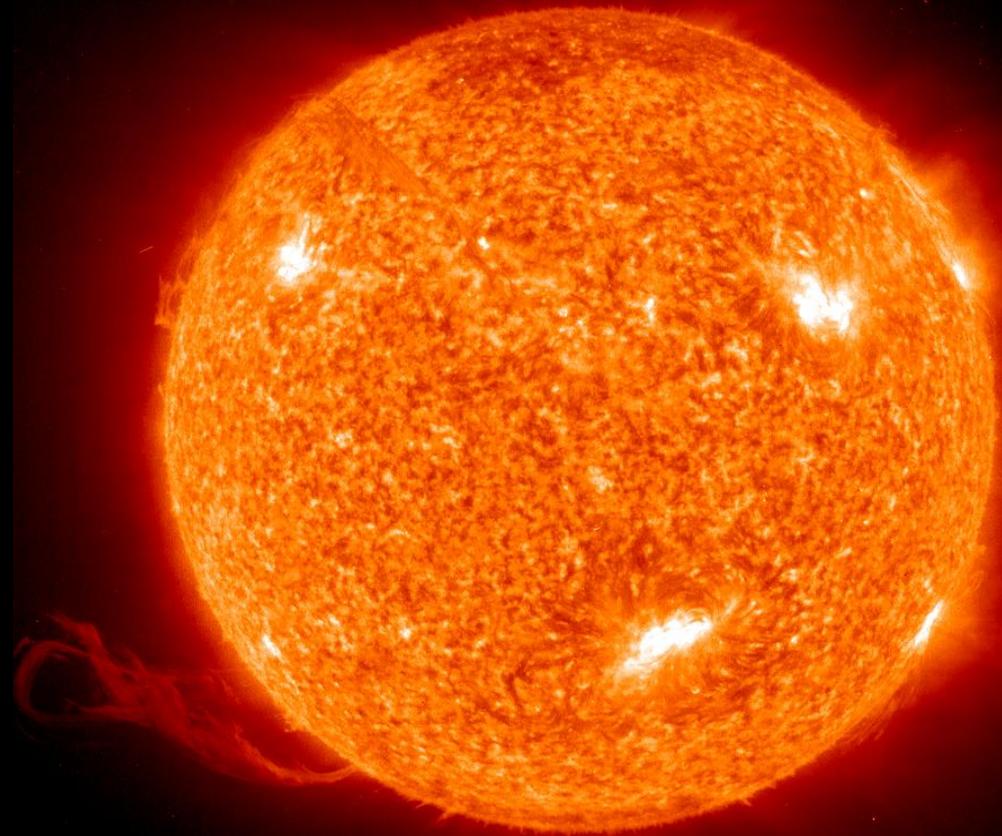
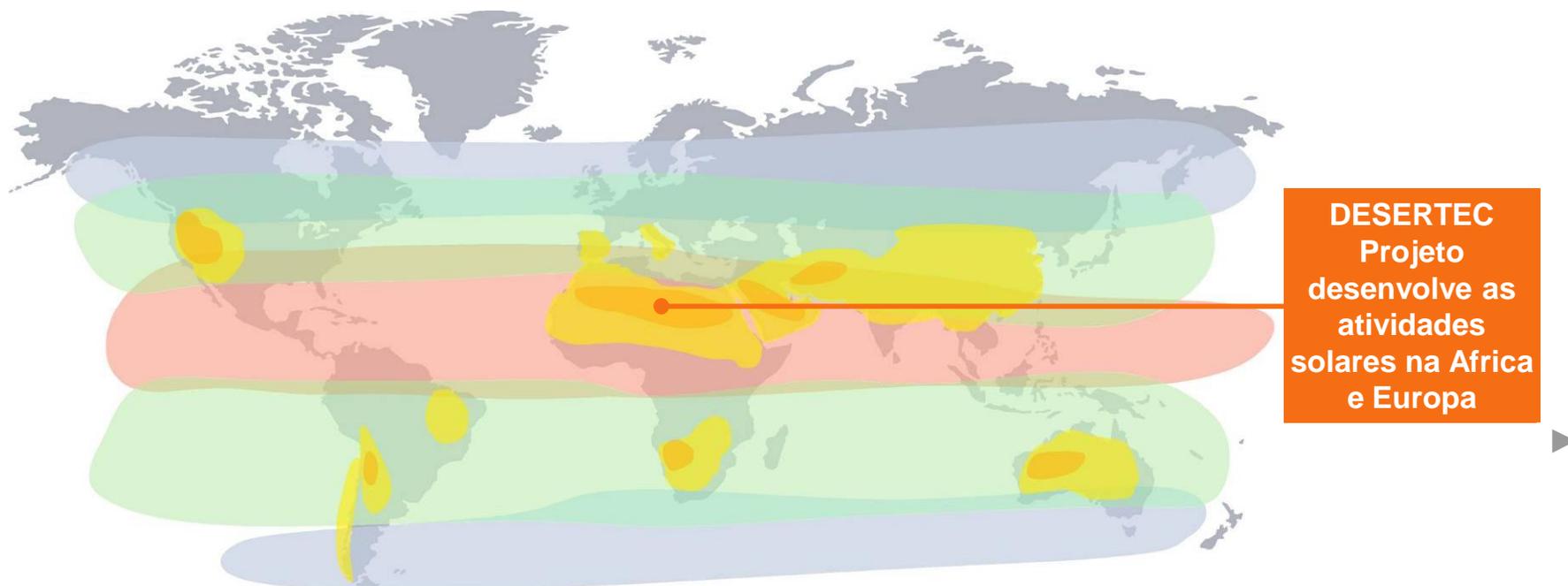


Geração de Energia Solar

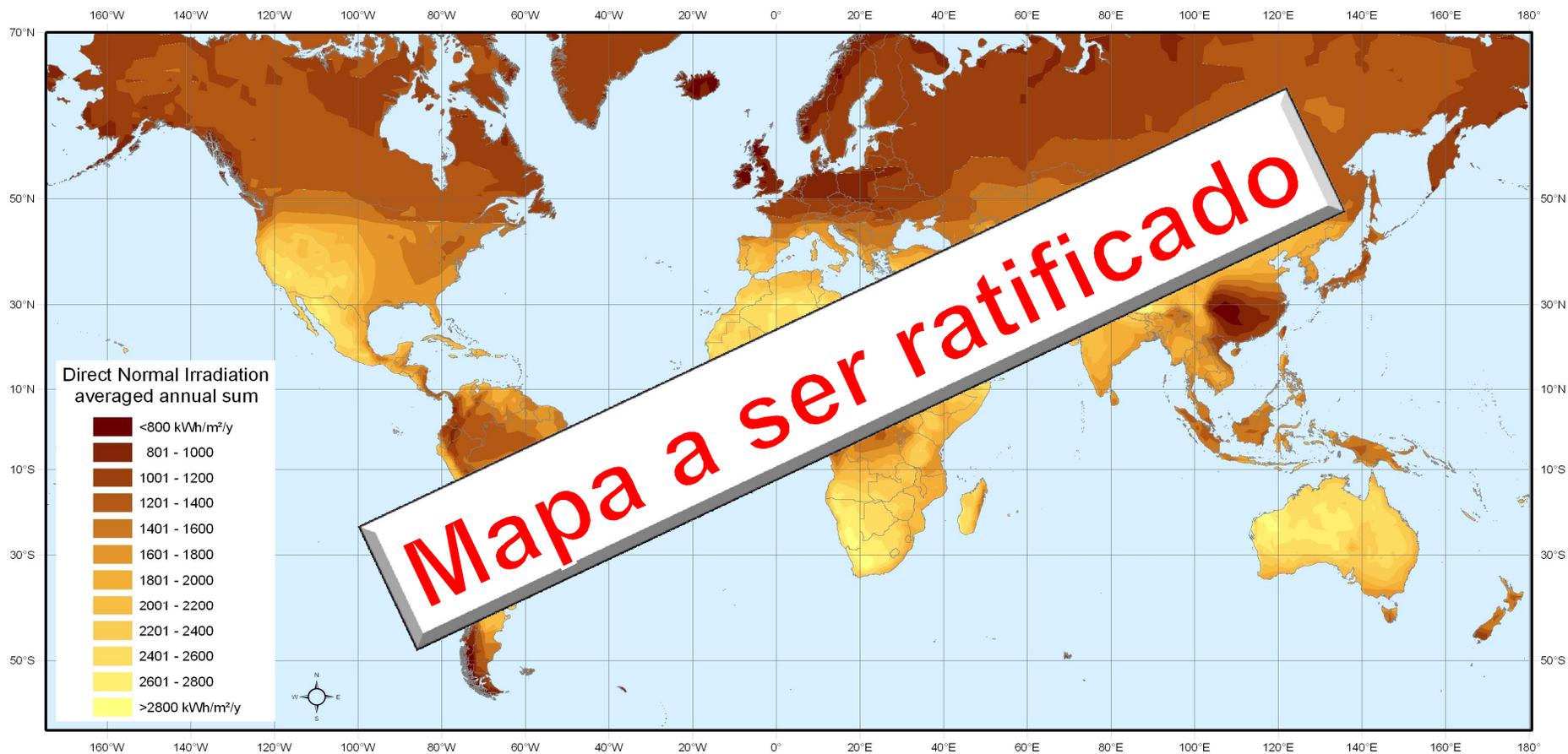


Aplicações solares de acordo com as regiões



Tecnologia Possível		Temperatura	Irradiação	Uso de Terreno	Despacho de Energia
Fotovoltaica	Silicio Cristalino	Baixa	Difusa a Direta	Moderate	Não
	Filme Fino	Media para Alta	Difusa a Direta	Grande	Não
	Concentrada PV	Alta	Direta	Pequena	Não
Termo Solar (CSP)		Alta	Direta	Moderada	Sim, com estocagem

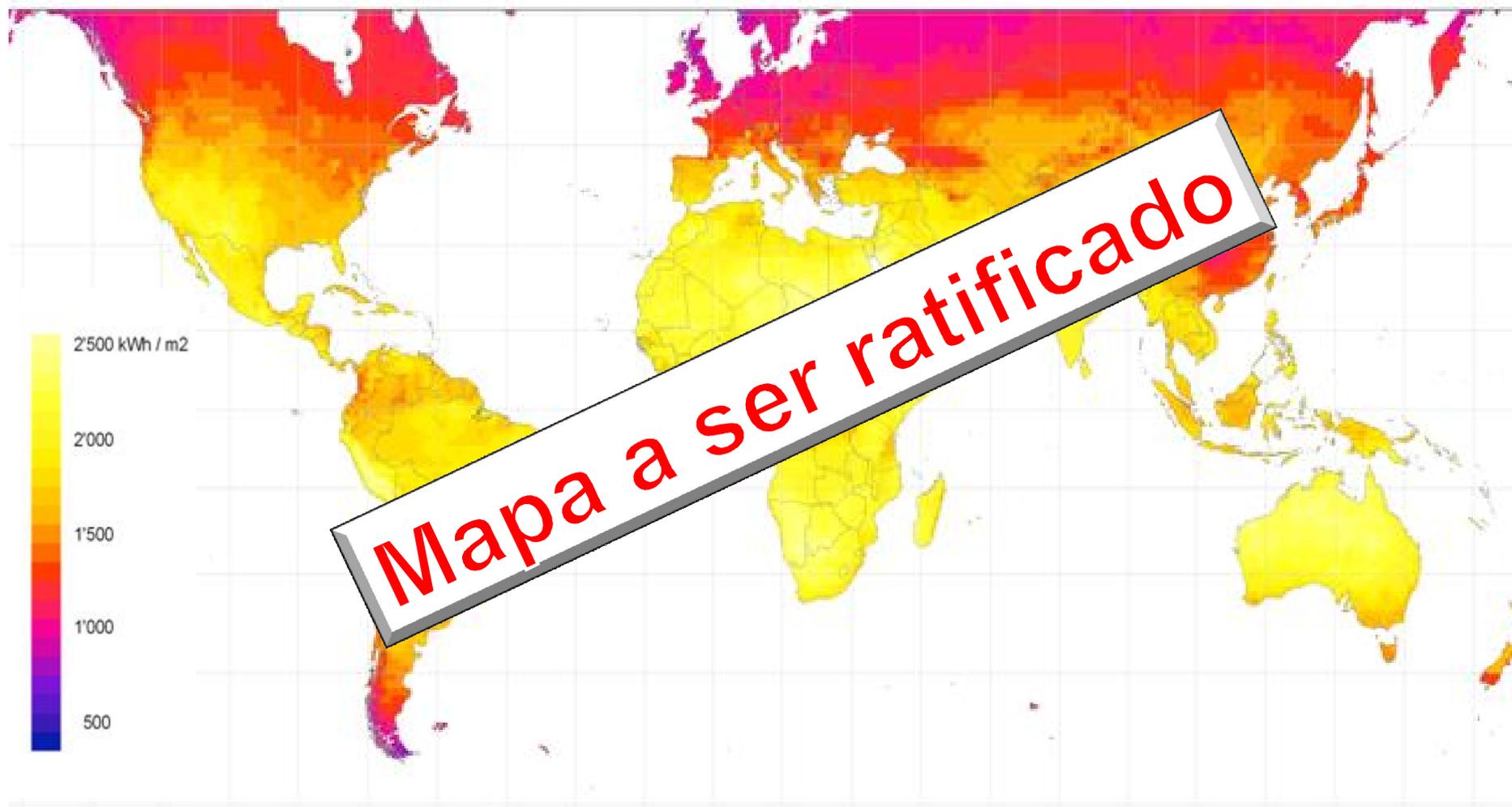
Irradiação Normal Direta (DNI)



Data based on SSE 6.0 dataset for a 22-year period (July 1983 - June 2005)
 (<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>)

Map created and map layout by 2008
 (<http://www.dlr.de>)

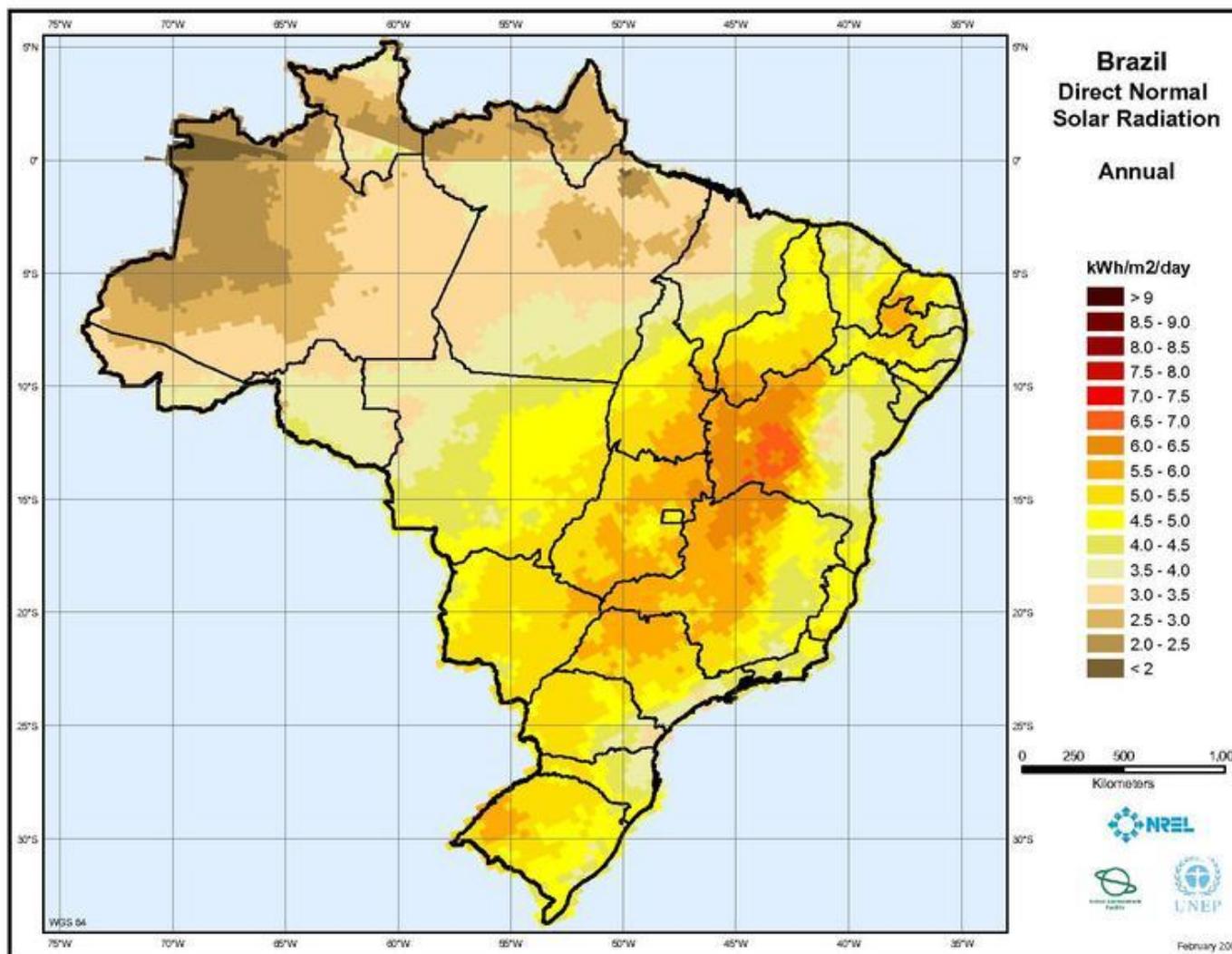
Irradiação Global Horizontal (GHI)



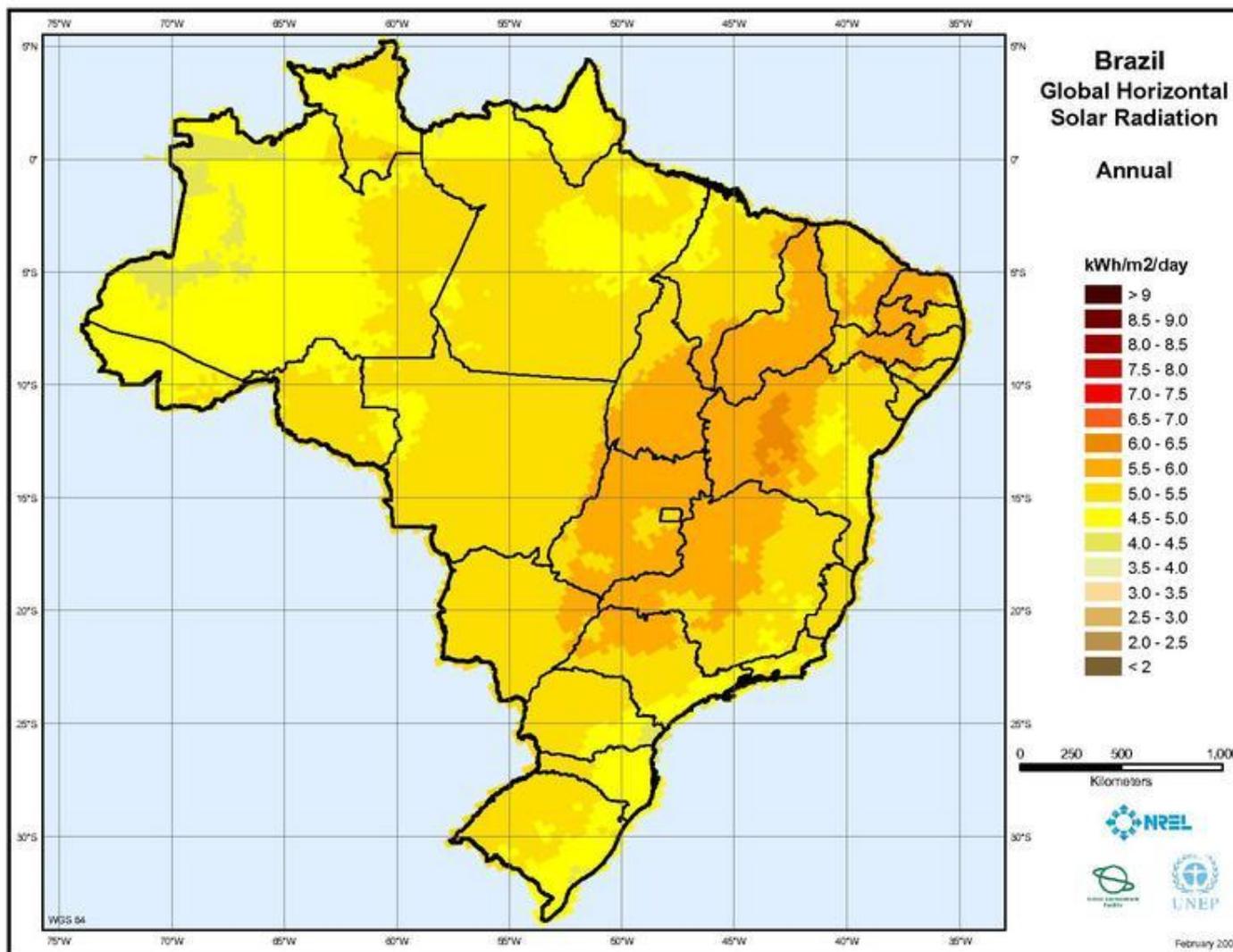
Radiação Global = Radiação Normal Direta (DNI) + Radiação Difusa (DIF)



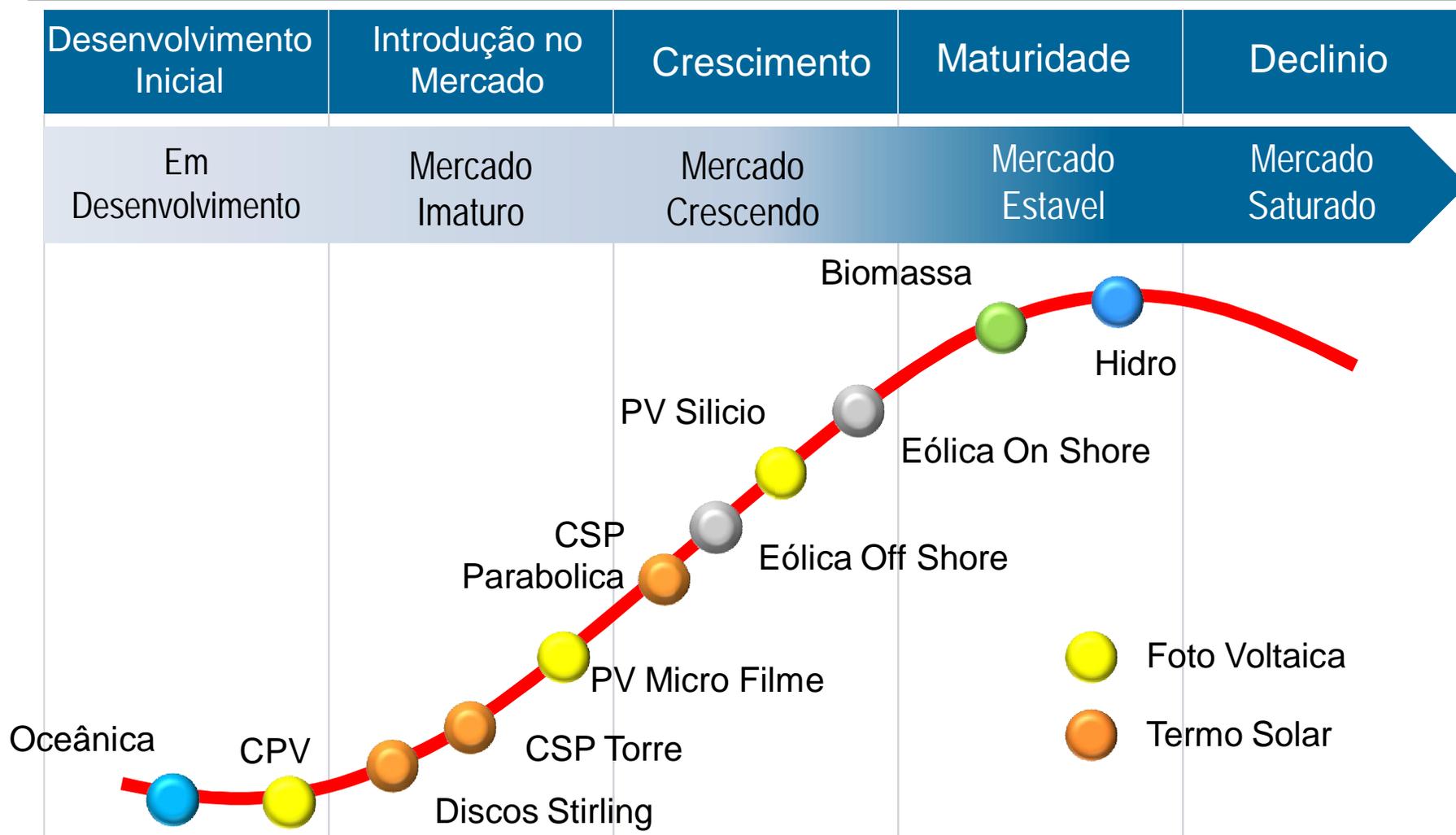
Mapa DNI Brasil - Geração Termo Solar



Mapa GHI Brasil - Geração Fotovoltaica



Maturidade das Tecnologias Renováveis



Geração Termo Solar - Tecnologias Atuais

Discos Stirling



Solar Concentradora



Com
Geração
de Vapor

Espelhos Fernel



Torre Solar

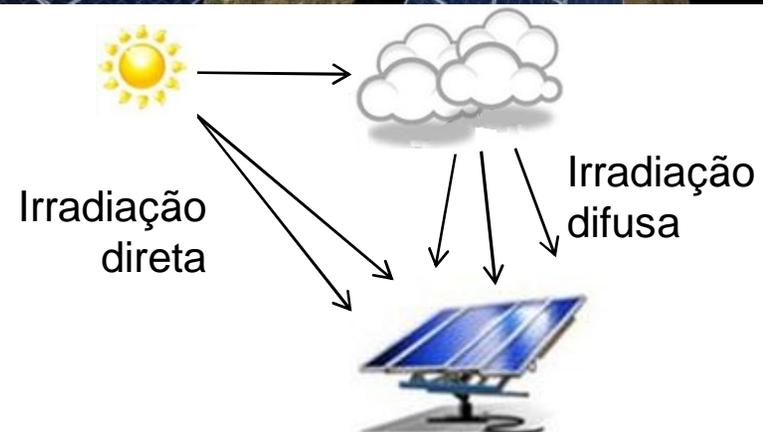


Irradiação Solar

Plantas Termo Solares



Plantas Fotovoltaicas



As diferentes formas de Energia Solar

- ☀ **Todas** as diferentes formas de geração de energia a partir do sol têm seus **pontos fortes e fracos**;
- ☀ A escolha da **melhor tecnologia depende** da **área específica** e do **propósito da planta** de geração de energia;
- ☀ Em áreas com **maior DNI**, a **termo geração solar** é a mais eficiente;
- ☀ Em áreas com **maior GHI** as **plantas PV** são mais indicadas;
- ☀ Em áreas com **pouca ou nenhuma água disponível**, PV pode ser a melhor escolha;
- ☀ Devido ao grande número de fatores, **cada caso deve ser analisado em todas as suas variantes**

Comparação entre as diferentes tecnologias

CSP Concentrating Solar Power	SI Poli Cristalino PV	Instalações com Filme Fino Si PV	Concentradora Fotovoltaica CPV
			
<ul style="list-style-type: none"> + Eficiente em grandes instalações ▪ Capacidade de armazenagem estendendo o período de geração ▪ Tecnologia madura ▪ Possibilidades: plantas híbridas ISCC e vapor de processo - Requer “tracking” devido à radiação direta ▪ Significativo uso de água 	<ul style="list-style-type: none"> + Menores custos de O&M ▪ Plantas modulares ▪ Radiação direta e difusa ▪ Possível instalação de “tracking” ▪ Aplicável em coberturas - Temperatura de degradação não é alta 	<ul style="list-style-type: none"> + Radiação direta e difusa ▪ Menor temperatura de degradação ▪ Possível instalação de “tracking” ▪ Aplicável em coberturas - Baixa eficiência requerendo maiores áreas 	<ul style="list-style-type: none"> + Menor temperatura de degradação ▪ Melhor eficiência ▪ Alta densidade de energia gerada ▪ Plantas modulares - Requer “tracking” devido à radiação direta ▪ Tecnologia imatura ▪ Altos custos

Comparação Básica entre PV e CSP

	Critério	PV	CSP	
Requisitos Ambientais e da Área	Necessidade de Água	Baixo ou nulo	médio (Air Cooled) Alto (Water cooled)	
	Irradiação Requerida	elevado GHI requerido	elevado DNI requerido	
	Temperatura Ambiente	cristalino	maior eficiencia com baixas temperaturas	Melhor eficiencia a menores temperaturas de resfriamento
		filme fino	menos sensível que o policristalino	
	Topografia do terreno	poucas restrições	Parabolicos	planicidade < 2%
			Torre	menores requisitos
Area por kWh	cristalino	média	forte influencia do DNI. Com elevado DNI a area ocupada cai significativamente	
	filme fino	alta		
Conexao à Rede	Despacho imediato	Ainda nao possível	com sistema de armazenagem	
	Potencia reativa	Controle VAR possível	Controle VAR possível	
Implantação do Projeto	Investimento estimado ano base PV 2010 ano base CSP 2010 <i>(depende da localização, tecnologia e custos dos sistemas auxiliares)</i>	10 MWp	10 MW	
		50 MWp	50 MW	
		100 MWp	100 MW	
	Prazo de implementação	6 a 12 meses dependendo do site	18 a 30 meses dependendo do site	

* incluindo sistema de armazenamento

SIEMENS

Geração Fotovoltaica



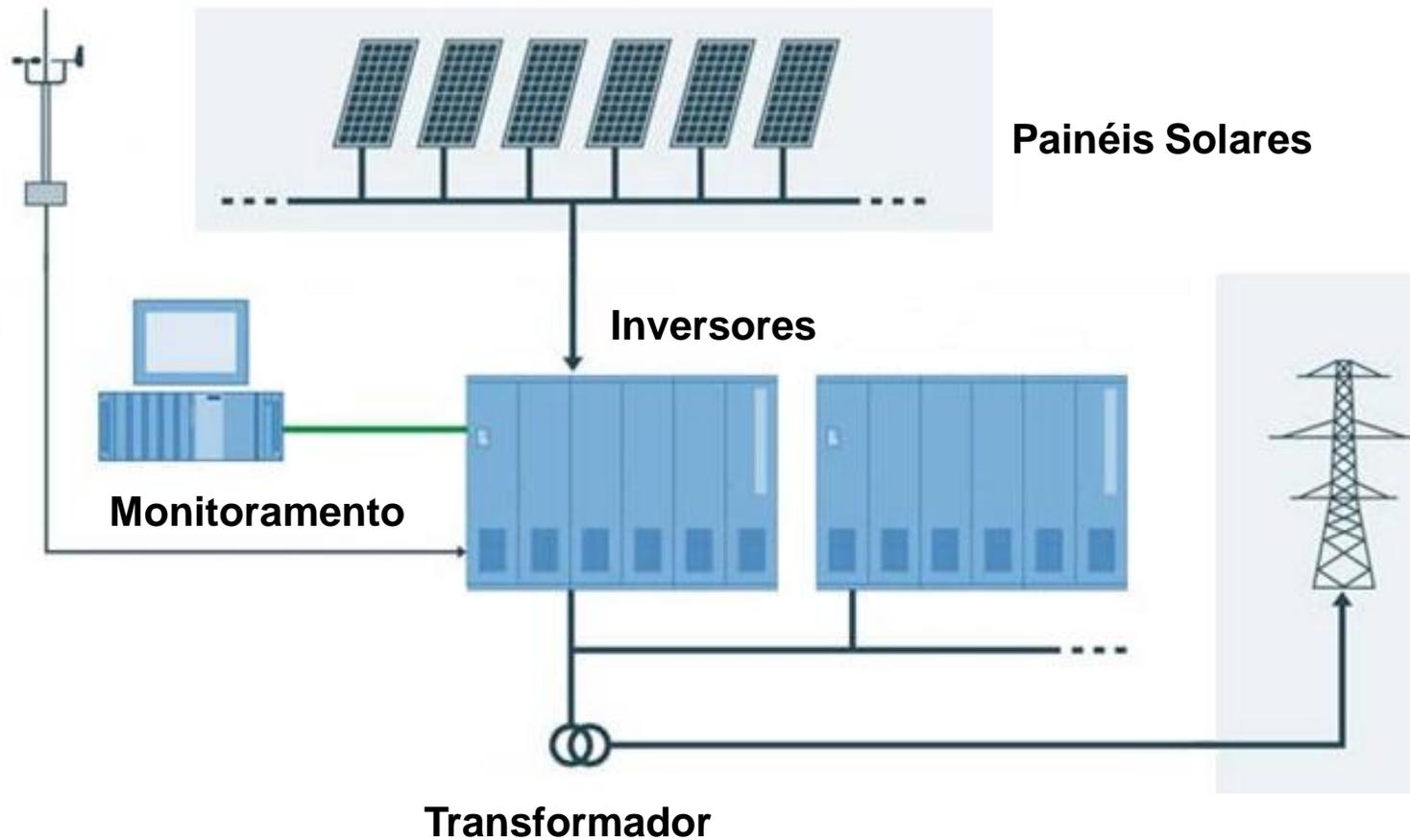
História da Siemens no Segmento Fotovoltaico

- 1950s** Primeiras tecnologias na produção de silício
- 1980s** Uso comercial dos módulos e inversores solares da Siemens
- 1986** Produção dos módulos policristalinos da Siemens
- 1997** Introdução da primeira central de controle automática
- 2001** Joint venture Siemens e Shell Solar
- 2002** Shell adquire a área Solar da Siemens, então o 4º maior produtor mundial de módulos PV
- 2007** Fornecimento do EBOP para 20 MWp na Espanha (então a maior planta PV)
- 2008** PV começa como BU da Divisão de Energias Renováveis da Siemens
- 2009** Contrato para plantas PV de 40 MWp com a Arava Power em Israel
- 2010** Contrato EPC completo para uma planta PV de 15 MWp em San Donaci, Itália



Plantas Fotovoltaicas (PV)

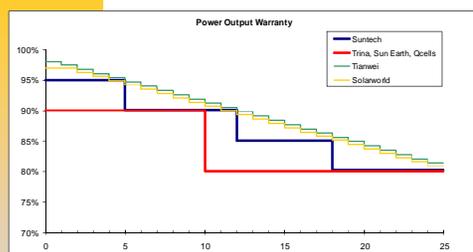
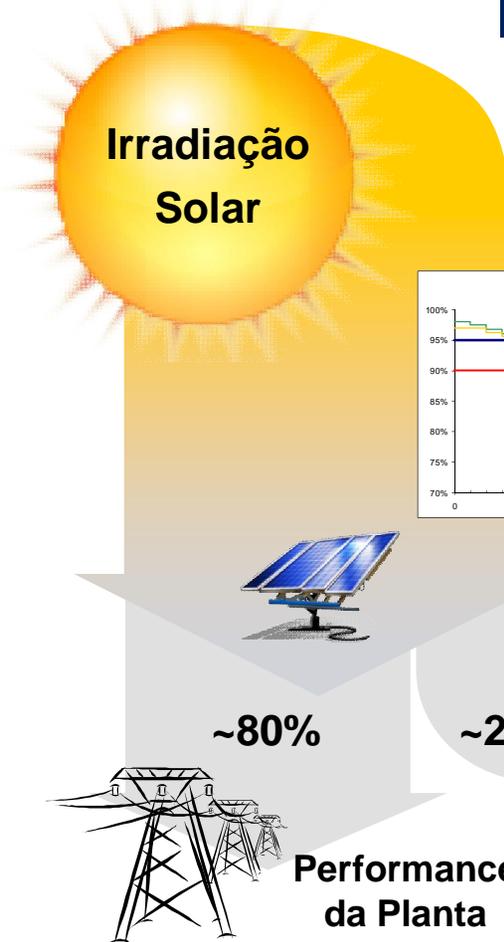
Centro Meteorológico



Perdas técnicas reduzem +/- 20% da eficiência

Do Sol Para a Rede Elétrica

A eficiência do Módulos e as perdas relativa à temperatura são relevantes para a performance da planta PV e devem ser cuidadosamente consideradas desde a fase inicial do projeto.



- Sujeira nos módulos
- Sombreamento
- Perdas por Reflexão
- Perdas por Temperatura
- Falhas na Seleção ou Construção dos Módulos
- Perdas nos cabos DC & AC
- Perdas nos Inversores
- Perdas nos Transformadores

PV - Tecnologias Existentes

Tecnologias Fotovoltaicas - PV

Módulo Cristalino (PV)

~90% do mercado PV

➡ Mono- ou policristalino de células de silício laminado sob vidro em módulos conectados.

⊕ Tecnologia Madura com alta eficiência (~15-19%)

⊖ Maior preço do Silício encarece o preço final dos Módulos *



Módulo Micro Filme (PV)

~10% do mercado PV

➡ Filme semicondutor aplicado em substrato (vidro, plástico flexível, etc...)

⊕ Mais Barato e mais leve que o Módulo Cristalino

⊖ Menor Eficiência (~6-12%)



Concentrada PV (CPV)

Nova Tecnologia

➡ Inclui a concentração da energia luminosa através de lentes especiais (CPV)

⊕ Alta eficiência (> 33% comprovada)

⊖ Tecnologia em desenvolvimento com altos custos.



CPV tem Mercado com Elevado Potencial

CPV é uma energia extremamente competitiva em áreas com “Alto DNI” (>2,000 kWh/m²/year), que representam mais de 30% do consumo mundial de eletricidade

Yearly sum of direct normal irradiance



Source: Meeonorm 6.0 (www.meeonorm.com); uncertainty 15%
Period: 1981 - 2000; grid cell size: 1°

June 2008



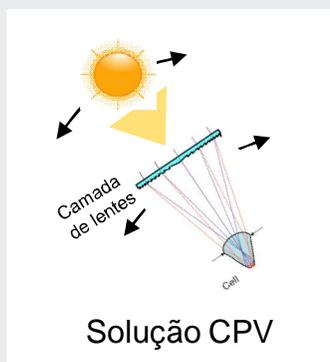
O numero de plantas PV “ground based” nas regiões com otimo DNI deve aumentar muito em função da maior acessibilidade das plantas CPV

Source: CIA Factbooks (2003-2011), as reported by NationMaster.com;

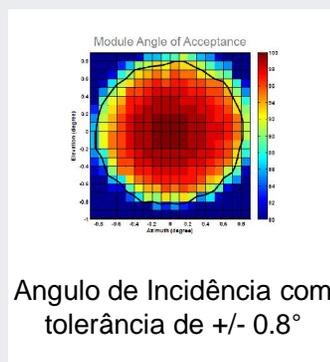
CPV como fator potencialmente aplicável a mercados com Alto DNI: Alta Eficiência

SIEMENS

Conceito Básico



Solução CPV



Angulo de Incidência com tolerância de +/- 0.8°



Planta CPV

Impacto

- **A tecnologia CPV** é particularmente aplicável em áreas com elevado DNI
- Estimativas conservadoras indicam que mais de **6GW CPV** serão instalados cumulativamente até 2020
- Siemens tem participação na empresa **Semprius** (líder na tecnologia CPV)
- **Principais características da tecnologia Semprius:**
 - **Menores células** (1 célula = 0.35 mm²)
 - **Menor custo devido à maior concentração** (1100x)
 - **Maior eficiência** devido ao projeto das células (cell > 40% / Module > 30%)

CPV

SIEMENS

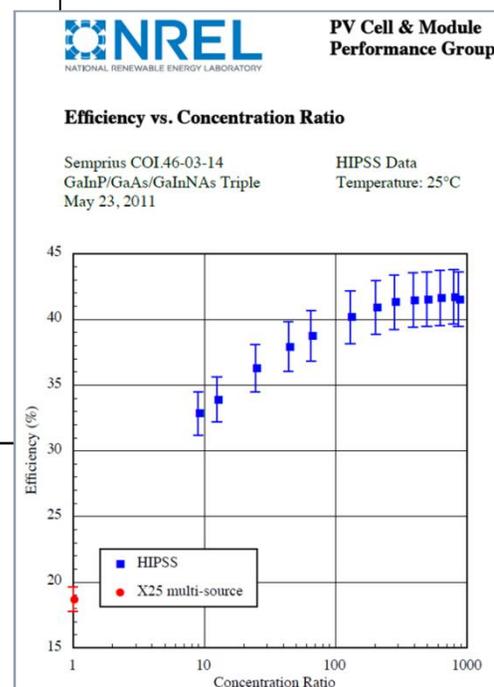
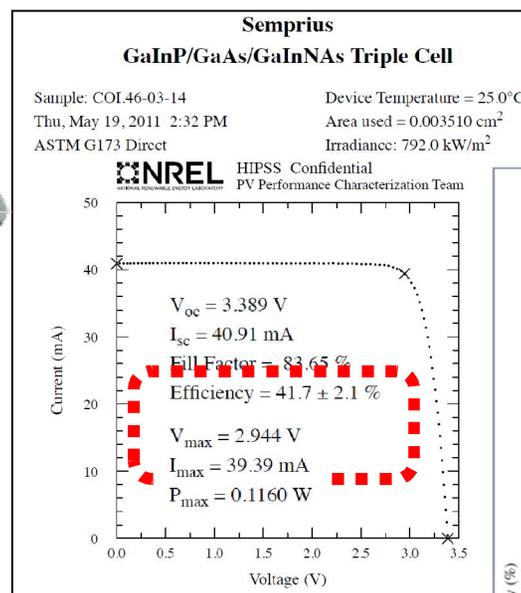
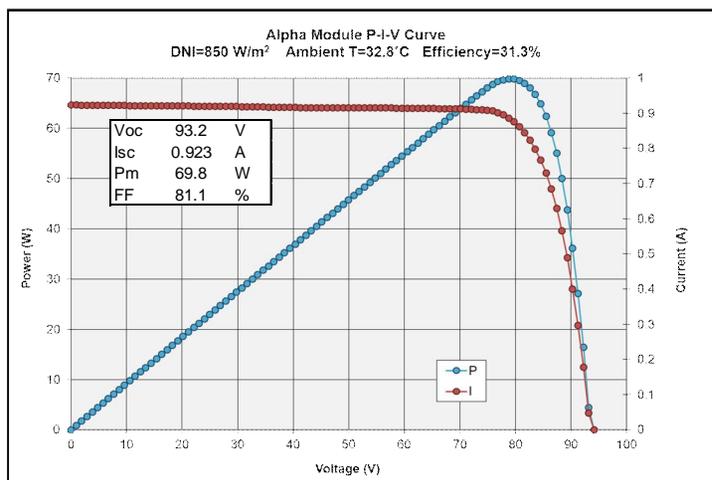
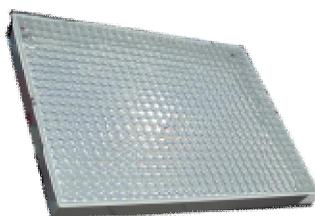


Status da Tecnologia (02/2012)

Módulos CPV estão sendo testados em campo por mais de dois anos, sendo que as **eficiências comprovadas são >41% (células) e >33% (módulos).**

Modulo HCPV

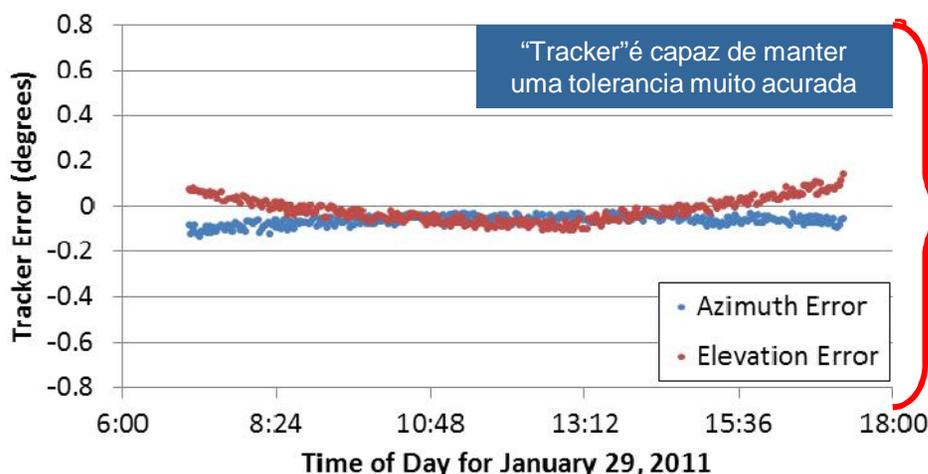
- 0.27 m²
- 7 cm espessura
- 6.8 kg
- 70 W_p (PTC)
- V_{oc} = 95 V / I_{sc} = 0.90 A



1) Based on test conditions at 850W/m².

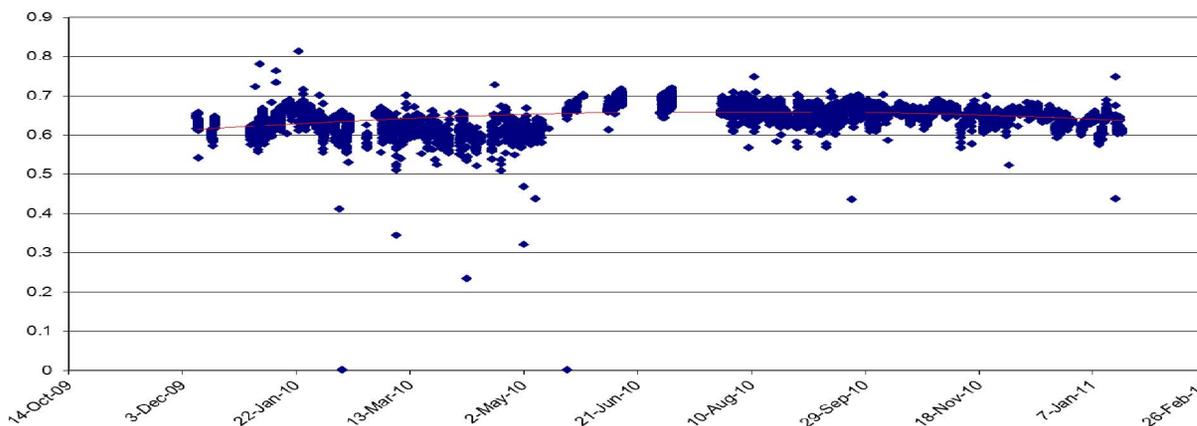
Status da Tecnologia - Confiabilidade

Testes de campo validam os sistemas de “tracking” e a confiabilidade dos modulos.



- Erro de “tracking” é mínimo
- Dentro da tolerancia angular ($\pm 0.8^\circ$)
- Boa tolerancia às cargas de vento

- >1 ano de exposição ao sol
- Nenhuma comprovação de degradação



SIEMENS



Geração Termo Solar

Historia de Siemens em CSP

1992 Fundação da Solel (sucessora da empresa Luz)

2006

- Fornecimento de mais de 60,000 receptores solares para (SEGS)
- JV com Valoriza para construção de Plantas Solares Térmicas

2007

- Acordos com Acciona e ACS/Cobra para o fornecimento de 10,000 e 20,000 receptores UVAC, respectivamente.
- Decreto Real na Espanha (incentivos para CSP)
- Acordos adicionais para mais de 200,000 receptores

2008

- Lançamento de novos [produtos solares (novos conceitos)]

2009

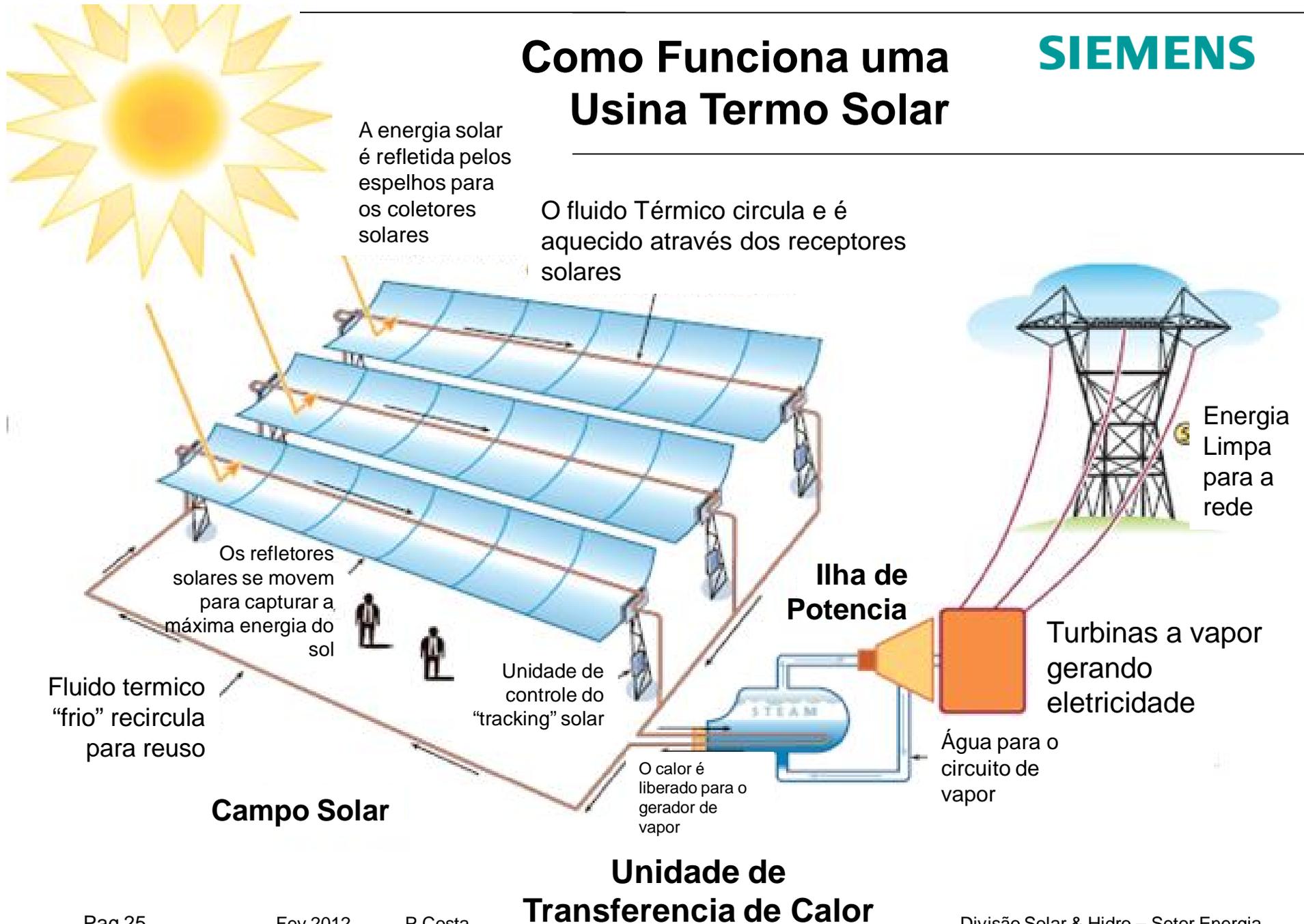
- Aquisição da da Solel pela Siemens
- UVAC 2010 lançado no mercado

2010

- Construção Completa da Planta Solar de Lebrija em Andalusia, Espanha

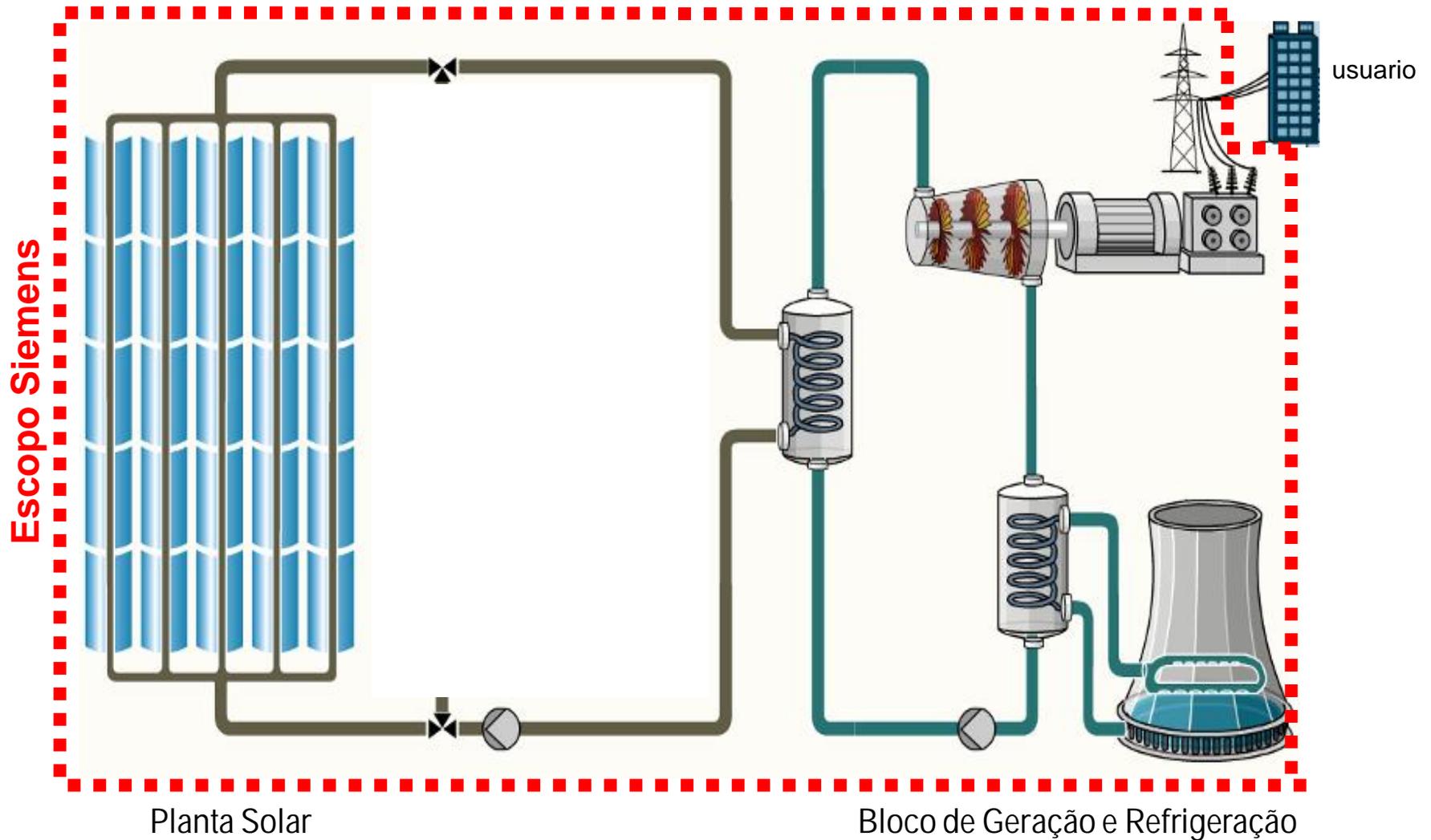


Como Funciona uma Usina Termo Solar

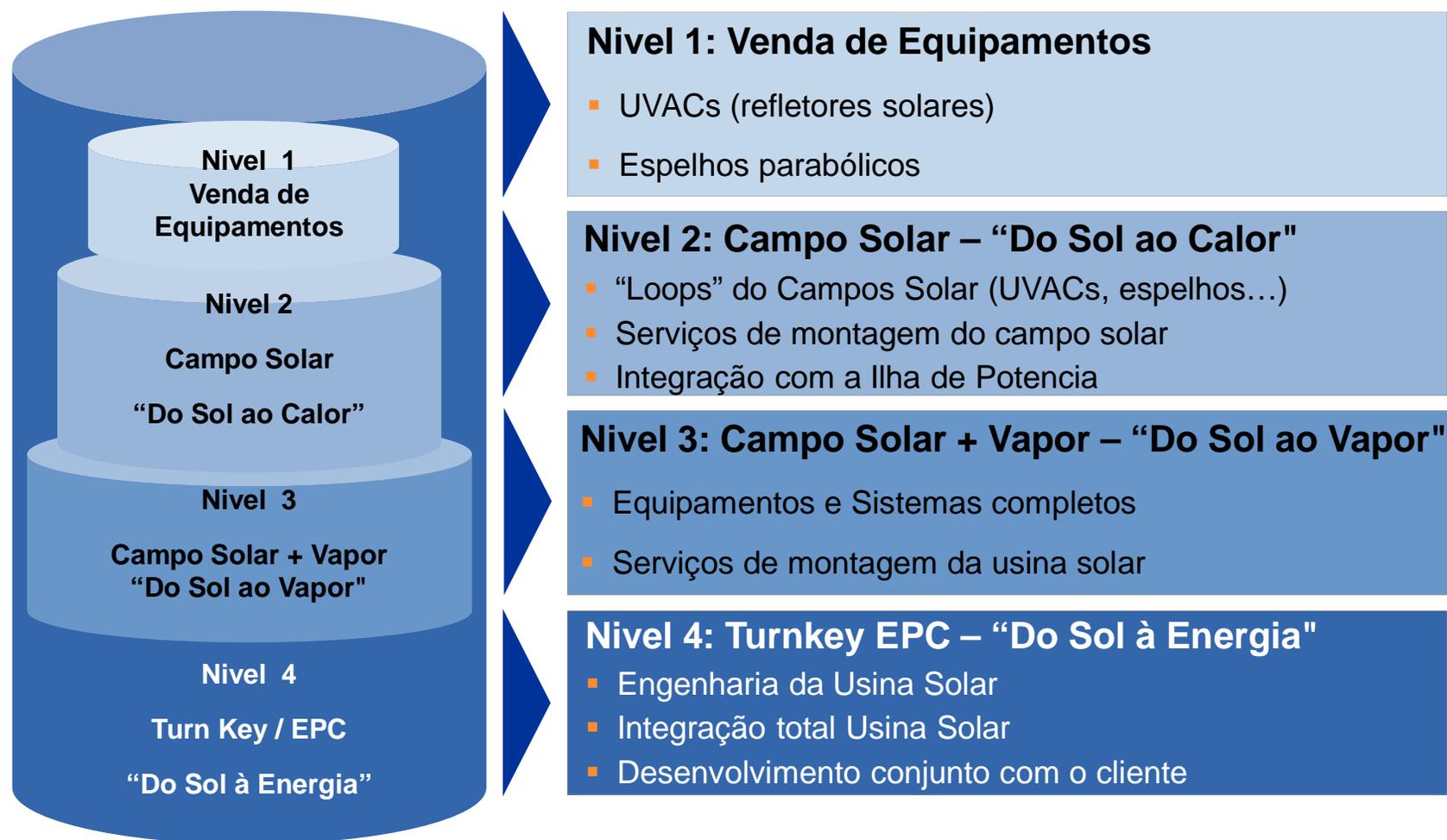


Conceito Básico para Plantas Termo Solares com Coletor Parabólico

SIEMENS



Possíveis formas de Fornecimento



Condições a serem observadas para a Instalação de uma planta solar

SIEMENS

- ☀ Topografia (planicidade da área disponível)
- ☀ Temperatura do ar e elevação de temperatura na região
- ☀ Incidência e velocidades do vento na área
- ☀ Albedo de Superfície (relação entre a radiação dispersada no solo x radiação total incidente na superfície)
- ☀ Umidade relativa do ar
- ☀ Visibilidade atmosférica e potencial cobertura de nuvens
- ☀ Disponibilidade de água (circuito de vapor)





Montagem da Estrutura da Parábola



Montagem dos Espelhos na Parábola



Montagem dos Espelhos na Parábola



Despacho da Parábola ao Campo Solar



Movimentação da Parábola



Colocação da Parábola no Transporte



Transporte da Parábola ao Campo Solar



Coletores Solares - UVAC



Alinhamento das Parábolas no Campo Solar



Tubulações de HTF (parcial)



Sistema de HTF (parcial)



Atividades de Montagem do Campo Solar



Atividades de Montagem do Turbo Gerador



Lebrija 1



Siemens

126 Loops

1,500,000 m^2

122,207 $MWh/year$ ¹⁾

1) Geração Elétrica Total Líquida

Projeto Lebrija 1 – Construção



- **Industrialização** de todos os processos – somente alinhamentos na obra, nenhuma construção mecânica no campo solar
- **Eficiência Óptica** - pela automação e industrialização da construção
- **Qualidade** – em todos os componentes – aprovação e certificação CE
- **Transferência** – de tecnologia na construção e treinamento do pessoal local
- **Sala para Solução de problemas** – resolução via help desk / sistema de video no site, com camaras fixas e móveis – link direto com a Siemens

Receptores Solares em Operação



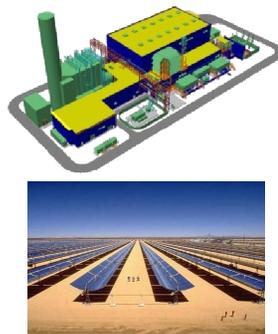
Projetos Termo Solares no Brasil



Plantas Híbridas: forma econômica e flexível de incluir a energia solar numa matriz energética

Alternativa 1: Plantas Construídas Separadamente

- Plantas CSP Isoladas, com ou sem armazenagem
- Plantas de ciclo combinado isoladas

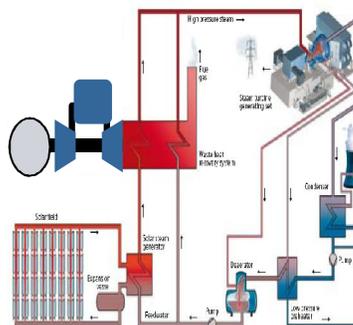


Vantagens das Plantas Híbridas comparadas com plantas Isoladas

- Menor custo do que duas plantas separadamente
- Maior eficiência
- Flexibilidade

Alternative 2: Plantas Híbridas

- Planta híbrida alimentada por gás e solar
- Planta híbrida pode ser construída com ou sem armazenagem



Desvantagens das Plantas Híbridas

- Maior complexidade da planta híbrida que exige maior engenharia e menor potencial para padronização

■ Nomenclaturas:

- “Planta Híbrida”: planta de geração com mais de um combustível (ex: gás/solar, biomassa/solar)
- “ISCC (Integrated Solar Combined Cycle)”: configuração híbrida baseada numa planta CCPP convencional com a adição de um campo solar integrado ao ciclo de vapor

Campo Solar

- ☀ Para uma mesma potencia, o campo pode variar em função dos fatores citados anteriormente. Por exemplo

Potencia Liquida	Area Ocupada (m ²)	Loops	Linhas	Coletores Solares	Parabolas	UVACs	Espelhos
20 MW	106,369	32	64	192	1,536	4,608	43,008
20 MW	132,960	40	80	240	1,920	5,760	53,760
30 MW	159,552	48	96	288	2,304	6,912	64,512
30 MW	199,440	60	120	360	2,880	8,640	80,640
50 MW	265,920	80	160	480	3,840	11,520	107,520
50 MW	332,400	100	200	600	4,800	14,400	134,400

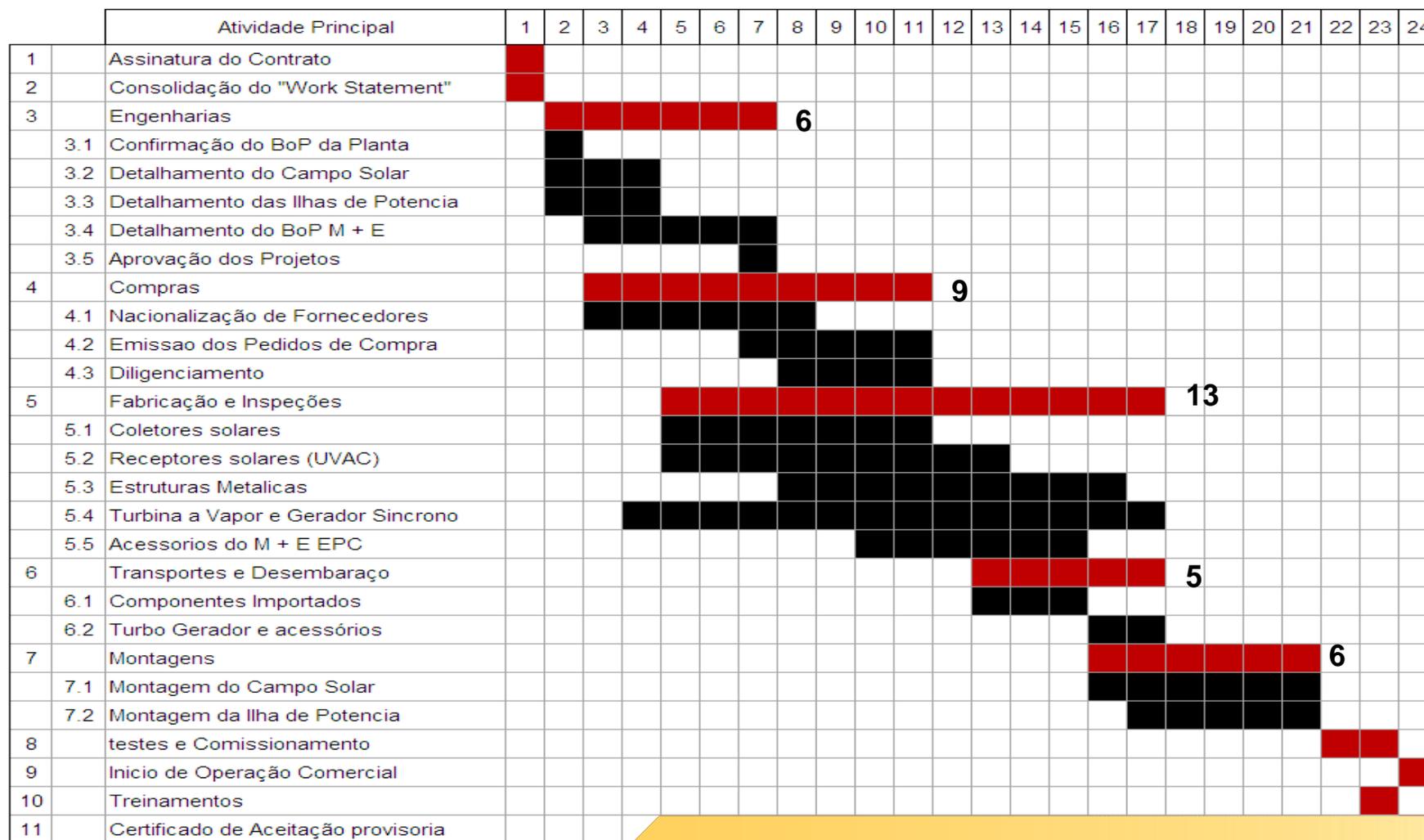
- ☀ O campo solar, além dos componentes acima, inclui o sistema de “tracking”, tubulações auxiliares, as colunas de apoio, as tubulações de HTF (frio e quente), sistemas de tratamento e armazenamento do HTF.
- ☀ Não estão previstos sistemas de estocagem de HTF para aumento da capacidade de geração

Cronograma Preliminar de Implantação - PV

Atividade Principal		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Assinatura do Contrato	█											
2	Consolidação do "Work Statement"	█											
3	Engenharias		█	█	█								
3.1	Engenharia do Campo Solar		█										
3.2	Engenharia dos Acessórios e Sisteams Auxiliares			█									
3.3	Detalhamento dos componentes - Bill of material				█								
3.4	Aprovação dos projetos				█								
4	Aquisições				█	█							
4.1	Nacionalização dos Fornecedores				█	█							
4.2	Emissão dos Pedidos de Compra					█							
4.3	Diligenciamento					█							
5	Componentes Importados					█	█	█					
5.1	Modulos					█	█	█					
5.2	Inversores						█	█					
6	Componentes nacionais					█	█	█	█				
6.1	Transformadores					█	█	█	█				
6.2	Cubiculos						█	█	█				
6.3	Cabeamento							█	█				
6.4	Acessórios							█	█				
7	Transporte								█	█			
8	Montagem								█	█	█		
9	Comissionamento										█		
10	Início de Operação Comercial											█	

Possibilidade de redução?

Cronograma Preliminar de Implantação - CSP



Possibilidade de redução?

Escopo Básico de Fornecimento

Item do Escopo Basico	Siemens	Outros	Local	Importado
Engenharia basica da Planta				X
Engenharia detalhada e de integração				
Engenharia do Campo Solar				X
Sistema de Tracking completo				X
Tubos receptores solares (UVAC)				X
Caldeira de HTF		X		X
Caldeira de Biomassa		X		
Conjunto de tubulações auxiliares				
Equipamentos auxiliares da casa de força				
Estrutura do Campo Solar				
Estruturas Metalicas para Sistema e Caldeira de HTF				
Linha de transmissao				
Parabolas (coletores solares)				
Sistema de aterramento do campo solar				
Sistema de HTF completo				
Sistema de movimentação de biomassa				
Subestações				
Torre de Resfriamento		X		
Turbo Gerador				
Vasos de pressao (trocadores de calor e condensadores)				

Porção importada do escopo , pequena em conteúdo e valor



Grato pela Atenção!