

Energias Renováveis: uma revolução “in the making” ?

Fevereiro 2014

Manuel Collares Pereira
(collarespereira@uevora.pt)

Energias Renováveis

- **Solar**

Calor- água quente, calor de processo (indústria- água, vapor), aquecimento ambiente

Frio-climatização/refrigeração

Água potável a partir de água do mar, águas salobras

Tratamento de resíduos/descontaminação

Electricidade

Combustíveis líquidos/gasosos- “solar fuels”

Processamento de materiais

(...)

- **Eólica** - electricidade
- **Biomassa** (sólida (pellets), líquida (bioetanol, biodiesel), gás (biogás))- calor, electricidade, combustíveis
- **Ondas** - electricidade
- **Hídrica**- electricidade

+ Geo + (...)

Energias Renováveis (distribuídas!)

- Electricidade
- 20-25% do total em termos de Energia Final
- Evolução: mobilidade eléctrica, vai aumentar a percentagem da energia electrica no computo total
- Revolução:
 - da produção **centralizada** de grande potencia, à produção **descentralizada** de pequena potencia
 - de **consumidor** a **produtor - consumidor (prosumer)**, de electricidade (e do novo “combustível”?!! +)

Energias Renováveis

- Independência energética total do cidadão?
- + calor : água e climatização (edifícios eficientes)
- + gestão de energia (edifícios inteligentes)
- Vai acontecer?!:
 - Porque é mais barato (paridade com a rede)
 - Porque permite maior independência (o poder ao cidadão, para lá da política?)
 - Porque é limpo e sustentável
 - (...)

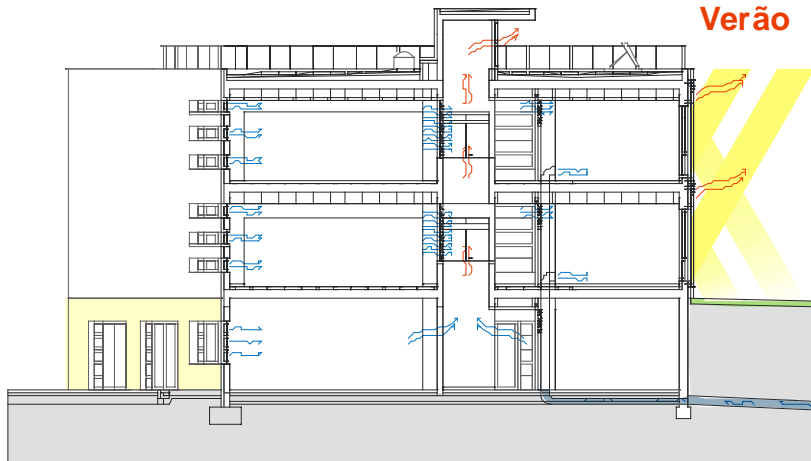


Novos edificio : um exemplo em Portugal-

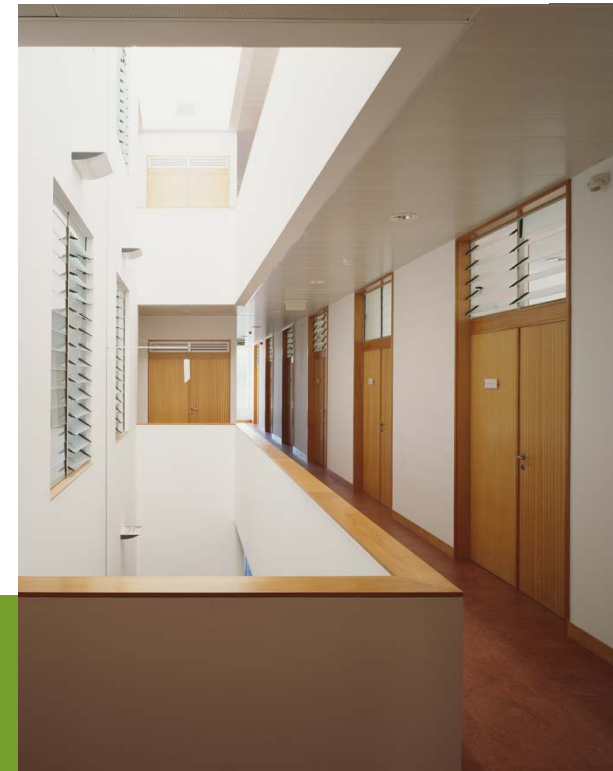
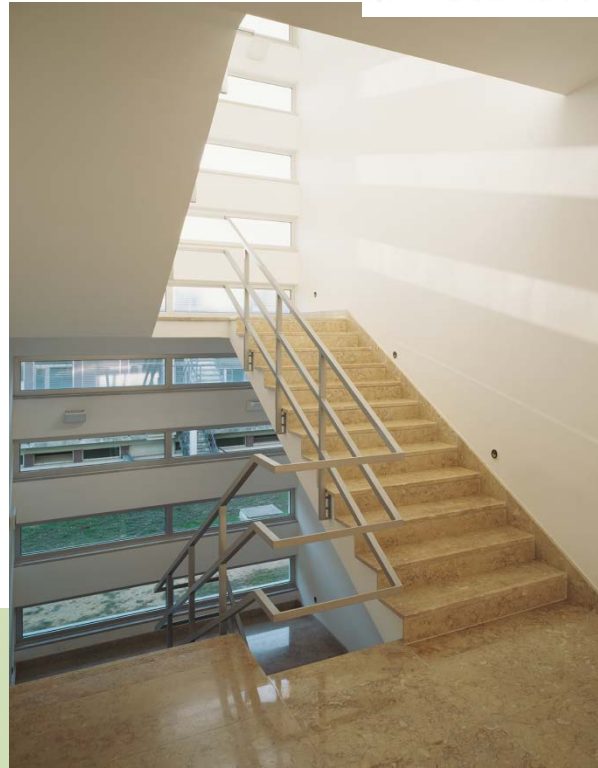
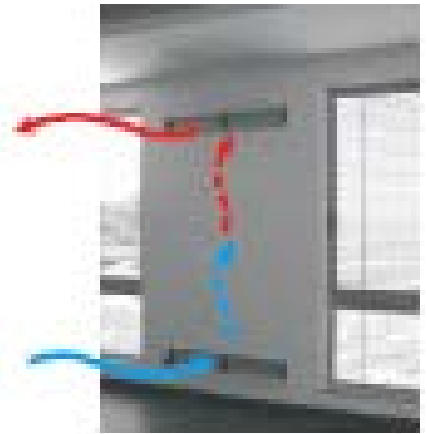
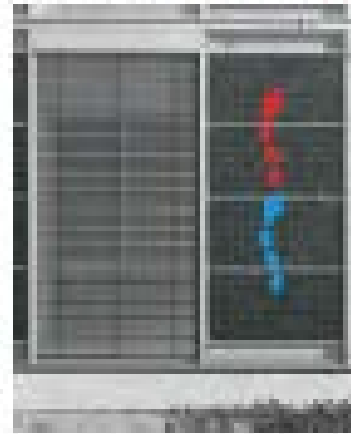
- SolarXXI : 1500m², 800 euro/m²
- Zero net energy : <7 kWh/m²/year
- Tecnologias activas e passivas misturadas de uma forma equilibrada



ILUMINAÇÃO NATURAL NATURAL LIGHTING



Inverno / Winter



A Energia Solar e o aquecimento de água para uso doméstico

Energia solar para AQS, comparação com outras fontes convencionais, calculo feito à energia produzida no tempo de vida do sistema (fonte – European Solar Energy Technology Plat

	Cost in €-cent per kWh			
	Today		2030	
	Central Europe	Southern Europe	Central Europe	Southern Europe
Solar thermal	7 - 16	5 - 12	3 - 6	2 - 4
Natural gas	8,5 -29		17-58	
Electricity	7-33		14-66	

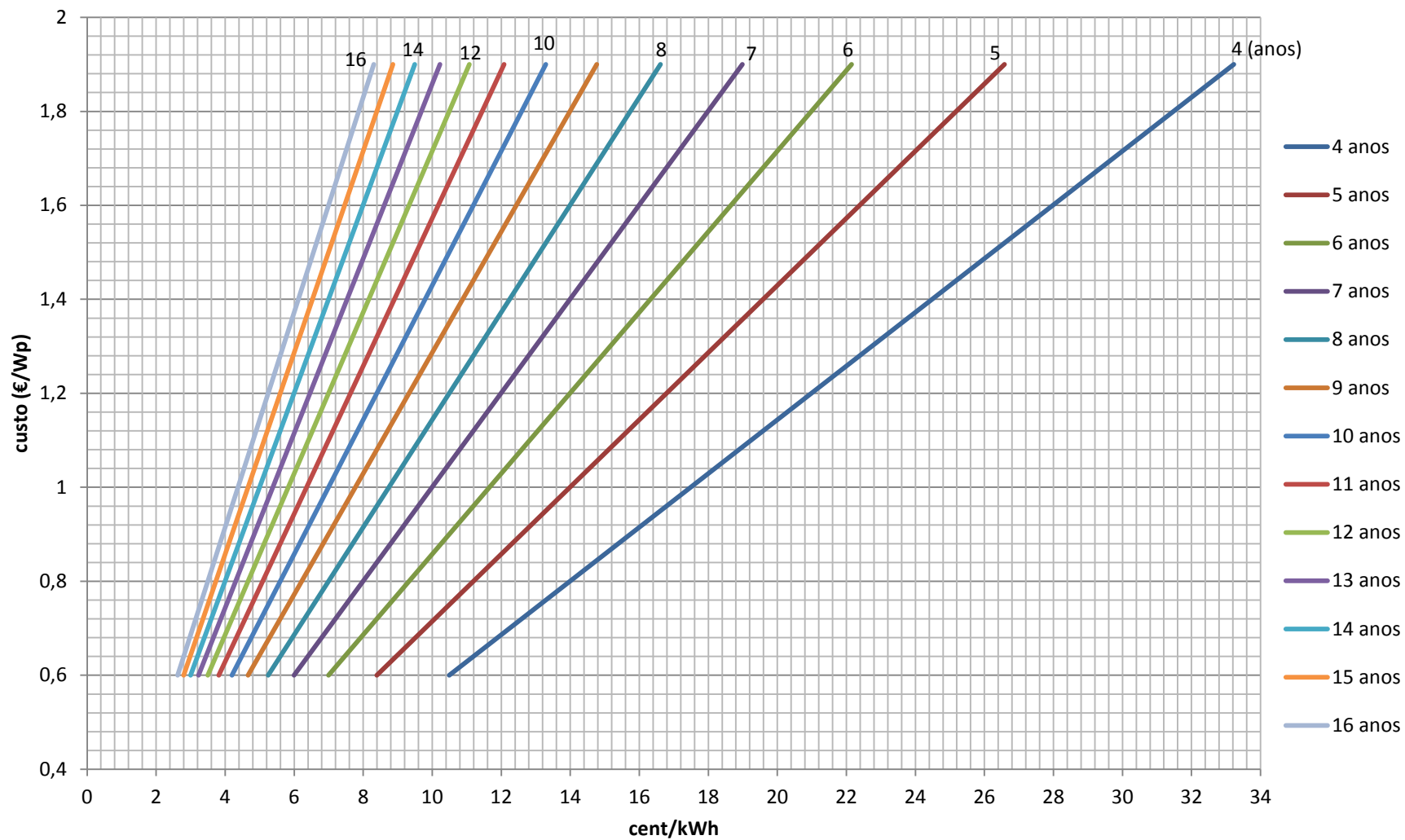
Presidência da
República- Belém

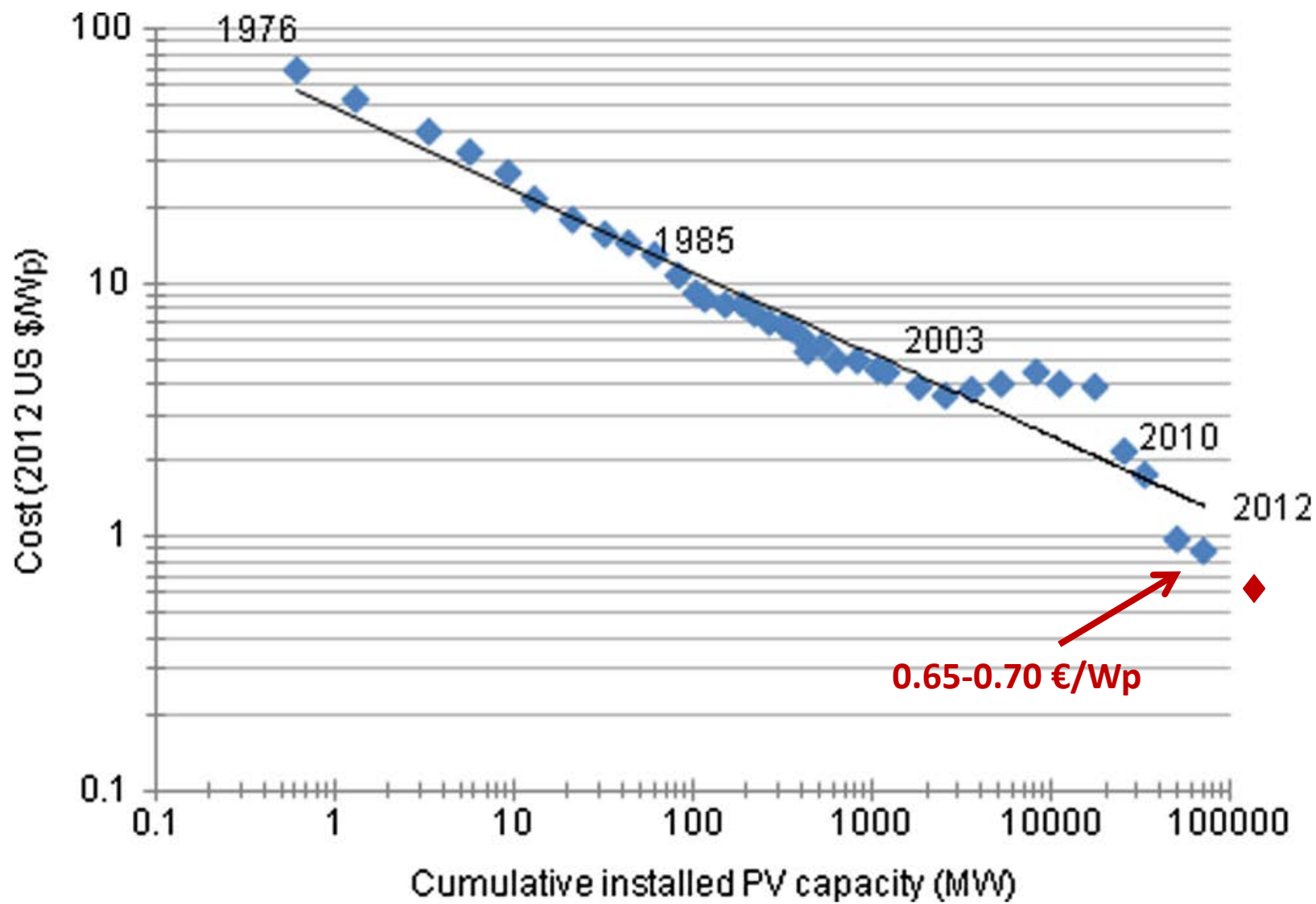


Electricidade solar (BIPV) nos edifícios

- Qual o custo hoje do sistema instalado?
- Potencia nominal do sistema ao meio dia solar na direcção perpendicular ao sol num céu azul : $Wp(\text{ico})$
- Custo do sistema instalado: em €
- €/Wp instalado
- O preço que pagamos pelo kWh hoje, traduz-se em quantos anos de recuperação do investimento?
- Dados de radiação solar de Lisboa
- $PR=0.75$

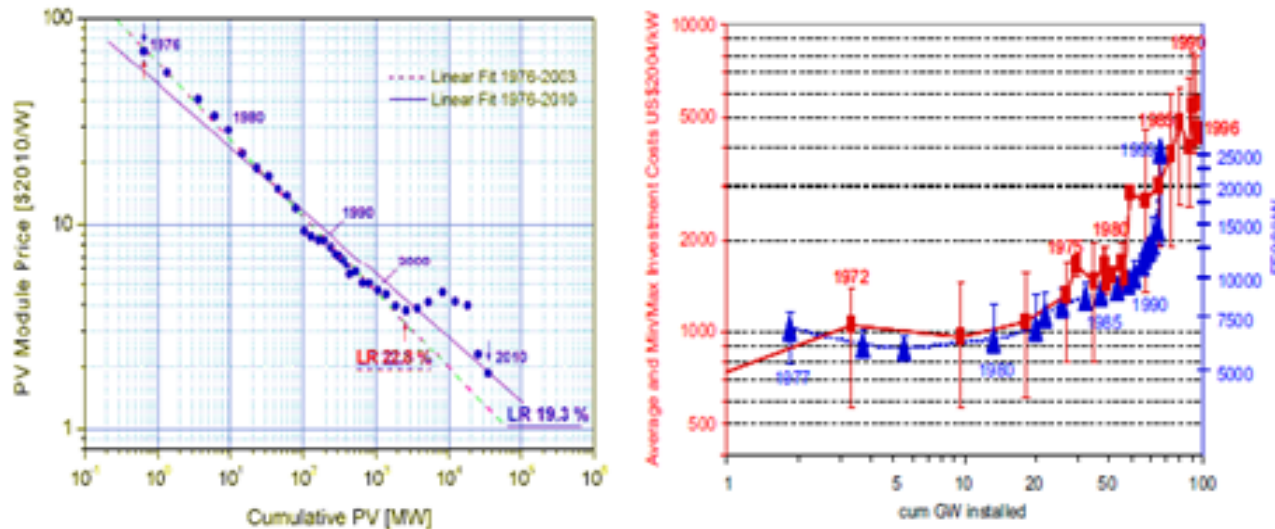
Lisboa - Custo do Wp vs Preço do kWh para diferentes períodos de retorno





- Nuclear (cisão): demasiado caro! (Roberto Vigotti, IEA, Koln 2010)

Learning curve of solar pv and of nuclear



-Inaceitável depois de Fukushima ...?!

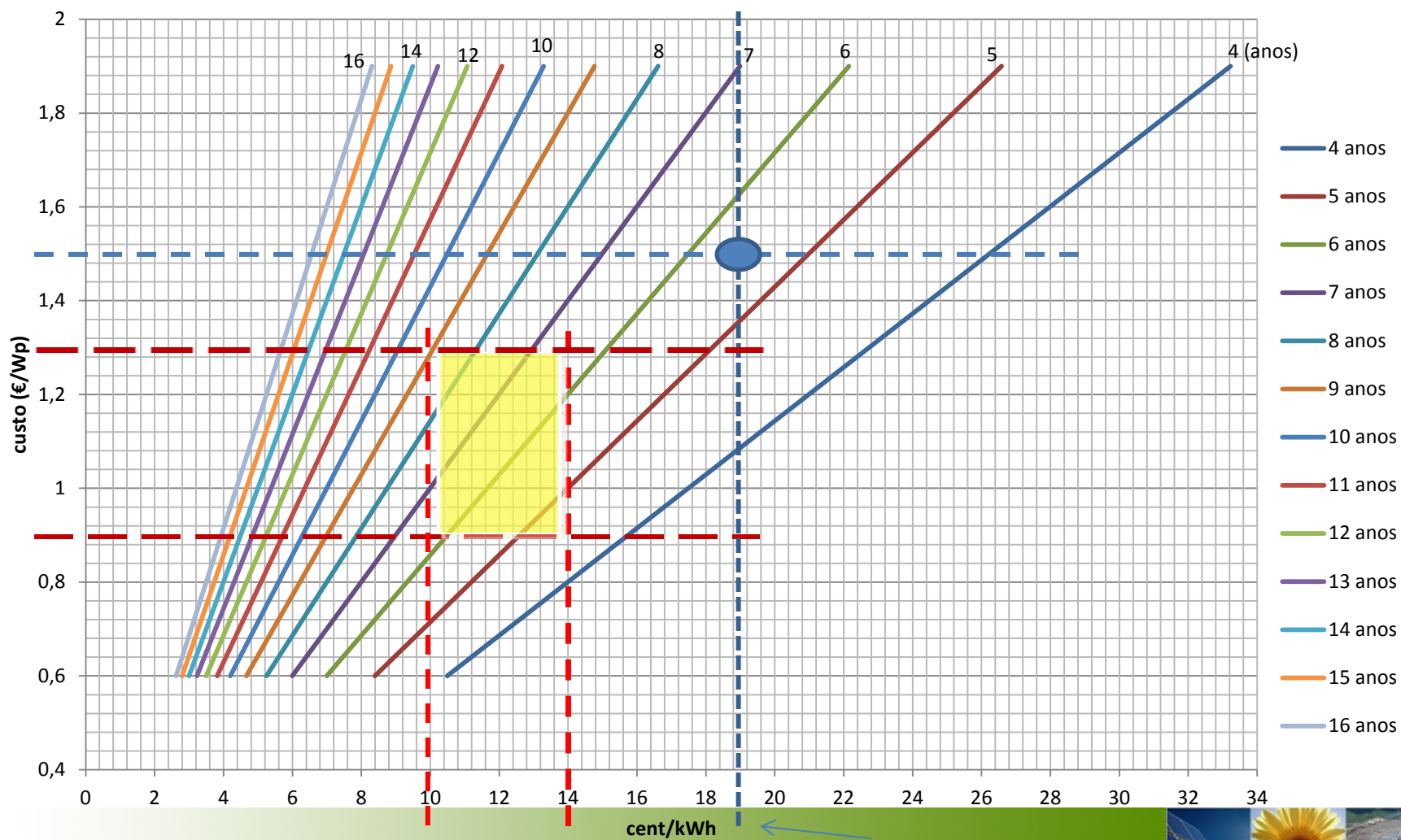
-Inútil, frente às alternativas....

14

Ainda o Nuclear

- Muito caro, mesmo sem contabilizar a questão dos resíduos, desmantelamento em fim de vida, preço do U 235...
- Nunca, em Portugal!
- **A Fusão**: uma novela que se vai escrevendo mas à qual não se vê o fim, sempre tão longe como quando se começou a escrever ...

Lisboa - Custo do Wp vs Preço do kWh para diferentes períodos de retorno



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

AT

MT/BT

Academia das Ciencias, 2015

domestico



UEVORA | 13S Chair
Renewable Energies

O fotovoltaico nas cidades

- Demos um primeiro passo : injeção na rede nos termos do novo Dec. Lei do AUTOCONSUMO
- “Net metering” (legislação que não existe ainda...)
- Alternativa: armazenar e não injectar
- Baterias:
- Carregamento de baterias (+ veículo eléctrico)
- Gestão da energia das baterias: com a “utility” a gestão da oferta e da procura
- uma situação “win-win”?

Tecnologia das baterias

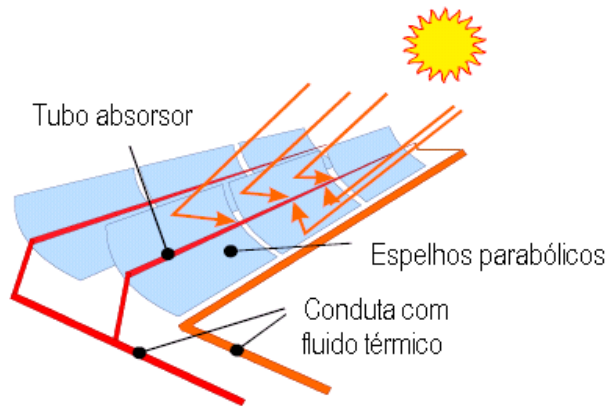
- Avança a grande velocidade
- - para veículos
- - para sistemas fixos (pequena e grande dimensão, em redes saturadas)
- Legislação resistente ao “net metering”: é um “driver” para a tecnologia das baterias!

A térmica e o armazenamento de energia

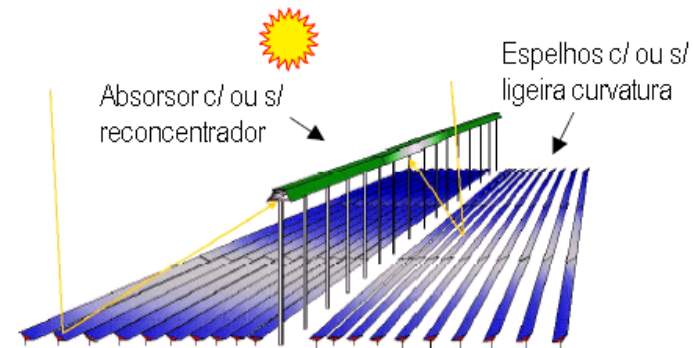
- Térmico vs electroquímico: em grande escala muito mais barato...
- Para uma produção centralizada com as tecnologias da termoelectricidade
- Solar + Concentradores + arm. térmico : produção de electricidade desfasada no tempo

despachabilidade!!!

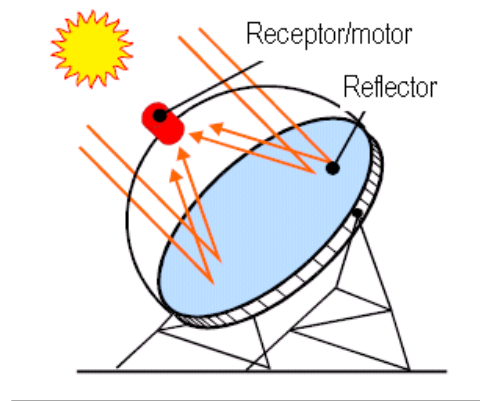
Concentração e $T > 250^{\circ}\text{C}$: STE- Solar Thermal Electricity



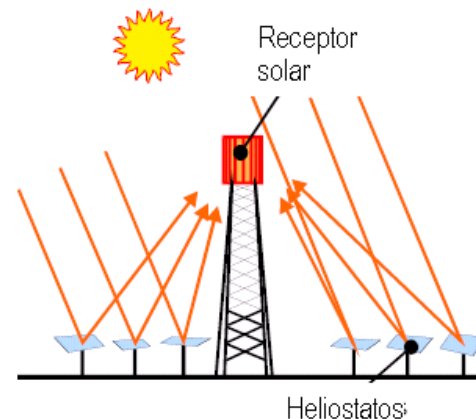
Cilindro-Parabólica



Fresnel Linear



Disco parabólico/Motor



Receptor Central



STE – Solar Thermal Electricity

- Progresso notável nos últimos anos
- Espanha (~2413MW instalados até final de 2013) + Alemanha

para lá de Espanha:

agora também: França, Itália, E.U.A., Austrália, África do Sul, China, Índia, Chile, etc. ...

Parabolic Trough Technology (PT) - 50MW Fields



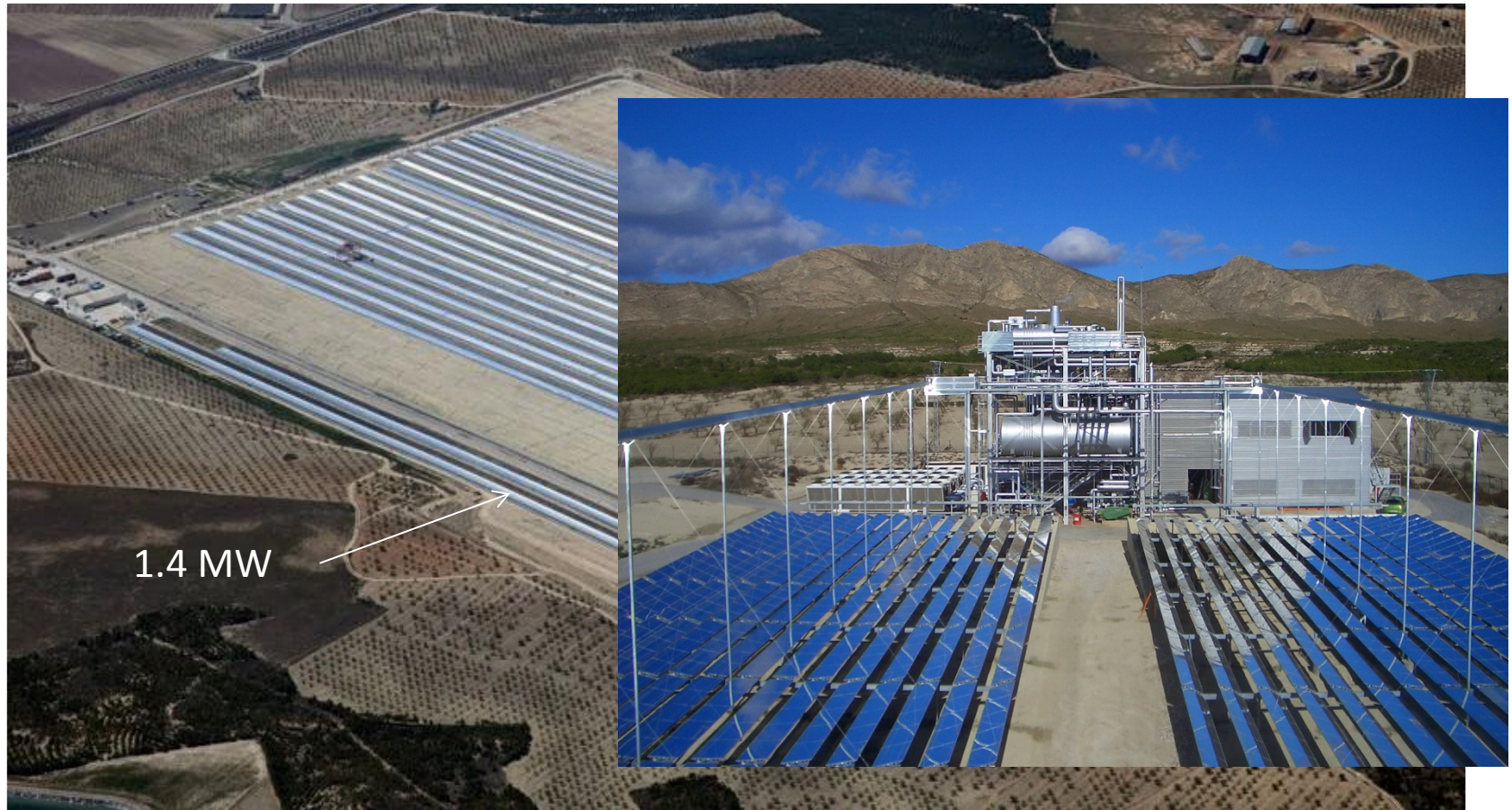
~7,7 hours of storage –
molten salts

Central Receiver (CR) technology – 11 to 20MW



TORRESOL:
19MWe + 15 hours of
storage

Linear Fresnel Reflector (LFR) Technology: 30 MW +1. 4 MW





Solana / Abengoa 280 MW - EUA

Ivanpah / BrightSource 390 MW- EUA



PV versus STE (CSP) ?!

Uma nova lógica, na visão da grande escala:

Produção PV sem armazenamento , ou com armazenamento limitado:

descentralizada (roof top)

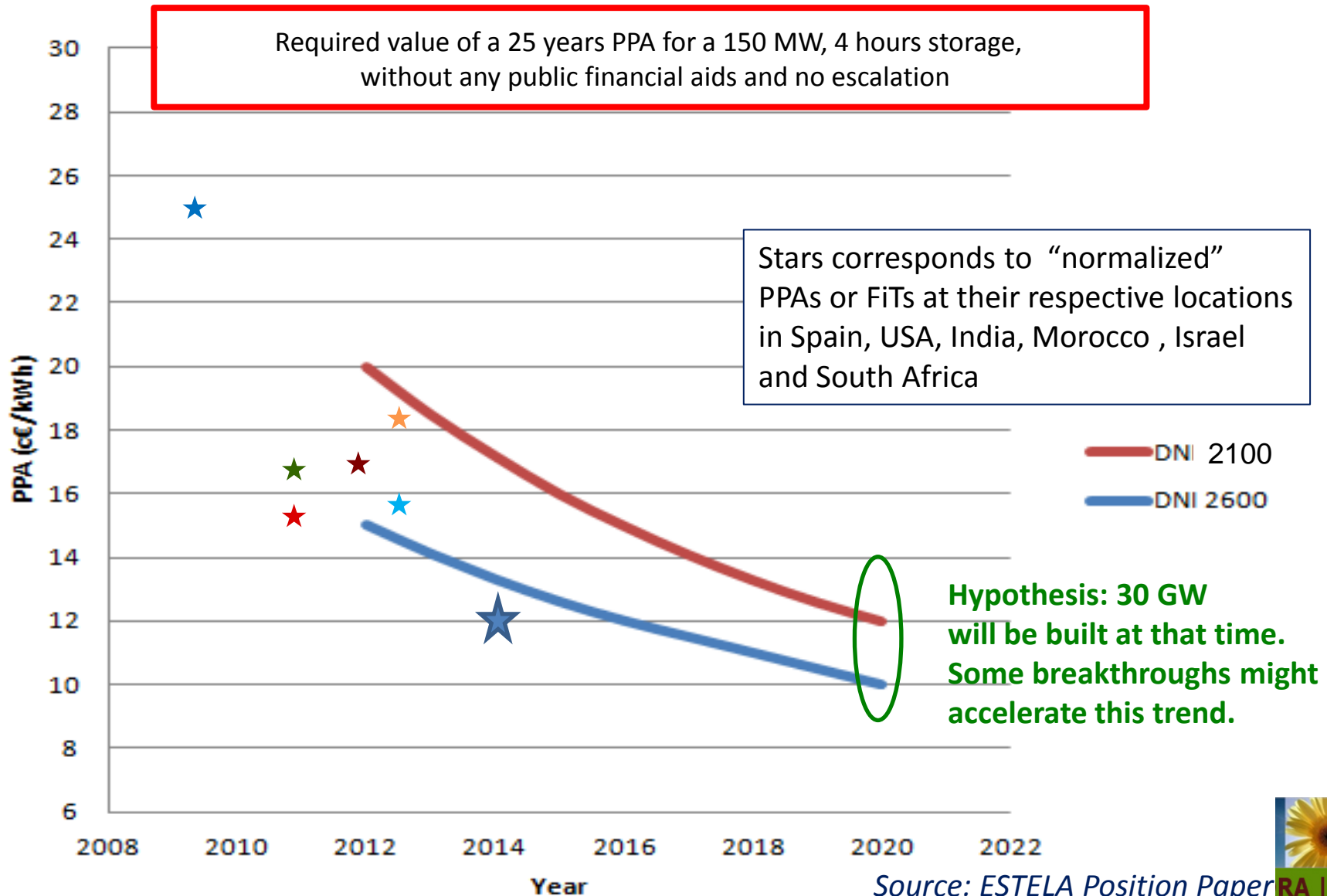
ou

centralizada , durante o dia

Produção STE , centralizada, em complemento: vai entrando à medida que os sistemas PV vão deixando de produzir , ao fim da tarde (**despachabilidade**)

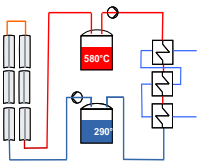
As grandes empresas de produção de electricidade têm aqui uma oportunidade de não “perder o pé” nos dois mercados: o do cidadão produtor e o de centro produtor

Custos do STE ainda não são os mesmos que os do PV- a visão da Indústria (~3.5 GW vs 135GW)

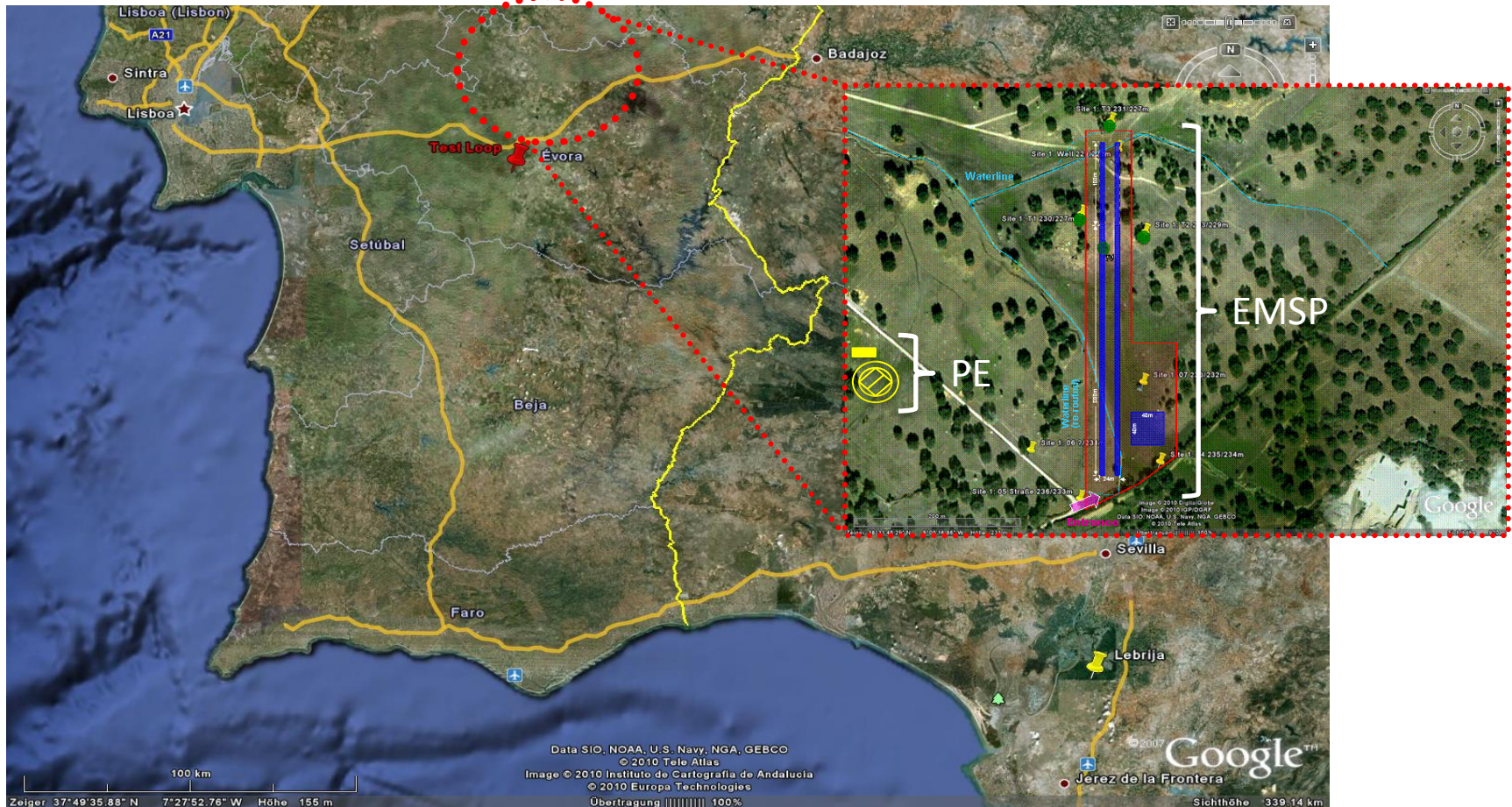


E em Portugal?

- Temos tecnologia (U. Évora, LNEG, UL- IST, UNL, FEUP-INESC, etc)
- RI- INIESC (U. Évora+LNEG)
- Temos industria
- (...)
- Estamos a atrair parceiros europeus importantes



Herdade da Mitra- platforms for concentrator testing and solar field+ energy storage testing



Circuito de sais fundidos ($T < 580^{\circ}\text{C}$) - EMSP

Plataforma de $18 \times 13 \text{ m}^2$ para ensaio de módulos de grande dimensão ($T < 400^{\circ}\text{C}$) - PE



**Evora Molten Salt Platform-
EMSP**; $T < 580^{\circ}\text{C}$; with storage
and steam production (540°C ,
100bar)

- 1,6MWth- Ultimate Trough
(Flabeg)
- 1.5MWth- LFR E-matched
(InnovLFR : Project H2020)



Linear Fresnel Etendue matched

XX-SMS

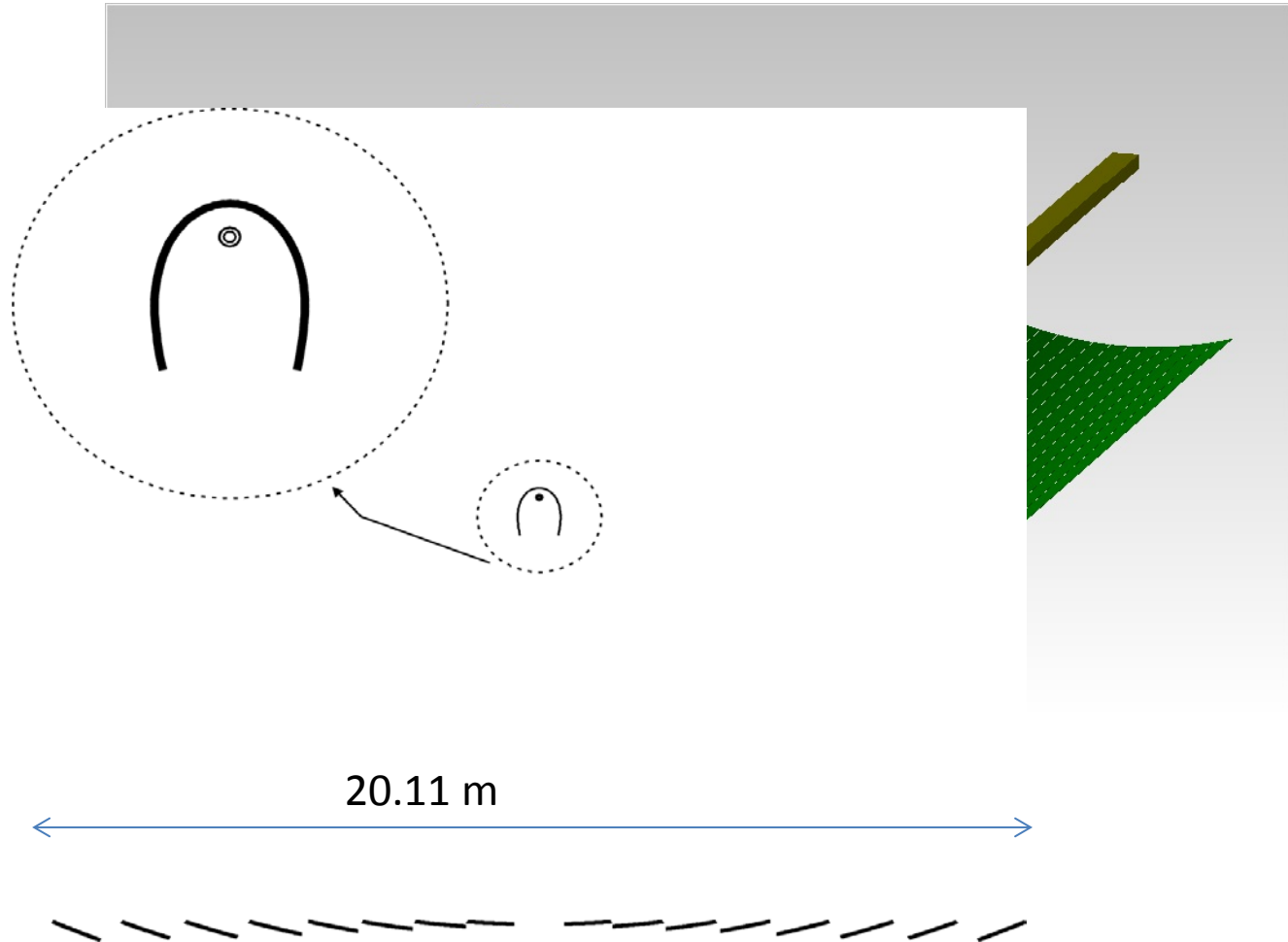
$C=74\times$

$CAP \sim 0.57$

Same 70mm tube

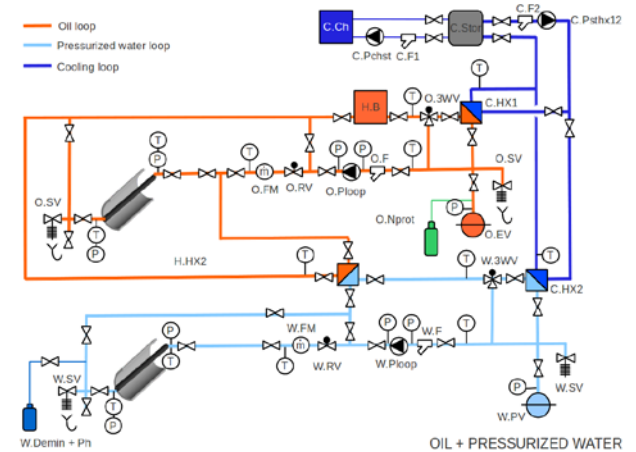
Same acceptance
angle

expected $\eta=14\%$



2-axis Tracking Platform (13x18m²); financed from QREN- InAlentejo

Full large concentrator modules testing : Oil loop (T<400°C) ; pressurized water loop (T<250°C)



PVCROPS- Vanadium Redox Flow Battery; site Herdade da Mitra; BIPV



6.2 kW PV system on roof of building
5kW battery
60KWh storage capacity



PV CROPS: advanced Li-Ion batteries

- 5KW 32kWh storage capacity



A Energia no Mundo

1/5 da Humanidade usa 2/3 da Energia Final

O problema da pobreza:

- acesso à energia é condição necessária para o resolver

- As renováveis, descentralizadas e abundantes são chave da solução sustentável à escala global
- São baratas, não exigem a lógica da centralização/transporte e distribuição com os seus custos elevadíssimos
- (...)

Conclusões

- As Energias Renováveis são já uma alternativa confiável e disponível, resolvendo o problema da **Sustentabilidade e do Ambiente**
- Há ainda desenvolvimento a fazer para se chegar a um grau de amadurecimento necessário : investir em investigação e desenvolvimento para as novas tecnologias; e na demonstração...
- Envolver o nosso tecido empresarial no processo
- Mas estamos muito perto de uma revolução na **área da energia**, como a que ocorreu na **área das telecomunicações** ?
- É uma mudança de paradigma com enormes vantagens para o cidadão e oportunidades para a economia...
- Uma lógica diferente e uma nova forma de “estar na energia”
- Necessitamos de fazer a transição das formas convencionais para as do futuro, o que é difícil (o enorme tamanho e inercia do sistema, interesses investidos, ...
- (aproveitar o tempo de “vacas gordas”)
- Não necessitamos do nuclear?!

Muito obrigado pela vossa atenção!



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

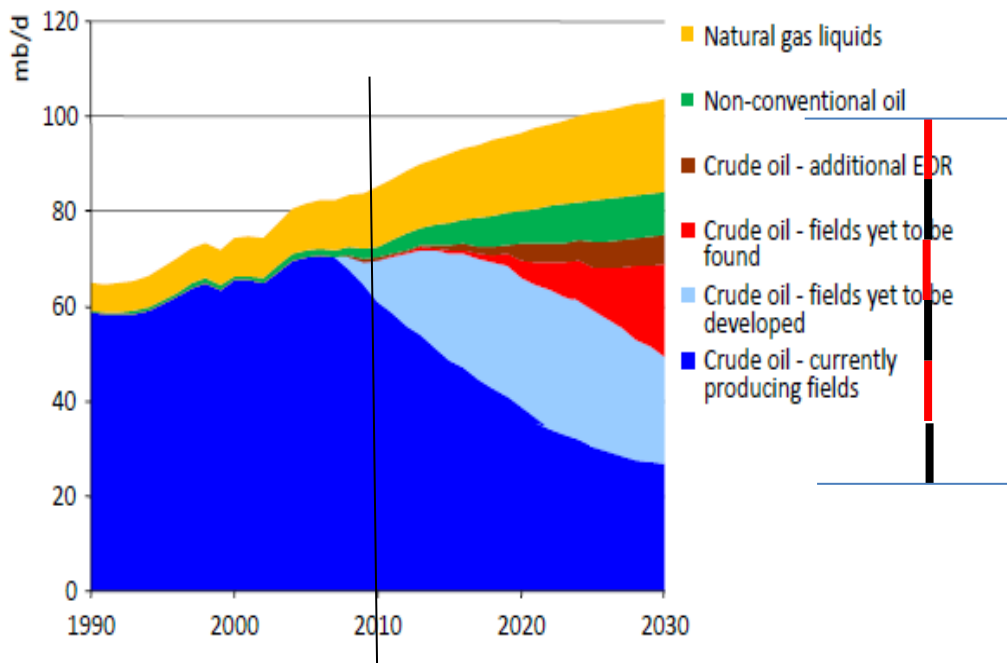


CSP Concentrated Solar Power: **Plataforma Solar de Almeria –SPAIN and** **GERMANY**



FOSSIL FUELS : oil

- In **Nature** many resources are finite
- A good example is fossil fuel based energy:
- -we are exhausting finite resources
- Peak : oil, gas, ...coal...



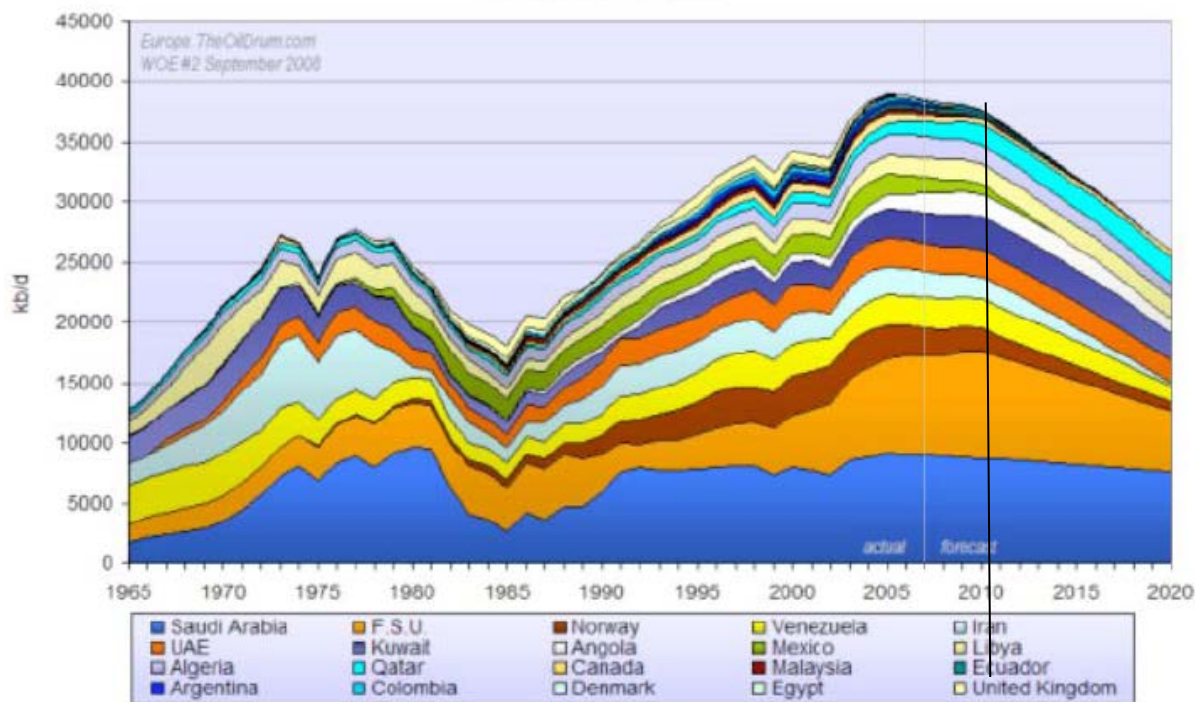
Production reaches 104 mb/d in 2030, requiring 64 mb/d of gross capacity additions – six times the current capacity of Saudi Arabia – to meet demand growth & counter decline

OECD/IEA - 2008

Reality is cruel for wishful thinking

Exportações mundiais de petróleo: o pico já passou

[Luis de Sousa in The Oil Drum 18 Sept.2008]



27.10.2008

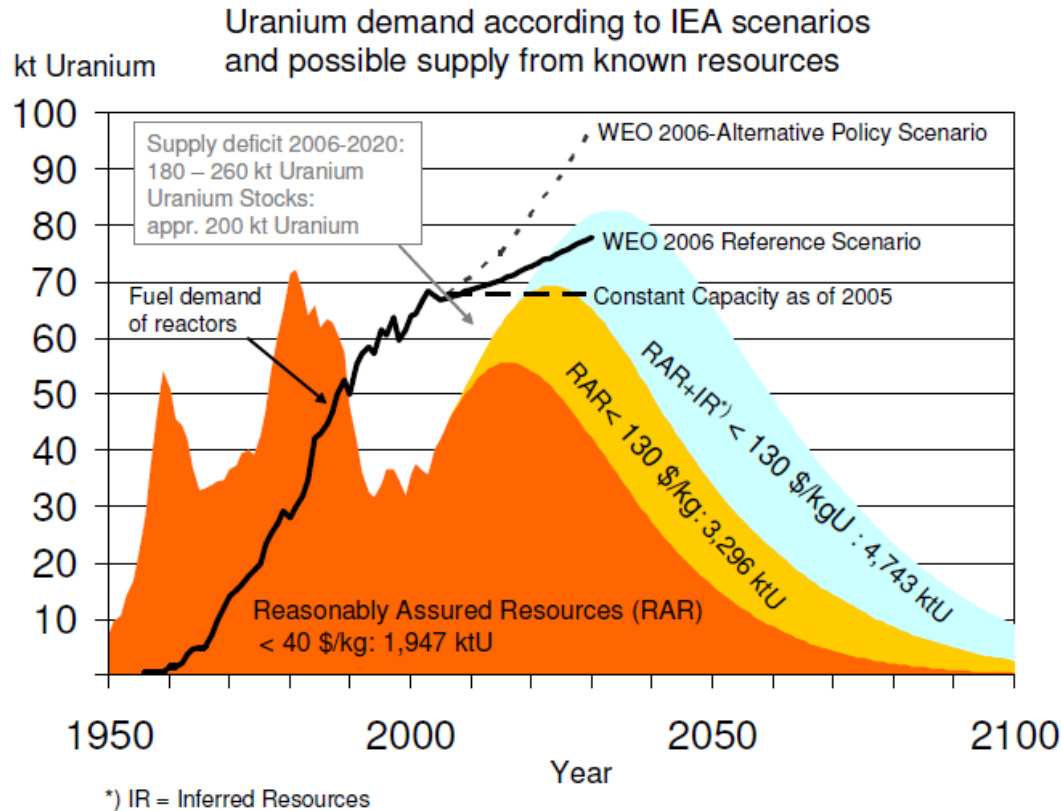
In Portugal: ~ **1\$U.S. dollar** increase in the cost of a barrel of oil, means ~ **100 Million euros more per year** we have to pay to get it

o nuclear é uma forma de energia inesgotável , ilimitada...?

- Nuclear comercial de hoje está baseado no U_{235} (neutrões lentos)
- U_{235} é um percentagem pequena (<0.7% - ocorrência média mundial) do U_{238} ; hoje a maior parte das minas estão a <0.1%
- Não há U_{235} suficiente para mais de 30-50 anos ...
- Pico Urânio U_{235} !

Reserves (source: EWG, December 2006)

Figure: Past and projected uranium production. Forecasts are based on reasonably assured resources below 40 \$/kgU (red area), below 130 \$/kgU (orange area) and additionally including inferred resources. The black line shows the fuel demand of reactors currently operating together with the latest scenarios in the World Energy Outlook (WEO 2006) of the International Energy Agency.






Energia Nuclear é barato? (“too cheap to meter”?)

- Time Magazine (March 28):
- *“...outlandish expensive method of generating (electricity)...”*
- *“... new proposed reactors scrapped by ...financial realities. Other projects have been delayed as cost estimates have tripled toward \$U.S. 10 billion a reactor”*
- *“Nuclear power is expanding only in places where taxpayers and ratepayers can be compelled to foot the bill”*
- (Brattle Group paper) *“additional reactors cannot be expected to contribute significantly to U.S. carbon emissions reduction goals prior to 2030” “by contrast more efficient buildings and factories can reduce demand now , at a tenth of the cost; ...cleaner gas, emissions free wind and even utility scale solar will also be cheaper and faster than new nukes...”*
- Política : na minha opinião, depois de Fukushima, será muito difícil começar/desenvolver a energia nuclear em qualquer democracia ocidental



Custo do Nuclear – antes de Fukushima

Technology	Inst.Cost (in euro/Wp)	Obs.
Nuclear U235 (1600MW)	4.8 - 10.0 (no waste treatment and no dismantling included) 	2.2?! (proponents in Portugal)
Nat. Gas (>300MW)	> 0.6	
Coal (simple)	> 1.0	
Coal (with filters and scrubbers)	1.5 - 2.0	No CSS
Wind	0.9- 1.5	(0.34 capacity)
Hydro	1.5- 2.5	(0.34 capacity)
Solar PV (1MW)	<1.0 	PV non tracking (0.17 capacity)
Thermal Electricity CSP	1.5 – 2.5 2.0 – 3.0 	0 h storage Up to 7h de arm. (0.38 capacity)



O Custo do Nuclear

- É caríssimo (**todos** os reactores em funcionamento foram substancialmente subsidiados- directa e indirectamente)
- Não há nenhuma solução implementada/generalizada para os resíduos radioactivos
- + custo altíssimos para o desmantelamento (> que os da construção?) ...
- Exemplo: 4.4 biliões de libras para desmantelar os primeiros reactores do Reino Unido; industria nuclear tem apenas 0.8 biliões para aportar!



O nuclear é necessário é inevitável ...?

- Hoje: >400 reactores; 350GW
- 1/3 estão velhos (~40 years) ; serão de ...
- Os outros continuarão a produzir até h Projecção (APREN) 2020 : e is e até serem declarados (!) seguros >~70%
- (...)
- Em Portugal: fraco potencial – apenas uma central [entre 3-4% contribuição em termos de Energia Final; <15% electricidade final]

eólica +hidro+biomassa (+PV)
em Portugal para
electricidade
2014 > 60%

Em resumo: Nuclear baseado em **U235** não é opção sustentável hoje, não é necessário, não é barato, não é inevitável ...

Haverá outra opção nuclear que altere este estado de coisas?

Há nuclear alternativo ?

- Centrais a U_{238} (neutrões rápidos) uma solução diferente; mais perigosa...
- Requer ainda muito I&D até ser comercial
- Não haverá nada comercialmente disponível antes de 20/30 anos...
- Fusão Nuclear – um conceito muito elegante, talvez disponível daqui a 40-50 anos?