

**CALOR DE PROCESSO SOLAR: COMPETITIVIDADE E NECESSIDADE DE MODELOS DE FINANCIAMENTO****Horta P.<sup>\*</sup>, Osório T.<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup> Universidade de Évora/Cátedra Energias Renováveis, Casa Cordovil,  
Rua D. Augusto Eduardo Nunes, n.7 7000-651 Évora, Portugal, [phorta@uevora.pt](mailto:phorta@uevora.pt)

<sup>\*\*</sup> Universidade de Évora/Cátedra Energias Renováveis, Plataforma de Ensaio de Concentradores Solares,  
Herdade da Mitra, 7000-083 Nossa Senhora da Tourega, Évora, Portugal, [tiagoosorio@uevora.pt](mailto:tiagoosorio@uevora.pt)

<https://doi.org/10.34637/cies2020.3.1154>

**RESUMO**

Excluídos os usos não energéticos de fontes de energia primária, os consumos de energia final (FEC) associados à produção de calor de processo no sector Industrial correspondem, à escala global, a 23% do FEC total entre todos os sectores. Apresentando o potencial de suprir as necessidades de calor de processo a baixa e média temperatura – 52% das necessidades – a sua penetração actual no mercado corresponde, à escala global, a cerca de 0,1% da capacidade total instalada em energia solar térmica. Resolvidas que estão muitas das questões técnicas e tecnológicas que poderiam apresentar-se como limitações à adopção destas tecnologias pela indústria, esta fraca penetração deve-se, sobretudo, a questões de competitividade económica. O presente artigo analisa as condições de fronteira críticas para a competitividade do calor de processo solar, tendo por base cenários de evolução de custos da tecnologia, fontes de energia primária e valorização de emissões evitadas. Nesta análise é avaliado o impacto de diferentes modelos de negócio na competitividade desta solução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calor de processo solar, Competitividade, Modelos de financiamento

**ABSTRACT**

Excluding the non-energetic uses of primary energy sources, process heat related Final Energy Consumption (FEC) stands, worldwide, to 23% of the total FEC (among all sectors). Presenting the potential to supply industry with low and medium temperature heat demands – 52% of the overall heat demand in industry – solar process heat market penetration is marginal, standing for about 0,1% of the total installed capacity of solar thermal energy. With many of the technical and technological questions which could impair the adoption of solar thermal technologies in industrial applications, this weak market penetration is mostly due to economic competitiveness reasons. The present article assesses the critical boundary conditions for the competitiveness of solar process heat. Based in different technology, conventional energy sources and emission cost scenarios, this assessment presents the impact of different business models in the competitiveness of this technological option.

**KEYWORDS:** Solar process heat, Competitiveness, Financing models

## INTRODUÇÃO

À escala global, os consumos de energia final (FEC) associados à produção de calor de processo no sector Industrial (Petróleo, Carvão, Gás Natural, Biocombustíveis e Resíduos, Geotermia e Calor de cogeração) correspondem a 73% do FEC total do sector (27% correspondem a consumos eléctricos normalmente associados a motores, iluminação ou fornos eléctricos) e a 23% do FEC total entre todos os sectores, se excluídos os usos não energéticos de fontes de energia primária (IEA, 2017a). Em Portugal, estes valores alteram-se ligeiramente para 69% do FEC do sector e 19% do FEC total (Eurostat, 2020).

Considerando as tecnologias já disponíveis no mercado, a energia solar térmica apresenta o potencial de suprir as necessidades de calor de processo a baixa ( $T < 150^{\circ}\text{C}$ , tecnologias estacionárias) e média temperatura ( $150^{\circ}\text{C}$  a  $400^{\circ}\text{C}$ ) correspondendo, à escala global, a cerca de 52% destas necessidades (IRENA, 2014). Contudo, a penetração actual destas tecnologias no mercado corresponde a uma capacidade instalada de 567 MWth, cerca de 0,1% da capacidade total instalada de energia solar térmica (IEA, 2019).

Resolvidas que estão muitas das questões técnicas e tecnológicas que poderiam apresentar-se como limitações à adopção destas tecnologias pela indústria (integração ao nível do abastecimento ou de processos, geração directa de vapor a baixa pressão, armazenamento térmico, manutenção e fiabilidade)(IEA/SHC, 2017), apresenta-se como principal barreira a uma maior penetração de mercado, para além de um (cada vez menor) desconhecimento das tecnologias, a avaliação do investimento. Baseada numa análise de período de retorno, que não captura os benefícios económicos da tecnologia na redução dos custos energéticos ao longo do período de vida do investimento, esta avaliação pelo utilizador final resulta normalmente como pouco competitiva face a outros potenciais investimentos (e.g. aumento da produção).

O paradigma dos investimentos em calor de processo solar – elevado investimento inicial rentabilizado ao longo do período de vida útil do investimento – é, assim, mais propício a uma avaliação baseada no Valor Actualizado Líquido (ou na Taxa de Retorno) usualmente adoptada por *Utilities*. O desenvolvimento de modelos de negócio baseado em financiamento por terceiros – leasing, fundos de investimento, ESCOs – é visto como instrumental para uma maior penetração da energia solar térmica na Indústria (e.g. TrustEE, 2016, IKI, 2017).

Não se apresentando metas concretas de redução de emissões para a Indústria no Plano Nacional Integrado Energia e Clima (PNEC2030, 2018), refere-se no Roteiro para a Neutralidade Carbónica (RNC 2050, 2019) um objectivo de redução da intensidade carbónica do sector industrial de 40% a 42% em 2030 e de 72% a 88% em 2050, relativamente aos níveis de 2000.

Estando clara nas opções políticas nacional (PNEC2030, 2018, RNC 2050, 2019) e europeia (EC, 2012) a electrificação da indústria, baseada numa muito forte penetração de renováveis no sistema electroprodutor, importa, contudo, não perder de vista os méritos da produção localizada de calor por via solar térmica. Estes méritos incluem, quando comparada com a utilização de electricidade produzida de forma centralizada:

- rendimentos de conversão energia primária–calor superiores;
- eliminação de perdas de distribuição;
- eliminação de possíveis investimentos em reforço da rede de distribuição eléctrica,

ou, quando comparada com a utilização de electricidade produzida de forma localizada:

- menor área necessária para a instalação do campo solar, quando comparado com o fotovoltaico (PV).

O presente artigo pretende abordar e analisar as condições de fronteira críticas para a competitividade da tecnologia solar térmica na produção de calor de processo, tendo por base cenários de evolução de custos da tecnologia, fontes de energia primária e valorização de emissões evitadas. Nesta análise é avaliado o impacto de diferentes modelos de negócio na competitividade desta solução.

## CALOR DE PROCESSO SOLAR: POTENCIAL MERCADO

O desenvolvimento de novos modelos de financiamento é, regra geral, motivado não apenas pelo potencial benefício económico apresentado por um determinado produto, dependendo o modelo económico-financeiro adequado da natureza temporal desse benefício – curto, médio ou longo prazo – mas também pela dimensão potencial do mercado.

Em Portugal, de acordo com os últimos dados publicados pelo Eurostat, relativos a 2018 (Eurostat, 2020), o FEC na indústria é de 4.6 Mtep sendo responsável por 28% da FEC total do país. As principais fontes de energia na indústria são a electricidade (31%), o gás natural (27%), as renováveis e biocombustíveis (23%) e o petróleo e derivados (13%).

Para uma estimativa do potencial mercado de calor de processo solar em Portugal, segue-se a metodologia adoptada no projecto INSHIP (INSHIP, 2017, INSHIP, 2019).

De forma a descrever as necessidades de calor na indústria, foi seguida a abordagem de (Ecoheatcool, 2006) definindo 3 níveis de temperatura para o sector industrial:

- Baixa temperatura (até 100 °C) – processos de lavagem, enxaguamento, preparação de alimentos, produção de água quente e também aquecimento ambiente nas instalações industriais;
- Média temperatura (entre 100 e 400 °C) – processos de secagem ou evaporação. Em muitos casos esta energia é transferida através de vapor a baixa pressão;
- Alta temperatura (acima de 400 °C) – processos de transformação.

A referência (Pardo, 2012) é utilizada de forma a dar uma aproximação, para cada sector industrial, de como se distribui o consumo de calor em termos dos níveis de temperatura definidos. Na Fig. 1 apresentam-se as necessidades de calor na indústria na zona EU-27. Em termos globais, o maior consumo de calor dá-se na gama da alta temperatura.

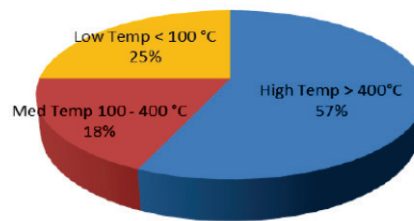
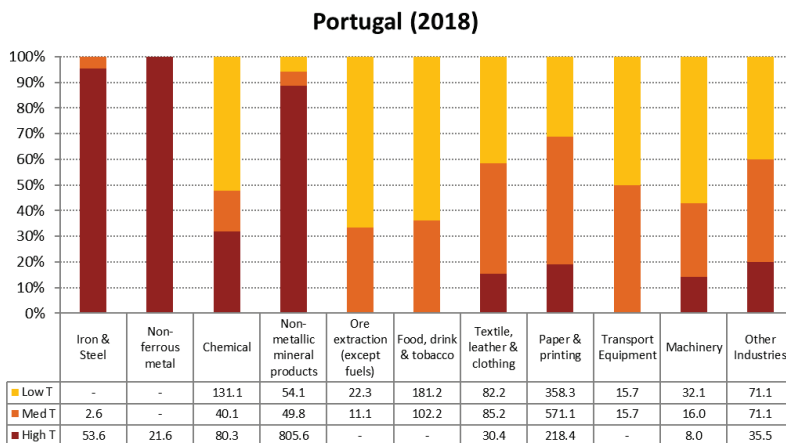
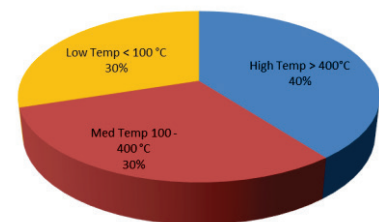


Fig. 1. Distribuição por nível de temperatura do consumo de calor na indústria na zona EU-27 para 2016 (INSHIP, 2019)

Aplicando esta metodologia ao caso nacional, estimando-se o consumo energético associado à produção de calor a partir da subtração do consumo eléctrico do consumo total em cada sector, aproximação que deixa de fora os processos térmicos com aquecimento através de resistências e bombas de calor, obtém-se a distribuição de consumos por sector e por nível de temperatura apresentados na Fig. 2. Para compatibilizar a classificação de sectores entre (Pardo, 2012) e (Eurostat, 2020) a categoria ‘outras indústrias’ inclui a indústria da madeira e produtos, a indústria da construção e outros consumos não especificados.



(a)



(b)

Fig. 2. Necessidades de calor na indústria por (a) sector e nível de temperatura e (b) total por nível de temperatura para Portugal em 2018

Observa-se que, em Portugal, os maiores consumidores são a indústria do papel e a indústria dos minerais não metálicos que inclui a cimenteira, vidreira e cerâmica. Considerando a existência de tecnologias para a conversão

solar térmica a baixa e média temperatura em estado comercial, o que não se verifica ainda para a conversão a alta temperatura, os sectores mais adequados à introdução de calor de processo solar são a indústria química, mineração e pedreiras, indústria agroalimentar, têxteis, equipamento de transporte e maquinaria. O caso das papeleiras é aparentemente um sector promissor, mas estas têm acesso ao recurso da biomassa a preços baixos ou mesmo como resíduo da produção, tornando o investimento em solar pouco competitivo.

Nas gamas da baixa e média temperatura, o consumo anual total de energia térmica na indústria é de 1.913 ktep ( $2,2 \times 10^7$  MWh). Considerando um valor de conversão de 750 kWh/(m<sup>2</sup>.ano) para um campo solar, o potencial cifra-se em  $29,7 \times 10^6$  m<sup>2</sup>, para o qual se estima uma capacidade de armazenamento térmico de 25% a 50% do consumo energético total<sup>1</sup>.

## PARÂMETROS DE INVESTIMENTO E MODELOS DE NEGÓCIO

A análise da competitividade do calor de processo solar tem por base os resultados obtidos para a análise do investimento associado, traduzida:

- num custo crítico da energia produzida, LCOHcrit, baseado no custo de referência actual da tecnologia, CAPEXref, e a comparar com o custo de fonte convencional de referência, LCOHref;
- ou num custo crítico da tecnologia, CAPEXcrit, baseado no custo da fonte convencional de referência, LCOHref, e a comparar com o custo médio actual da tecnologia, CAPEXref,

que viabilizam o investimento de acordo com dois critérios económicos:

- o Valor Actualizado Líquido no final do investimento, VAL20;
- e um Período de Retorno do Investimento de 5 anos, PBack5,

cada um dos quais associado a um diferente modelo de negócio e, para cada um daqueles, com um critério de valia ambiental: o valor crítico das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) evitadas, CO<sub>2</sub>crit, para a viabilização do investimento, a comparar com os valores indicados em (EC, 2012).

Nesta análise são adoptados os seguintes critérios macroeconómicos e de investimento:

- CAPEXref = 450 €/m<sup>2</sup> (valor médio dos sistemas registados em (AEE INTEC, 2020) considerando tecnologias de concentração);
- LCOHref = 32,15 €/Mwh (baseado no custo de Gás Natural para a Indústria I4-I5 (DGEG, 2020) assumindo um rendimento de conversão de 85%);
- CO<sub>2</sub>ref = 64,26 €/ton (valor médio previsto para o valor de emissões no cenário “High RES” (EC, 2012) para o período 2020-2040, actualizado a 2020);
- 20 anos de vida útil;
- Inflação anual sobre custos de energia = 3% (a inflação estimada no cenário “New Policies Scenario” (IEA, 2018) para o Gás no espaço europeu é de 2,85%);
- um rendimento médio anual de conversão de radiação solar (DNI, considerando tecnologias de concentração) em calor útil de 42%.

Quanto aos modelos de negócio podem indicar-se três modelos diferindo entre si na propriedade e operação dos sistemas, nomeadamente:

- Investimento próprio, IP: o utilizador final adquire e opera o equipamento;
- Leasing, LEAS: o utilizador opera o equipamento que é propriedade de uma locadora financeira;
- Compra de calor, ESCO: o utilizador final adquire o calor num regime de contrato de fornecimento de calor com ESCO que é proprietária e opera o sistema.

Aos três modelos de financiamento podem associar-se diferentes percentagens de dívida (DEBT) e de capitais próprios (CAP), traduzindo-se em diferentes taxas de desconto (DR) na análise de investimentos. Considerando uma taxa de juro para dívida bancária de 5% e uma taxa de retorno de capitais próprios de 10%, apresentam-se na Tabela 1 as taxas de desconto e os critérios de viabilidade económica adoptados para os diferentes modelos de negócio.

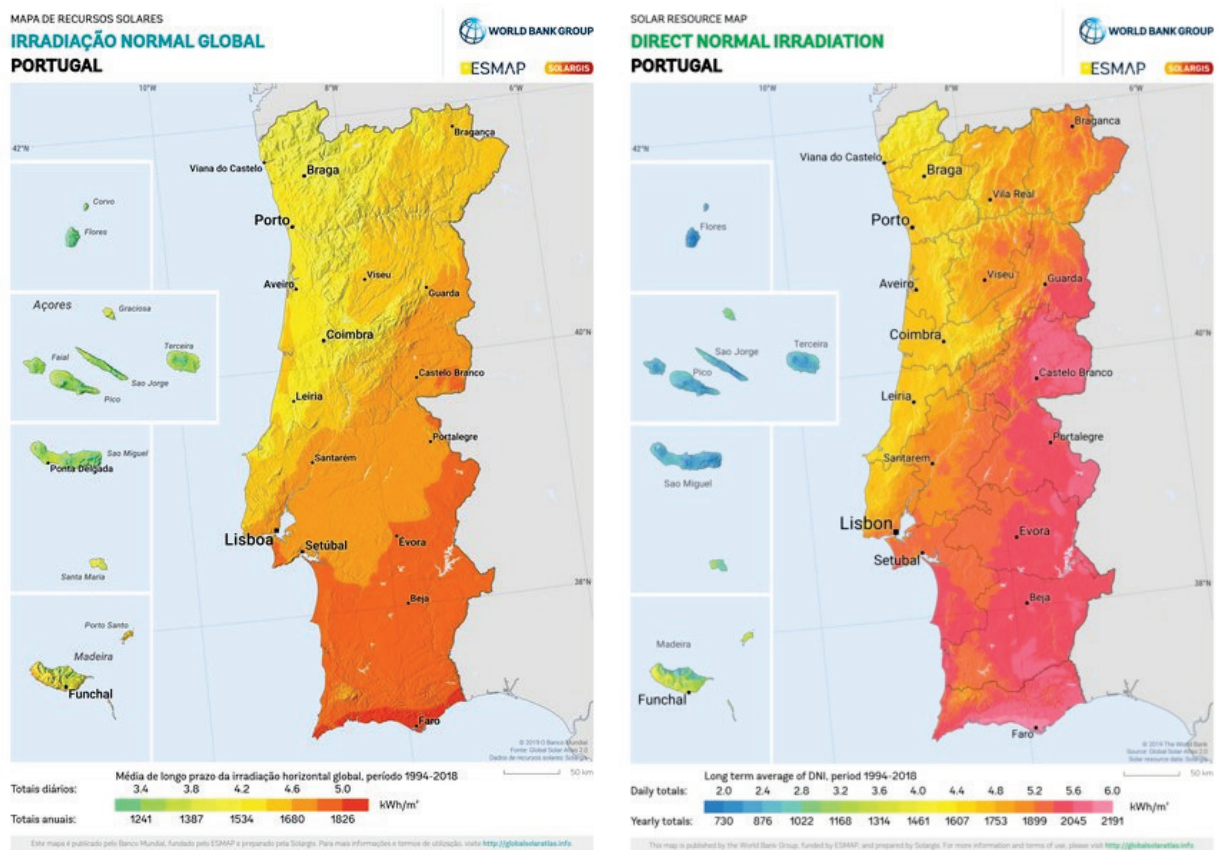
<sup>1</sup> Considera-se nesta estimativa a existência de processos contínuos e alguma prevalência de perfis de carga coincidentes com o perfil de recurso solar.

Tabela 1. Taxa de desconto e critério de viabilidade económica para os modelos de negócio IP, LEAS e ESCO

Modelo de negócio	DEBT/CAP	DR	Critério
IP	0.25 / 0.75	8.75 %	PBack5
LEAS	0.5 / 0.5	7.5 %	NPV20
ESCO	0.25 / 0.75	6.25 %	NPV20

### CONDIÇÕES CRÍTICAS DE COMPETITIVIDADE

Considerando a distribuição geográfica do recurso solar DNI em Portugal Continental (vide Fig. 3), apresentam-se na Fig. 4 os resultados obtidos, para diferentes níveis de recurso e modelos de negócio, quanto aos indicadores críticos descritos na secção anterior: CAPEX<sub>crit</sub>, LCOH<sub>crit</sub>, CO<sub>2crit</sub>. Para cada indicador indicam-se os valores de referência, que estabelecem o limiar de competitividade.



(a) (b)  
Fig. 3. Recurso solar em Portugal: (a) GHI e (b) DNI (solargis.com, 2020)

Dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- as condições de financiamento e critério de viabilidade impostas para o modelo IP revelam-se muito distantes da viabilidade económica sob todos os critérios;
- a competitividade dos modelos LEAS e ESCO depende do nível de recurso solar e da valorização das emissões GEE evitadas;
- o modelo ESCO apresenta melhores condições de competitividade que o modelo LEAS.

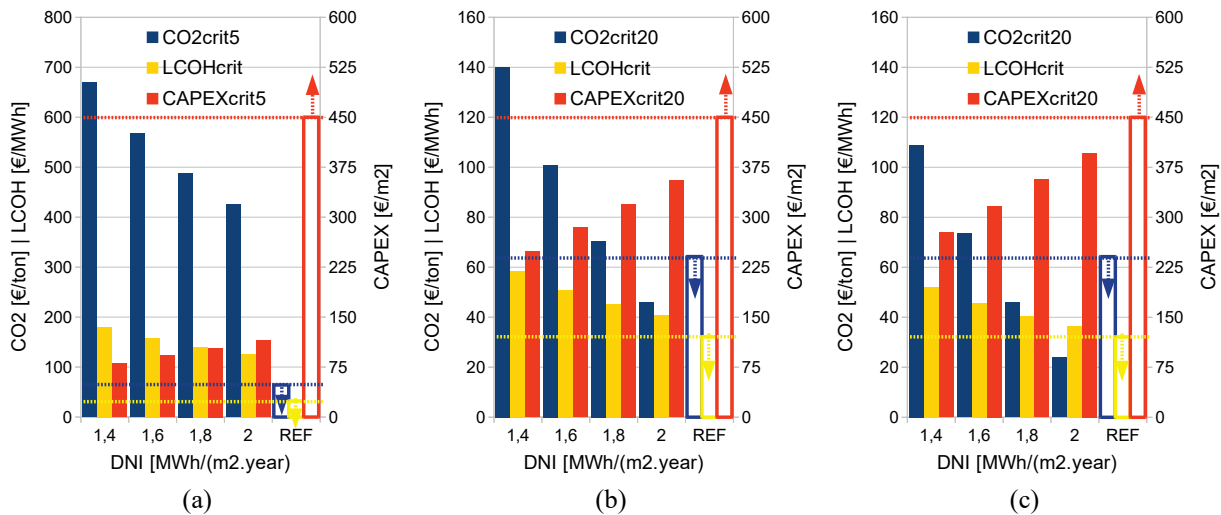


Fig. 4. Valores de CAPEX<sub>crit</sub>, LCOH<sub>crit</sub> e CO<sub>2crit</sub> obtidos para diferentes níveis de recurso solar (DNI) de acordo com as condições de investimento estimadas para os modelos de negócio (a) IP (valores no eixo vertical primário diferem dos restantes gráficos), (b) LEAS e (c) ESCO (As setas representadas nos valores de referência indicam o sentido da viabilidade económica)

## COMPETITIVIDADE NO CENÁRIO DE ELECTRIFICAÇÃO DA ECONOMIA

O objectivo de electrificação da economia apresenta-se como uma parte importante da estratégia nacional para uma maior penetração de renováveis no mix de energia primária. Este objectivo, patente no PNEC2030 e no RNC2050, representa uma duplicação do peso da electricidade no consumo de energia final em 2050. A electrificação de processos industriais apresenta, contudo, desafios tecnológicos difíceis de ultrapassar nos processos de alta temperatura nos sectores Energeticamente Intensivos (EI).

Nos restantes sectores, cujo consumo é dominado por processos térmicos de baixa e/ou média temperatura, pode considerar-se como alternativa ao solar térmico a produção de calor em sistemas de armazenamento térmico por efeito de Joule baseado em electricidade renovável. Neste caso, o investimento estaria circunscrito ao armazenamento térmico com resistências eléctricas.

A competitividade desta solução com a opção de calor de processo solar por via térmica, cujos resultados se apresentaram na secção anterior, é analisada em função:

- de um rendimento médio de conversão de radiação solar em electricidade de 17% (GHI, considerando 20% rendimento da conversão fotovoltaica, 85% de factor de capacidade e 98% de rendimento de Joule);
- dos custos do investimento, traduzidos numa percentagem do CAPEX<sub>ref</sub> utilizado nos cálculos anteriores afectada da relação de rendimentos de conversão considerados para ambas as tecnologias<sup>2</sup>;
- um valor de LCOHPV = 20 €/MWh, tomando como referência os resultados do primeiro leilão solar [REF LEILAO] na óptica da utilização de sistemas PV de grande dimensão;
- do diferencial entre o custo da fonte convencional substituída (LCOH<sub>ref</sub>) e o custo da electricidade produzida a partir de um sistema fotovoltaico, LCOHPV:  $\Delta\text{LCOH} = \text{LCOH}_{\text{ref}} - \text{LCOHPV} = 12,15 \text{ €/MWh}$

Na Fig. 5 apresentam-se os resultados obtidos para os modelos de negócio IP e ESCO (LEAS prefigura resultados intermédios, mais próximos, mas menos favoráveis que o modelo ESCO) quanto a:

- diferencial de custo  $\Delta\text{LCOH}$  crítico para a viabilidade económica em função do CAPEXTES (expresso em % de CAPEX<sub>ref</sub>);
- o valor crítico das emissões de GEE evitadas tomando como referência de diferencial de custo  $\Delta\text{LCOH} = 12,15 \text{ €/MWh}$ , em função do valor de CAPEXTES,

indicando-se em cada figura os valores de referência para o custo de produção fotovoltaica, LCOH<sub>PV</sub> e para o valor das emissões evitadas, CO<sub>2ref</sub>, ilustrando o limiar de competitividade de acordo com cada critério.

<sup>2</sup> O custo da capacidade térmica tem por base o rendimento de conversão utilizado para o sistema solar térmico, base de referência do dimensionamento do sistema a que corresponde o CAPEX<sub>ref</sub>.

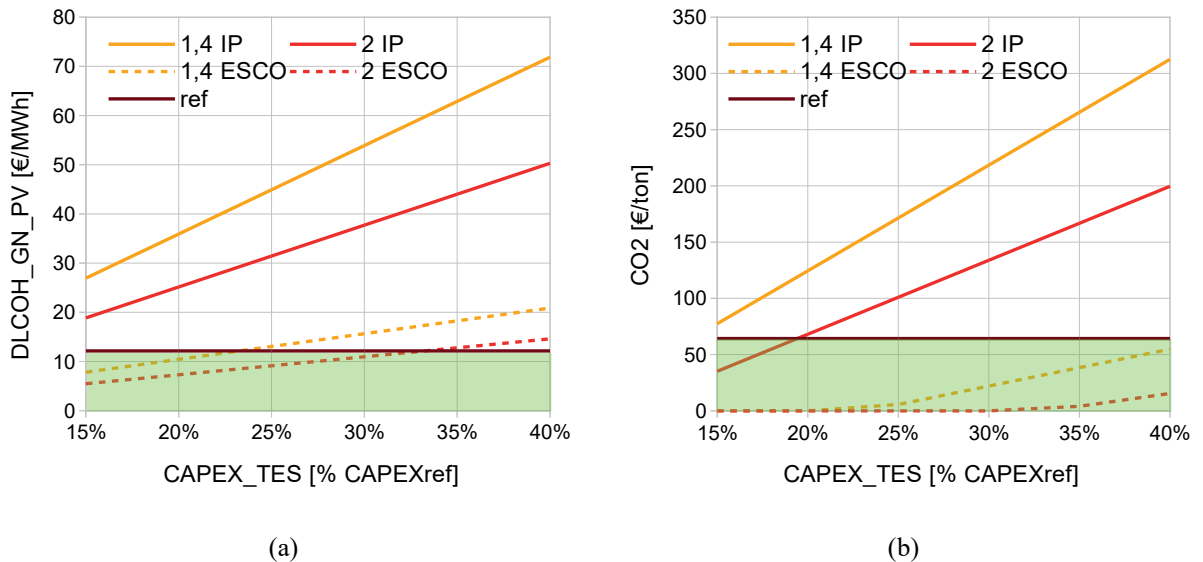


Fig. 5. Valores críticos de (a)  $\Delta$ LCOH e (b) CO<sub>2</sub> para a viabilidade económica da opção de calor de processo por via fotovoltaica, em função do valor de investimento CAPEX<sub>TES</sub> (As zonas a verde indicam a combinação de parâmetros resultando em viabilidade económica face aos valores de referência de produção fotovoltaica e de valorização de emissões de GEE evitadas)

Dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- sem valorização das emissões de GEE evitadas e tomando como referencial de custo energético os actuais valores de gás natural e de produção fotovoltaica em grandes sistemas, o calor de processo por via fotovoltaica é competitivo apenas na base de um modelo de negócio do tipo ESCO, para o qual a viabilidade se verifica para valores de investimento que não ultrapassem os 25% a 35% de CAPEX<sub>ref</sub><sup>3</sup>;
- a valorização das emissões de GEE evitadas viabiliza um modelo de negócio do tipo ESCO numa grande amplitude de custos e de recurso solar disponível, viabilizando inclusive investimentos próprios (IP) em zonas de maior recurso solar com sistemas de menor custo associado.

#### COMENTÁRIOS FINAIS

As soluções tecnológicas já disponíveis para a utilização do recurso solar na produção de calor de processo a baixa e média temperatura. Em Portugal, o consumo de energia final nestes processos estima-se em 1.913 ktep (2,2 x 10<sup>7</sup> MWh).

A competitividade destas soluções na substituição da fonte de energia primária de referência na Indústria, o Gás Natural, depende não apenas dos custos da tecnologia e do recurso solar, mas também dos modelos de negócio adoptados e da monetização dos impactes ambientais evitados. Partindo de uma análise simplificada baseada em custos médios das tecnologias e em valores de referência dos actuais custos de produção de calor com gás natural, torna-se evidente que a competitividade do calor de processo por via solar térmica depende em larga medida:

- de uma abordagem ao investimento do tipo ESCO, com análise de viabilidade assente no valor do investimento no final da sua vida útil e com uma taxa de desconto com maior peso em dívida;
- da monetização de impactes ambientais por via da valorização de emissões evitadas ou de uma redução dos custos da tecnologia por valores entre os 15% e os 30%.

A recente descida de custos da produção solar fotovoltaica revela-se também como um novo elemento de competição tecnológica na produção de calor de processo, seguindo uma estratégia de electrificação da economia que apresenta viabilidade tecnológica nos sectores não-EI (e.g. alimentar, têxtil, maquinaria). Analisando as condições de

<sup>3</sup> Estes valores estão dentro dos valores geramente atribuídos ao peso do armazenamento térmico em sistemas solares e, conduzindo nos cálculos realizados a custos de armazenamento no intervalo 0,10 – 0,30 €/kWh, encontram-se dentro dos custos de sistemas de armazenamento térmico sensível [REF AIE TES].

competitividade desta opção de calor de processo solar por via fotovoltaica, conclui-se que as condições para a sua viabilidade, sendo mais favoráveis que as verificadas para a via térmica:

- implicam a adopção de modelos de negócio do tipo ESCO, caso não se considere a monetização de emissões evitadas;
- apresentam condições de custo tecnológico e de fontes energéticas substituídas próximas das verificadas actualmente para sistemas de armazenamento térmico e para os custos do gás natural e da grande produção fotovoltaica, residindo a incógnita nos custos adicionais relativos aos componentes resistivos e de controlo a associar ao armazenamento térmico, de modo a que os sistemas apresentem custos totais finais dentro dos limites críticos apresentados.

#### AGRADECIMENTOS

O trabalho apresentado neste artigo foi desenvolvido no âmbito das actividades da Acção A5 da INIESC – Infraestrutura Nacional de Investigação em Energia Solar de Concentração.

#### NOMENCLATURA

CAPEX<sub>ref</sub> – Custo de referência actual da tecnologia, [€/m<sup>2</sup>]  
 CAPEX<sub>crit</sub> – Custo crítico da tecnologia, [€/m<sup>2</sup>]  
 CAPEX<sub>TES</sub> – Custo da tecnologia de armazenamento térmico com resistências eléctricas, [% CAPEX<sub>ref</sub>]  
 CO<sub>2crit</sub> – Valor crítico das emissões de GEE evitadas, [€/Ton]  
 CO<sub>2ref</sub> – Valor de referência das emissões de GEE evitadas, [€/Ton]  
 DNI – Irradiação Directa Normal  
 FEC – Consumos de energia final  
 GHI – Irradiação Global Horizontal  
 LCOH<sub>crit</sub> – Custo crítico da energia produzida, [€/MWh]  
 LCOH<sub>ref</sub> – Custo da energia produzida a partir da fonte convencional de referência, [€/MWh]  
 LCOH<sub>PV</sub> – Custo da energia produzida a partir de solar fotovoltaico, [€/MWh]  
 PBack<sub>5</sub> – Período de Retorno do Investimento de 5 anos  
 VAL<sub>20</sub> – Valor Actualizado Líquido no final do investimento, [€]

#### REFERÊNCIAS

- AEE INTEC (2020) Solar Thermal Plants Database, AEE INTEC, 2013-2020.
- DGEG (2020) Preços Médios Ponderados de Gás Natural na Indústria, em Portugal (Euros/GJ), Preços excluindo IVA e outros impostos recuperáveis. Informação atualizada no dia 31/10/2019.
- EC (2012) Energy Roadmap 2050: Impact assessment and scenario analysis. European Commission.
- Ecoheatcool (2006) Ecoheatcool project, The European Heat Market, Ecoheatcool and Euroheat & Power.
- Eurostat (2020) Energy Data - 2020 Edition, Publications Office of the European Union.
- IEA (2017a) World Balance, IEA Energy Statistics.
- IEA (2018) World Energy Outlook, International Energy Agency.
- IEA (2019) Solar Energy. Mapping the road ahead, International Energy Agency.
- IEA/SHC (2017) IEA/SHC Task 49 Solar Heat Integration in Industrial Processes.
- IKI (2017) Project IKI SolarPayback. <https://www.solar-payback.com/>
- INSHIP (2017) Project INSHIP - Integrating National Research Agendas on Solar Heat for Industrial Processes, H2020 GA 731287. 2017-2020.
- INSHIP (2019) INSHIP D8.2 – Assessment of socio economic impact scenarios of SHIP development in the EU.



IRENA (2014) Based in International Renewable Energy Agency (IRENA), calculations by Deger Saygin based on International Energy Agency (IEA), World Energy Statistics 2014. In Project IKI SolarPayback.

PNEC2030 (2018) Plano Nacional Integrado Energia e Clima 2021-2030, PNEC 2030.

RNC2050 (2019) Roteiro para a Neutralidade Carbónica, RNC 2050.

Pardo, N., Vatopoulos, K., Krook-Riekkola, A., Moya, J.A., Perez, A., (2012) Heat and cooling demand and market perspective, JRC, Publications Office of the European Union.

TrustEE (2016) Project TrustEE. <https://www.trust-ee.eu/>