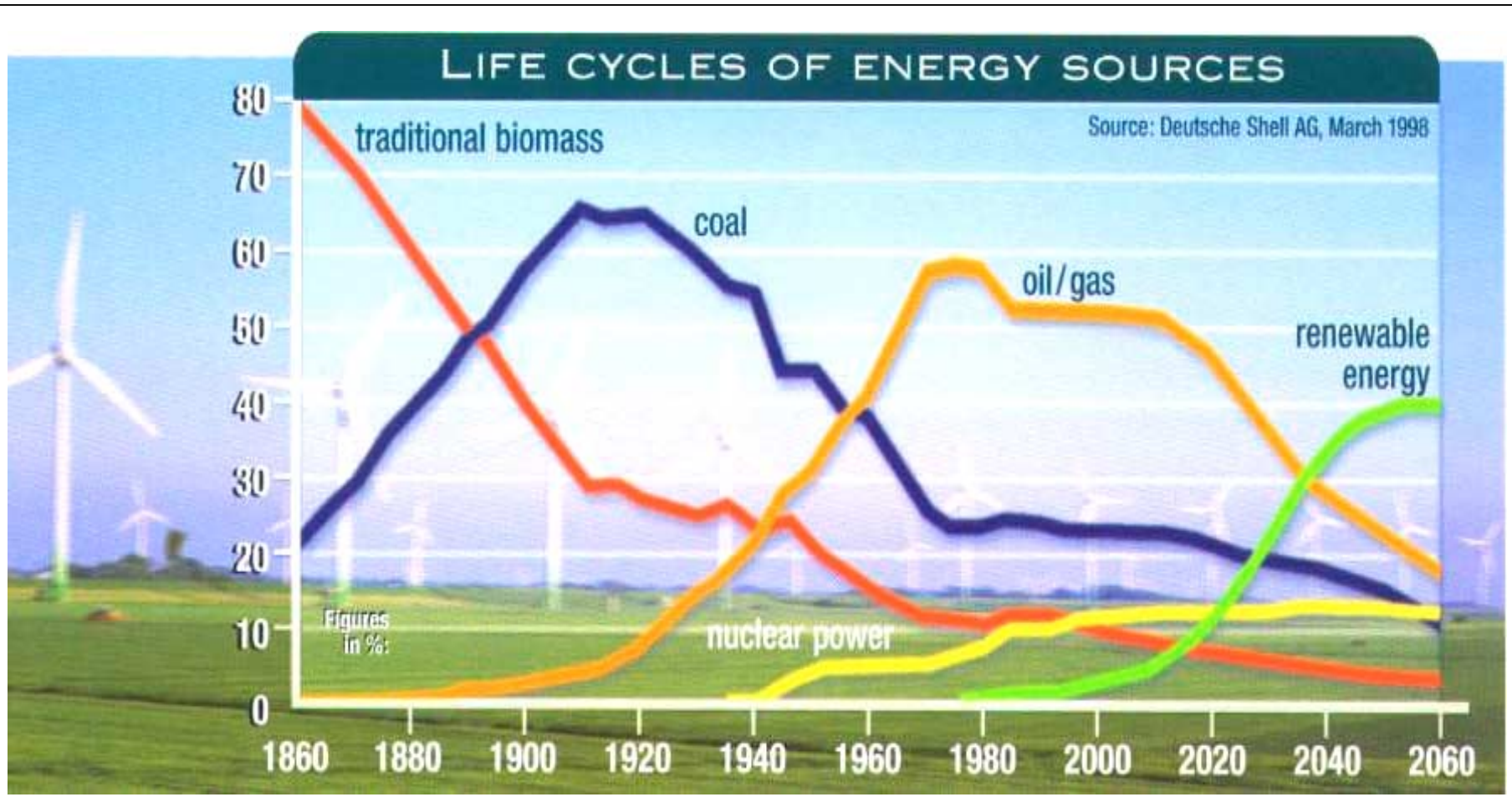



Source:

Worldwatch Institute 2000

*Global growth by energy source, annual average 1990-1999*

# O Futuro das Fontes Renováveis de Energia




World Climate & Energy Event


Latin America Renewable Energy Fair

**RIO 6 - World Climate & Energy Event**

**Evento Mundial sobre Clima & Energia**

em conjunto com a

**Feira Latino-Americana de Energias Renováveis LAREF**

Rio de Janeiro, Hotel Othon Plalace

17-18/11 de 2006

**www.RIO6.com**

Prof. Dr. Stefan Krauter

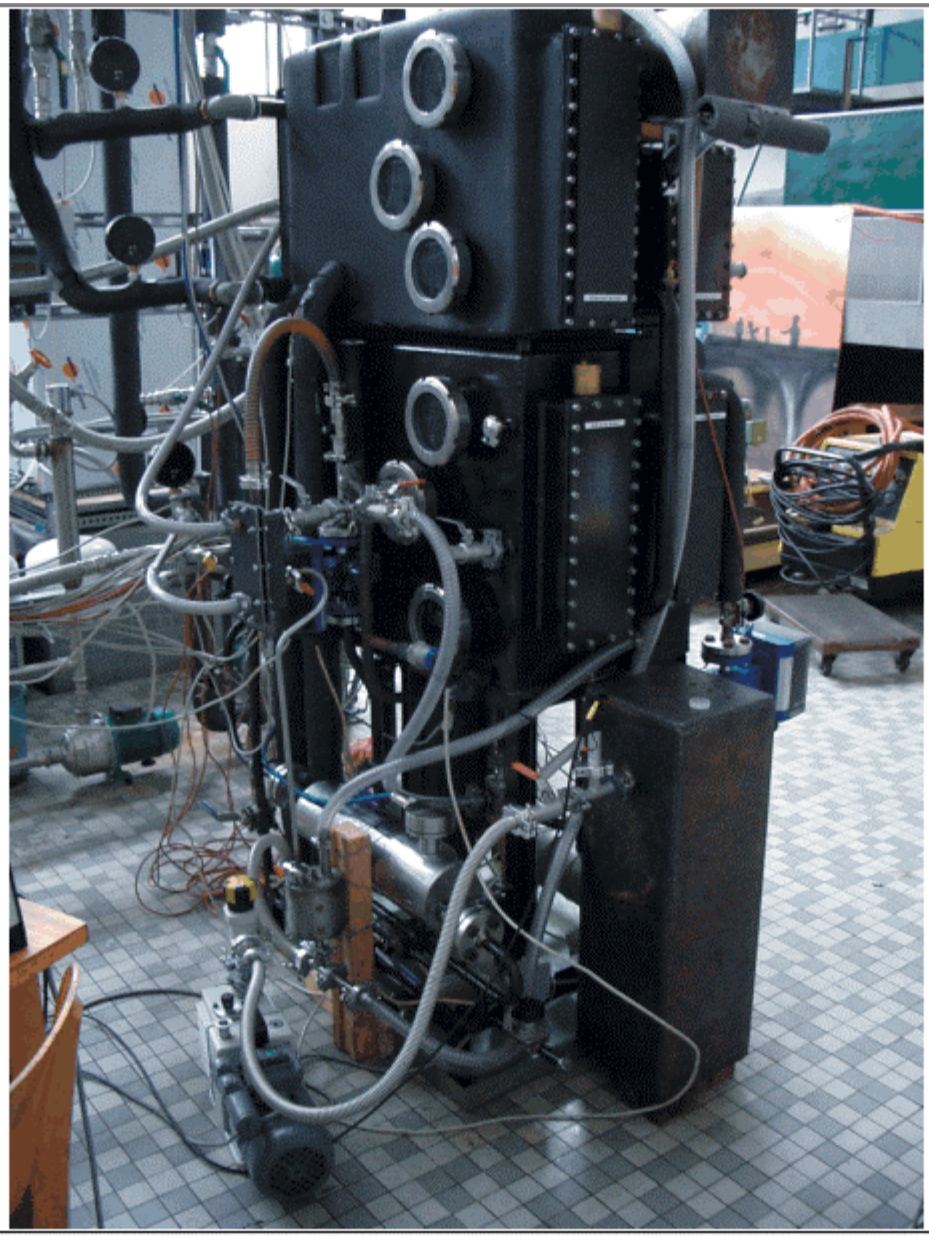
info@rio6.com

Tel: 021-88231963

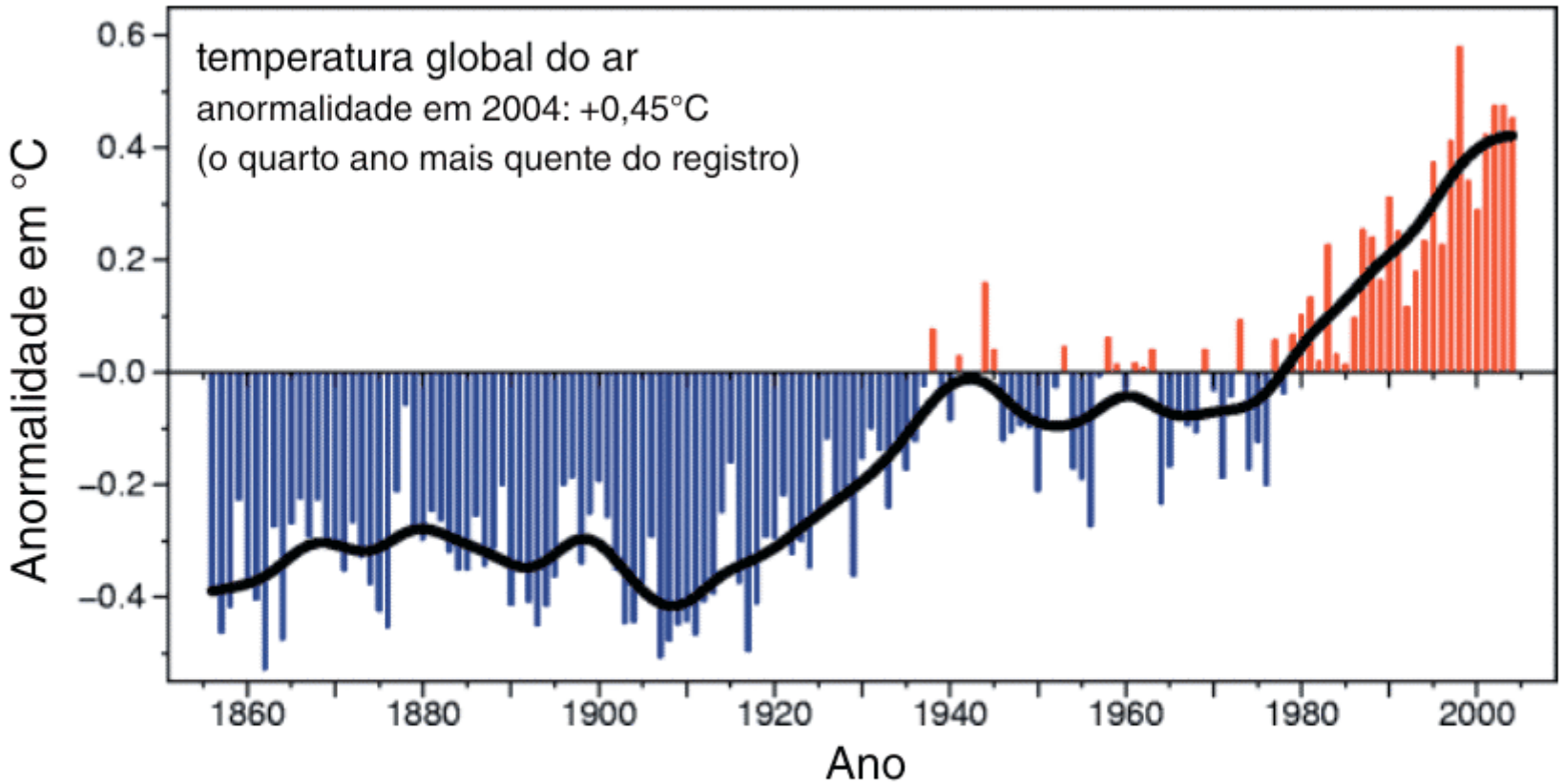
| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Entrega de trabalhos até o fim do maio via www.rio6.com | WCRE UECE |

# Não é energia alternativa só – é a energia do futuro !

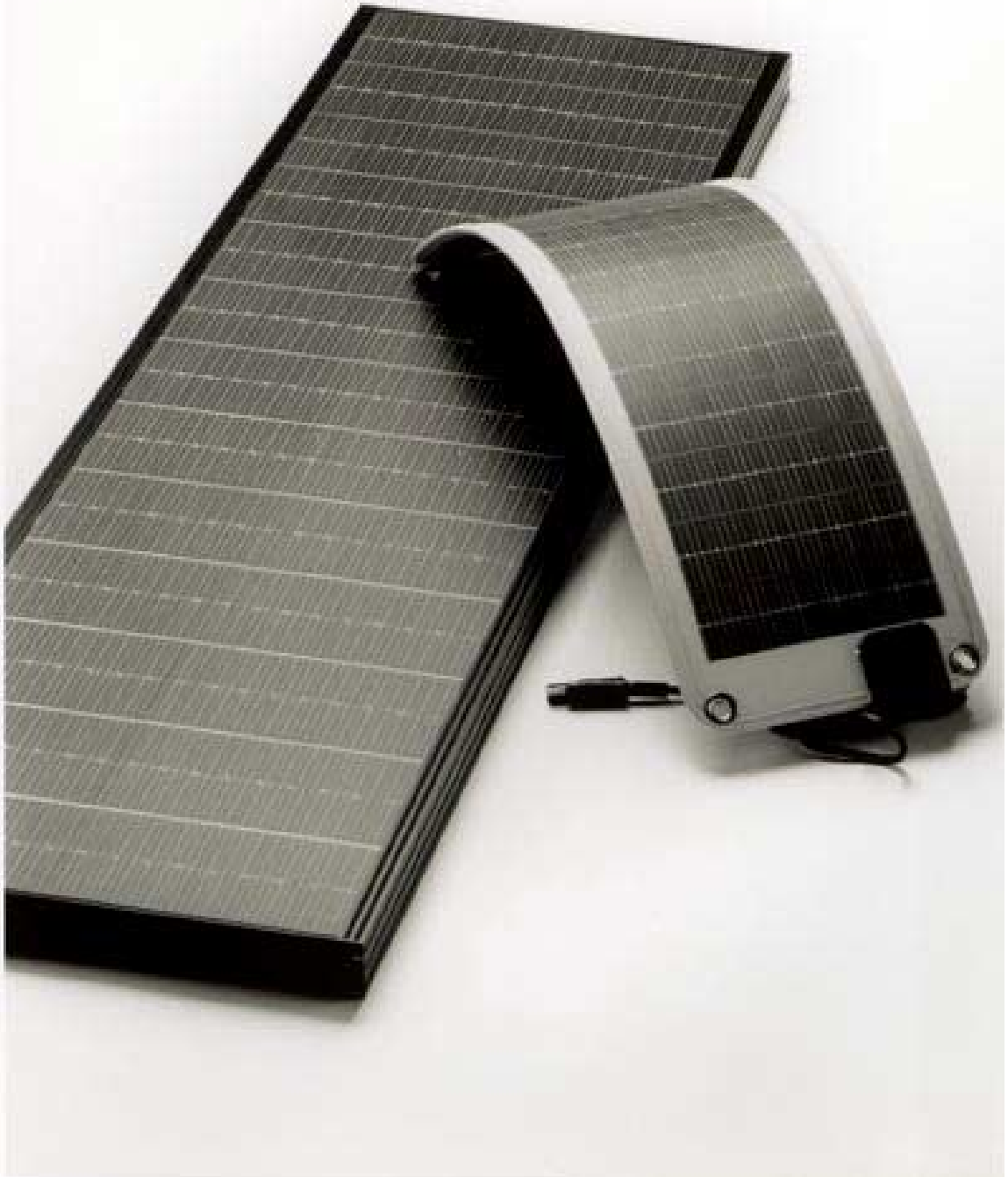
Muito obrigado !



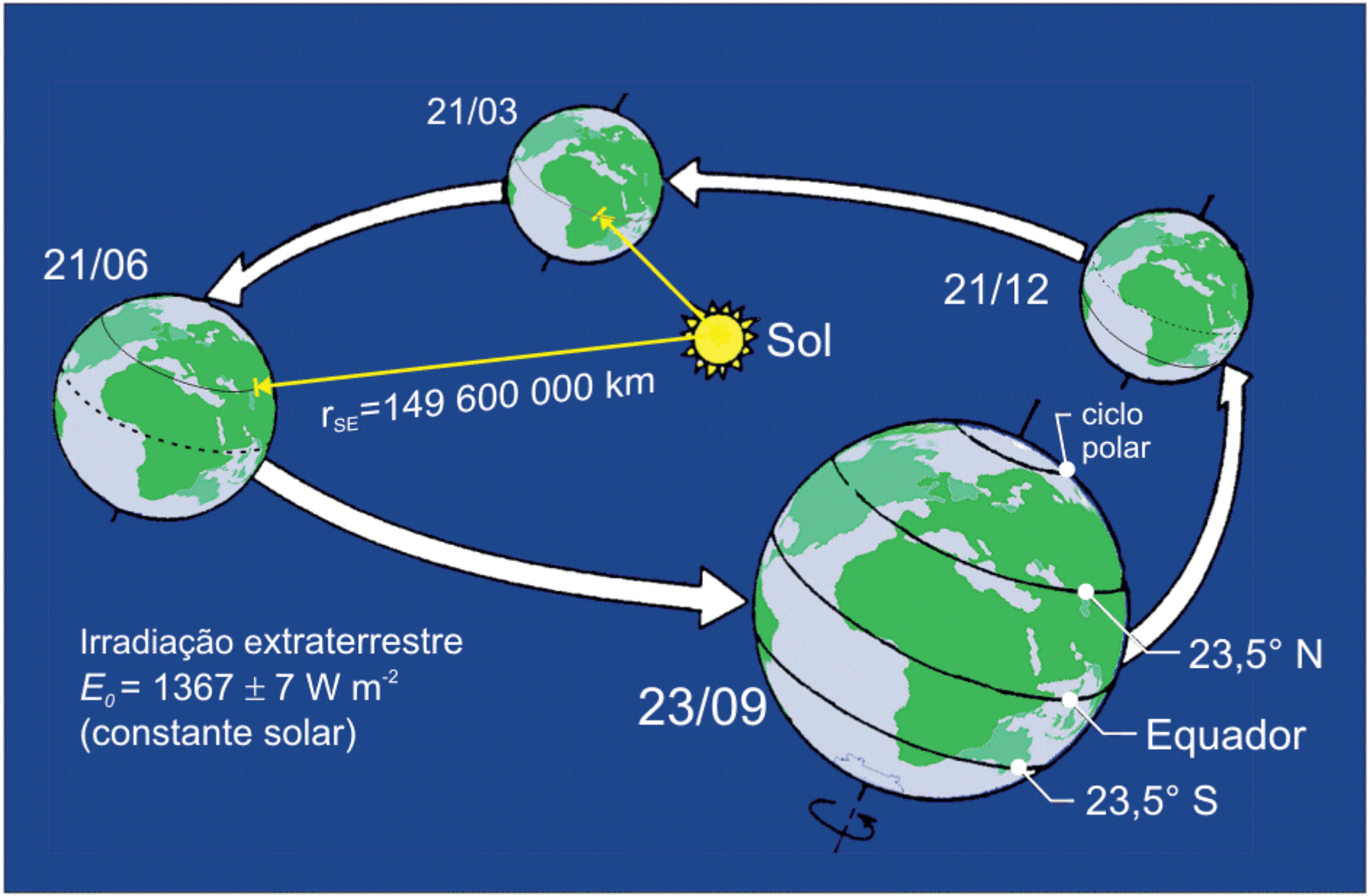
| Stefan Krauter | Sistema solar térmico para refrigeração do ar (TU Berlin) | UECE WCRE |
|---|---|---|



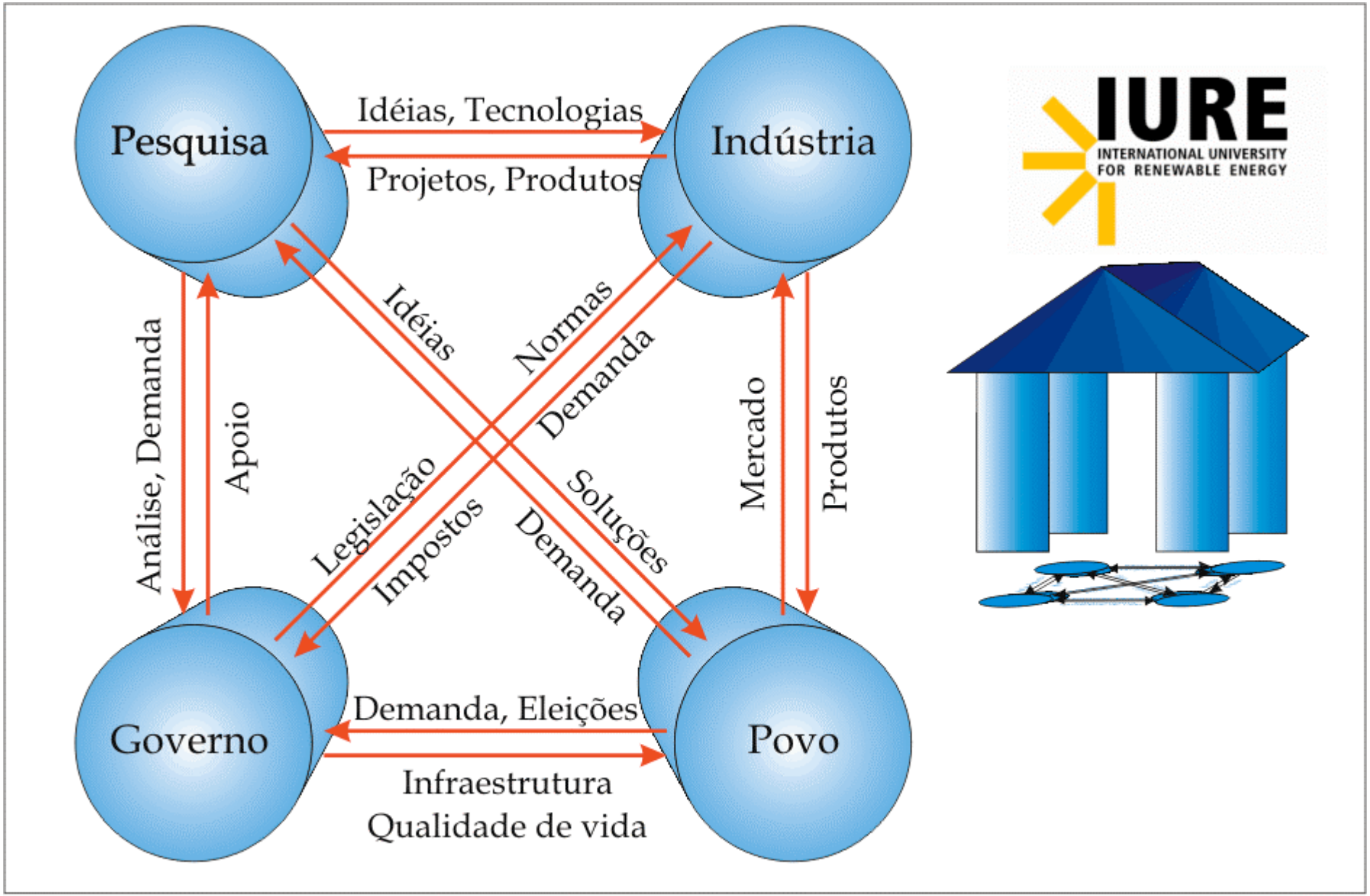

| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Diferenças das temperaturas para a mediá de longo prazo | WCRE UECE |



Source: FHI-ISE, Goetzberger 2002

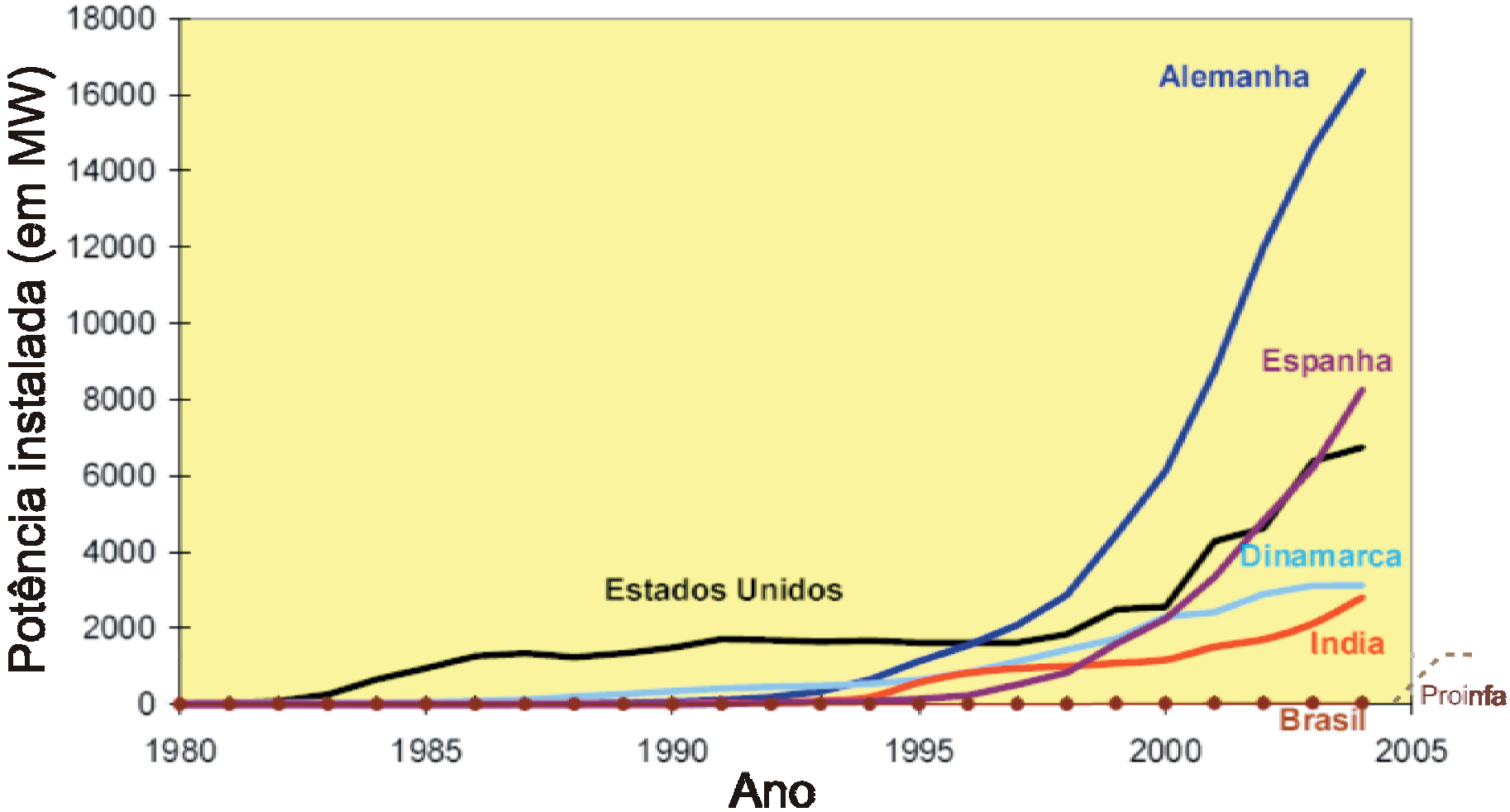



| Stefan Krauter | Condiçoes astronômicas para irradiação solar | UFRJ COPPE |
|---|---|---|

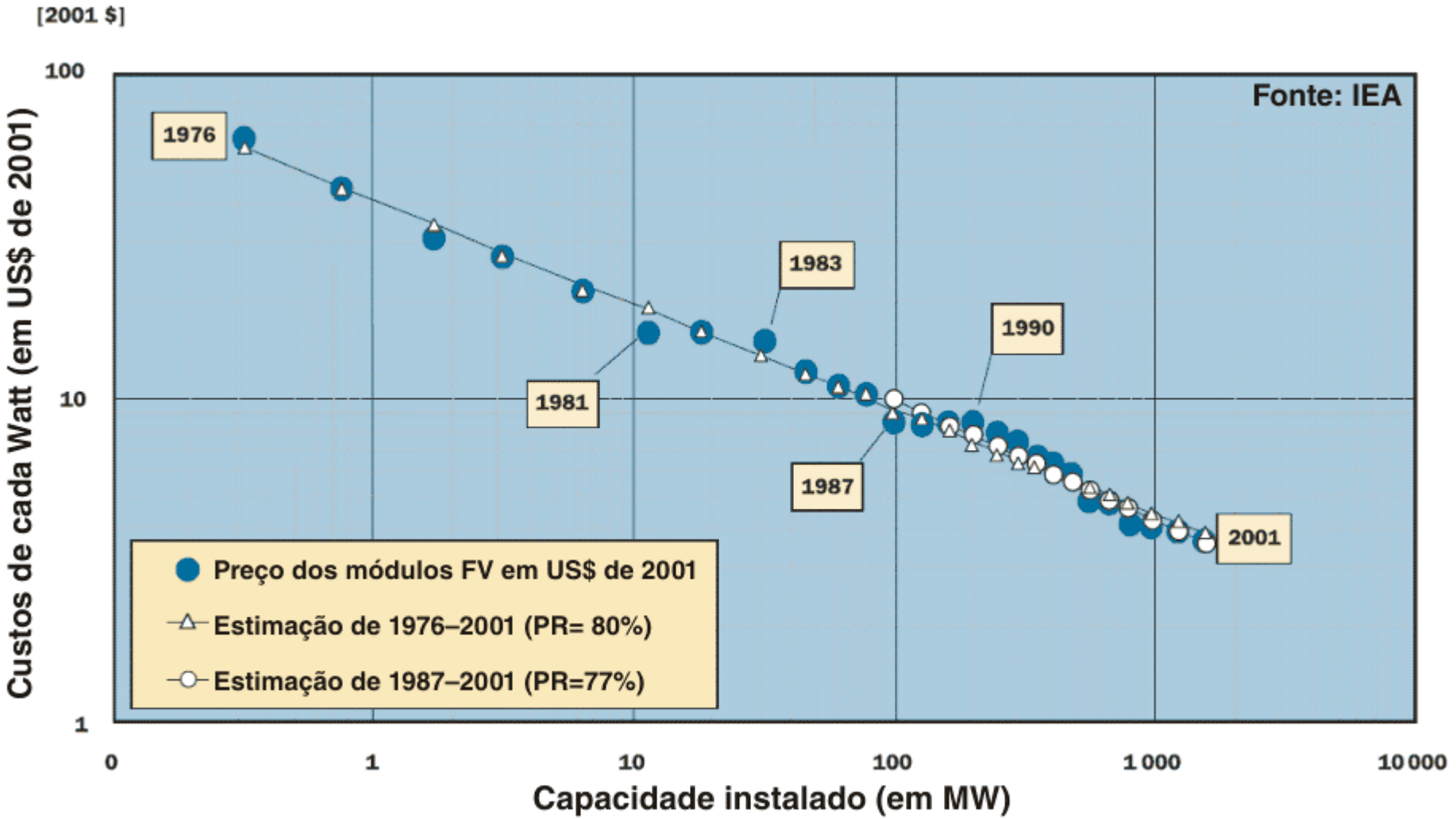



IURE
INTERNATIONAL UNIVERSITY FOR RENEWABLE ENERGY

| Stefan Krauter | Sistema FV com rastreamento e concentração do sol (Enron) | UECE WCRE |
|---|---|---|




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Potência instalada em aerogeradores no mundo (MW) | WCRE UECE |




| | | |
|---|---|---|
| Stefan Krauter | Desenvolvimento dos estimações, instalações e preços até 2001 | UECE WCRE |