

# **Análise de potencial alternativa de cálculo ao SCE.ER:**

**Software Solterm 5.3 (LNEG)**

DGEG

Lisboa, 29 de julho de 2019

#### Ficha técnica

---

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Versão</b>     | 3 (29/07/2019)   |
| <b>Autoria</b>    | Ricardo Aguiar   Divisão de Estudos, Renováveis e Investigação<br>Alexandra Nicolau   Direção de Serviços de Sustentabilidade Energética |
| <b>Revisão</b>    | Isabel Cabrita   Chefe da Divisão de Estudos, Renováveis e Investigação  |
| <b>Aprovação</b>  | João Correia Bernardo   Diretor-Geral de Energia e Geologia  |
| <b>Edição</b>     | Direção-Geral de Energia e Geologia, Av. 5 de outubro 208, Lisboa  |
| <b>Divulgação</b> | Pública (ao abrigo do Despacho n.º 10346/2018, de 8 de novembro)   |

---

**Citação:** DGEG (2019). *Análise de potencial alternativa de cálculo ao SCE.ER: Solterm 5.3 (LNEG)*. Relatório elaborado para os fins do Despacho n.º 10346/2018, de 8 de novembro. Autores R. Aguiar e A. Nicolau. Edição Direção-Geral de Energia e Geologia, Lisboa, 29 de julho de 2019. 13 pp.

## Índice

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Sumário .....</b>          | <b>4</b>  |
| <b>1. Enquadramento .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>2. Metodologia .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3. Resultados .....</b>    | <b>7</b>  |
| <b>4. Conclusões.....</b>     | <b>11</b> |

## Sumário

Avaliou-se o software SolTerm 5.3, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, como alternativa de cálculo à ferramenta oficial do Sistema Nacional de Certificação dos Edifícios (SCE) para o desempenho de sistemas solares, que é o software de referência SCE.ER da DGEG.

Foram utilizados os procedimentos especificados no Despacho n.º 10346/2018, de 8 de novembro (vd. Anexo I), sendo que em particular, uma alternativa de cálculo não pode ser validada se se desviar em mais de 15% nas estimativas da energia produzida, ou da energia solar fornecida, relativamente às correspondentes estimativas do software de referência.

O software SolTerm 5.3:

- reproduz bem os valores diários médios da carga térmica de água quente sanitária (AQS), excepto em sistemas com duplo fim (AQS e climatização);
- desvia-se quase sempre em mais de 15% da estimativa de energia solar térmica fornecida, determinada pelo software de referência SCE.ER;
- subestima sistematicamente a energia de apoio necessária à satisfação das necessidades de AQS;
- sobrestima sistematicamente a fração solar.

Crê-se que na origem da maioria destes problemas está que o software SolTerm 5.3 não reproduz bem o impacto do circuito de distribuição na produtividade de um sistema solar térmico, i.e. não é sensível à configuração do circuito de distribuição e do armazenamento (distribuído ou central) nem à configuração do subsistema de apoio (no depósito, em paralelo ou em série com o depósito).

No caso dos sistemas solares térmicos integrados ("kits"), o software SolTerm 5.3 ainda trabalha com a anterior versão dos certificados de ensaio SolarKeymark, pelo que só pode ser utilizado com certos modelos que já perderam a certificação.

Para sistemas solares fotovoltaicos o software SolTerm 5.3 não pôde ser testado por apresentar erro fundamental de funcionamento (incapacidade de aceder a certa biblioteca de subrotinas do sistema operativo).

De forma geral a bateria de testes efectuada revelou que o software SolTerm 5.3 não consegue reproduzir satisfatoriamente, i.e. nas condições do Despacho n.º 10346/2018, as estimativas de desempenho de sistemas solares dadas pelo software de referência SCE.ER.

## 1. Enquadramento

No âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Despacho n.º 15793-H/2013, de 2 de dezembro, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 234, de 3 de dezembro de 2013, procedeu à publicação das regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema, concretizando o estabelecido no Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, e respetiva regulamentação, nomeadamente a Portaria n.º 349 -D/2013, de 2 de dezembro, na sua atual redação.

O Despacho n.º 3156/2016, de 23 de fevereiro, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 42, de 1 de março de 2016, altera o referido Despacho n.º 15793-H/2013, de 2 de dezembro, indicando que para o caso da energia produzida pelos sistemas solares a ferramenta de cálculo a utilizar é o *software* SCE.ER, da responsabilidade da DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia.

Por sua vez o Despacho n.º 10346/2018, de 8 de novembro, adita ao Despacho n.º 15793-H/2013, de 2 de dezembro, um nº 8 que explicita os procedimentos e critérios de validação de alternativas de cálculo ao SCE.ER (consultar o Anexo I). Preconiza-se uma avaliação do desempenho baseada na comparação entre as estimativas de produção de energia e de aproveitamento de energia renovável para consumo obtidos por aplicação do SCE.ER e da potencial alternativa de cálculo, abrangendo uma variedade de situações suficiente para identificar os âmbitos para os quais esta poderá ser validada. A validação é possível se as estimativas de produção de energia e de aproveitamento de energia renovável para consumo não excederem em mais de 15% as correspondentes estimativas dadas pelo SCE.ER. Para estas comparações fixou-se por Despacho do Director-Geral de Energia e Geologia de 14 de Fevereiro de 2019 (referência interna Informação 07-DG/DEIR/2019) que a versão a utilizar do SCE.ER seria a 1.6.

Neste contexto, o presente relatório corresponde à avaliação do *software* “SolTerm – Análise de desempenho e pré-dimensionamento de sistemas solares”, versão 5.3 (sub-release 6), da responsabilidade do LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, como alternativa de cálculo ao SCE.ER. O SolTerm 5.3 tem duas vertentes, sistemas solares térmicos e fotovoltaicos. Foi indicada à DGEG uma ligação de Internet para descarregar um ficheiro comprimido e atribuído o número de licença 7588.

A instalação do SolTerm 5.3 sob o sistema operativo *Microsoft Windows 7 Professional* na DGEG decorreu sem problemas. No entanto, não foi possível examinar a vertente solar fotovoltaica, pois quando se acede a esta vertente, parece-lhe faltar o acesso a uma biblioteca de rotinas (“*Error 339: component MSCOMCT2.OCX missing or invalid*”).

## 2. Metodologia

É considerado um conjunto de configurações do sistema solar, que permite avaliar a resposta do software potencialmente alternativo aos principais factores e condicionantes que determinam a produção e aproveitamento de energia solar térmica <sup>1</sup>:

- (i) Reprodução do sistema de referência do REH <sup>2</sup>;
- (ii) Recurso solar – localização geográfica e zona climática do SCE;
- (iii) Tipologia de edifícios do REH;
- (iii) Altitude do lugar;
- (iv) Configuração do subsistema de apoio (no depósito, em paralelo ou em série com o depósito);
- (v) Recurso solar - obstruções do horizonte;
- (vi) Modelo de colector solar;
- (vii) Azimute dos colectores solares;
- (viii) Inclinação dos colectores solares;
- (ix) Volume do depósito;
- (x) Atitude do depósito (horizontal ou vertical);
- (xi) Configuração do circuito de distribuição e do armazenamento (distribuído ou central);
- (xii) Sistemas solares integrados ("kit" solar térmico);
- (xiii) Sistemas solares de atendimento a AQS e a climatização (aquecimento ambiente);
- (xiv) Sistemas solares com necessidades horárias, diárias e sazonais variáveis (edifícios RECS<sup>3</sup>).

Quando não é possível reproduzir no potencial software alternativo uma certa condição ou configuração de teste, utiliza-se a respectiva condição ou configuração por defeito do software.

Determina-se o desempenho energético dos sistemas solares usando o SCE.ER e usando o software potencialmente alternativo, e recolhem-se as estimativas da carga térmica a atender,  $E_{AQS}$ , e da energia térmica fornecida de origem renovável,  $E_{REN}$ , e calculam-se as variações percentuais tendo como referência as estimativas do SCE.ER.

Complementarmente, recolhem-se as estimativas da energia fornecida pelo subsistema de apoio,  $E_{BKP}$ , e calculam-se os valores do indicador fração solar.

---

<sup>1</sup> Como mencionado antes, não foi possível examinar o caso dos sistemas solares fotovoltaicos.

<sup>2</sup> REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

<sup>3</sup> RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

### **3. Resultados**

As Tabelas 1 a 5 apresentam os resultados dos testes efectuados segundo a metodologia apresentada na secção anterior.

Tabela 1 - Testes de desempenho para sistema solar térmico em edifícios de habitação.

| Sistema                                  | Zona           |                      |           |              |                     | Consumo Sistema |                         |                  |                   |                   |                     |            |         | SCE.ER 1.6  |                        |                        |                        | SolTerm 5.3  |                        |                        |                        | Avaliação    |                      |                     |                     |                |     |
|--|----------------|----------------------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------|---------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----|
|  | Zona Climática | NUTS III             | Município | Altitude (m) | Horizonte obstruído | Tipologia       | volume médio diário (l) | variação sazonal | Código do coletor | Armazenamento (l) | Área coletores (m²) | Inclinação | Azímute | Apoio       | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | Δ E <sub>AQS</sub>   | Δ E <sub>REN</sub>  | Δ E <sub>BKP</sub>  | Global         |     |
| Sistema de referência REH                |                |                      |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                     |                     |                |     |
| Ref Guarda T3                            | I3 V1          | Beira Interior Norte | Guarda    | 1100         | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 375                  | 1 450                  | 925                    | 61%          | 2 377                  | 1 724                  | 653                    | 73%          | 0.1% <span>ok</span> | 19% <span>X</span>  | -29% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Funchal (500 m) T3                   | I1 V1          | R.A. Madeira         | Funchal   | 500          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 376                  | 1 046                  | 1 330                  | 44%          | 2 377                  | 1 331                  | 1 045                  | 56%          | 0.0% <span>ok</span> | 27% <span>X</span>  | -21% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Bragança T3                          | I3 V2          | Alto Trás-os-Montes  | Bragança  | 680          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 375                  | 1 372                  | 1 003                  | 58%          | 2 377                  | 1 675                  | 602                    | 70%          | 0.1% <span>ok</span> | 22% <span>X</span>  | -40% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Barcelos T3                          | I2 V2          | Cávado               | Barcelos  | 171          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 376                  | 1 368                  | 1 008                  | 58%          | 2 377                  | 1 693                  | 684                    | 71%          | 0.0% <span>ok</span> | 24% <span>X</span>  | -32% <span>!</span> | <span>X</span> | (1) |
| Ref Lisboa T3                            | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 376                  | 1 505                  | 871                    | 63%          | 2 377                  | 1 889                  | 487                    | 79%          | 0.0% <span>ok</span> | 26% <span>X</span>  | -44% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Alcoutim T3                          | I2 V3          | Algarve              | Alcoutim  | 145          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 376                  | 1 574                  | 802                    | 66%          | 2 377                  | 1 994                  | 383                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 27% <span>X</span>  | -52% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Évora T3                             | I1 V3          | Alentejo Central     | Évora     | 221          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 375                  | 1 508                  | 863                    | 63%          | 2 377                  | 1 905                  | 472                    | 80%          | 0.1% <span>ok</span> | 26% <span>X</span>  | -45% <span>!</span> |                | (1) |
| Variação com a tipologia do edifício     |                |                      |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                     |                     |                |     |
| Ref Lisboa T1                            | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T1              | 80                      | não              | REH               | 100               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 1 188                  | 694                    | 494                    | 58%          | 1 188                  | 837                    | 352                    | 70%          | 0.0% <span>ok</span> | 21% <span>X</span>  | -29% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Lisboa T3                            | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 375                  | 1 505                  | 871                    | 63%          | 2 377                  | 1 889                  | 487                    | 79%          | 0.1% <span>ok</span> | 26% <span>X</span>  | -44% <span>!</span> | <span>X</span> | (1) |
| Ref Lisboa T5                            | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T5              | 240                     | não              | REH               | 250               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 3 564                  | 2 314                  | 1 250                  | 65%          | 3 565                  | 2 857                  | 708                    | 80%          | 0.0% <span>ok</span> | 23% <span>X</span>  | -43% <span>!</span> |                | (1) |
| Variação com a altitude                  |                |                      |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                     |                     |                |     |
| Ref Funchal (20 m) T3                    | I1 V1          | R.A. Madeira         | Funchal   | 500          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 376                  | 1 011                  | 1 365                  | 43%          | 2 377                  | 1 424                  | 953                    | 60%          | 0.0% <span>ok</span> | 41% <span>X</span>  | -30% <span>!</span> | <span>X</span> | (1) |
| Ref Funchal (500 m) T3                   | I1 V1          | R.A. Madeira         | Funchal   | 500          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 376                  | 1 046                  | 1 330                  | 44%          | 2 377                  | 1 331                  | 1 045                  | 56%          | 0.0% <span>ok</span> | 27% <span>X</span>  | -21% <span>!</span> |                | (1) |
| Variação com o modo de apoio             |                |                      |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                     |                     |                |     |
| Lisboa T4 - no depósito                  | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 826                  | 1 144                  | 61%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 36% <span>X</span>  | -58% <span>!</span> |                | (1) |
| Lisboa T4 - em paralelo                  | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | em paralelo | 2 970                  | 1 781                  | 1 188                  | 60%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 40% <span>X</span>  | -59% <span>!</span> | <span>X</span> | (1) |
| Lisboa T4 - em série                     | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 14% <span>ok</span> | -39% <span>!</span> |                | (1) |
| Variação com as obstruções do horizonte  |                |                      |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                     |                     |                |     |
| Ref Lisboa T3                            | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 375                  | 1 505                  | 871                    | 63%          | 2 377                  | 1 889                  | 487                    | 79%          | 0.1% <span>ok</span> | 26% <span>X</span>  | -44% <span>!</span> |                | (1) |
| Ref Lisboa T3 - com obstruções           | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | 45° E-SE            | T3              | 160                     | não              | REH               | 200               | 2.60                | 35°        | S       | no depósito | 2 375                  | 1 313                  | 1 063                  | 55%          | 2 377                  | 1 758                  | 619                    | 74%          | 0.1% <span>ok</span> | 34% <span>X</span>  | -42% <span>!</span> |                | (1) |
| Lisboa T4 - no depósito                  | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 826                  | 1 144                  | 61%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 36% <span>X</span>  | -58% <span>!</span> |                | (1) |
| Lisboa T4 - no depósito - com obstruções | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | 45° E-SE            | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 814                  | 1 156                  | 61%          | 2 971                  | 2 367                  | 604                    | 80%          | 0.0% <span>ok</span> | 30% <span>X</span>  | -48% <span>!</span> | <span>X</span> | (1) |
| Lisboa T4 - em série                     | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 14% <span>ok</span> | -39% <span>!</span> |                | (1) |
| Lisboa T4 - em série - com obstruções    | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | 45° E-SE            | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 080                  | 890                    | 70%          | 2 971                  | 2 367                  | 604                    | 80%          | 0.0% <span>ok</span> | 14% <span>ok</span> | -32% <span>!</span> |                | (1) |
| Variação com o modelo de coletor solar   |                |                      |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                     |                     |                |     |
| Lisboa T4 - em série - A                 | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 14% <span>ok</span> | -39% <span>!</span> |                | (1) |
| Lisboa T4 - em série - B                 | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | B                 | 200               | 3.30                | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 682                  | 288                    | 90%          | 2 971                  | 2 522                  | 449                    | 85%          | 0.0% <span>ok</span> | -6% <span>ok</span> | 56% <span>!</span>  |                | (1) |
| Lisboa T4 - em série - C                 | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | C                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 090                  | 880                    | 70%          | 2 971                  | 2 280                  | 691                    | 77%          | 0.0% <span>ok</span> | 9% <span>ok</span>  | -21% <span>!</span> | <span>X</span> | (1) |
| Lisboa T4 - no depósito - A              | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 826                  | 1 144                  | 61%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0% <span>ok</span> | 36% <span>X</span>  | -58% <span>!</span> |                | (1) |
| Lisboa T4 - no depósito - B              | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | B                 | 200               | 3.30                | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 2 552                  | 418                    | 86%          | 2 971                  | 2 522                  | 449                    | 85%          | 0.0% <span>ok</span> | -1% <span>ok</span> | 7% <span>!</span>   |                | (1) |
| Lisboa T4 - no depósito - C              | I1 V2          | Grande Lisboa        | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | C                 | 200               | 3.80                | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 714                  | 1 255                  | 58%          | 2 971                  | 2 280                  | 691                    | 77%          | 0.0% <span>ok</span> | 33% <span>X</span>  | -45% <span>!</span> |                | (1) |

(1) não permite reproduzir completamente a referência



Tabela 1 - Testes de desempenho para sistema solar térmico em edifícios de habitação (cont.).

| Sistema   | Zona           |               |           |              |                     | Consumo Sistema |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             | SCE.ER 1.6             |                        |                        |              | SolTerm 5.3            |                        |                        |              | Avaliação          |                    |                    |        |      |   |   |
|---|----------------|---------------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------|---------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|------|---|---|
|   | Zona Climática | NUTS III      | Município | Altitude (m) | Horizonte obstruído | Tipologia       | volume médio diário (l) | variação sazonal | Código do coletor | Armazenamento (l) | Área colectores (m²) | Inclinação | Azimute | Apoio       | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | Δ E <sub>AQS</sub> | Δ E <sub>REN</sub> | Δ E <sub>BKP</sub> | Global |      |   |   |
| Variação com a orientação dos colectores            |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |      |   |   |
| Lisboa T4 - em série - 40°, S                       | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 14%                | ok     | -39% | ! | X |
| Lisboa T4 - em série - 40°, E                       | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | E       | em série    | 2 970                  | 1 740                  | 1 230                  | 59%          | 2 971                  | 1 863                  | 1 108                  | 63%          | 0.0%               | ok                 | 7%                 | ok     | -10% | ! |   |
| Lisboa T4 - no depósito - 40°, S                    | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 2 067                  | 902                    | 70%          | 2 971                  | 2 487                  | 484                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 20%                | X      | -46% | ! |   |
| Lisboa T4 - no depósito - 40°, W                    | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | W       | no depósito | 2 970                  | 1 316                  | 1 653                  | 44%          | 2 971                  | 1 863                  | 1 108                  | 63%          | 0.0%               | ok                 | 42%                | X      | -33% | ! |   |
| Variação com a inclinação dos colectores            |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |      |   |   |
| Lisboa T4 - em série - 20°, S                       | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 20°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 155                  | 815                    | 73%          | 2 971                  | 2 447                  | 524                    | 82%          | 0.0%               | ok                 | 14%                | ok     | -36% | ! | X |
| Lisboa T4 - em série - 40°, S                       | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 488                  | 483                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 14%                | ok     | -39% | ! |   |
| Lisboa T4 - em série - 60°, S                       | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 60°        | S       | em série    | 2 970                  | 1 990                  | 980                    | 67%          | 2 971                  | 2 360                  | 611                    | 79%          | 0.0%               | ok                 | 19%                | X      | -38% | ! |   |
| Lisboa T4 - em série - 90°, S                       | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 90°        | S       | em série    | 2 970                  | 1 280                  | 1 690                  | 43%          | 2 971                  | 1 585                  | 1 386                  | 53%          | 0.0%               | ok                 | 24%                | X      | -18% | ! |   |
| Lisboa T4 - no depósito - 20°, S                    | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 20°        | S       | no depósito | 2 970                  | 2 970                  | 1 153                  | 61%          | 2 971                  | 2 447                  | 524                    | 82%          | 0.0%               | ok                 | -18%               | X      | -55% | ! |   |
| Lisboa T4 - no depósito - 40°, S                    | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 2 067                  | 902                    | 70%          | 2 971                  | 2 488                  | 483                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 20%                | X      | -46% | ! |   |
| Lisboa T4 - no depósito - 60°, S                    | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 60°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 869                  | 1 100                  | 63%          | 2 971                  | 2 360                  | 611                    | 79%          | 0.0%               | ok                 | 26%                | X      | -44% | ! |   |
| Lisboa T4 - no depósito - 90°, S                    | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 90°        | S       | no depósito | 2 970                  | 1 150                  | 1 819                  | 39%          | 2 971                  | 1 585                  | 1 386                  | 53%          | 0.0%               | ok                 | 38%                | X      | -24% | ! |   |
| Variação com o volume do depósito                   |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |      |   |   |
| Lisboa T4 - em série -150 L                         | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 150               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 272                  | 698                    | 76%          | 2 971                  | 2 400                  | 571                    | 81%          | 0.0%               | ok                 | 6%                 | ok     | -18% | ! | X |
| Lisboa T4 - em série -200 L                         | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 488                  | 483                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 14%                | ok     | -39% | ! |   |
| Lisboa T4 - em série -300 L                         | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 300               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 391                  | 578                    | 81%          | 2 971                  | 2 538                  | 433                    | 85%          | 0.0%               | ok                 | 6%                 | ok     | -25% | ! |   |
| Lisboa T4 - em paralelo -150 L                      | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 150               | 3.80                 | 40°        | S       | em paralelo | 2 970                  | 2 009                  | 961                    | 68%          | 2 971                  | 2 400                  | 571                    | 81%          | 0.0%               | ok                 | 19%                | X      | -41% | ! |   |
| Lisboa T4 - em paralelo -200 L                      | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | em paralelo | 2 970                  | 1 781                  | 1 188                  | 60%          | 2 971                  | 2 488                  | 483                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 40%                | X      | -59% | ! |   |
| Lisboa T4 - em paralelo -300 L                      | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 300               | 3.80                 | 40°        | S       | em paralelo | 2 970                  | 2 109                  | 861                    | 71%          | 2 971                  | 2 538                  | 433                    | 85%          | 0.0%               | ok                 | 20%                | X      | -50% | ! |   |
| Variação com a atitude do depósito                  |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |      |   |   |
| Lisboa T4 - em série - dep.vertical                 | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 174                  | 796                    | 73%          | 2 971                  | 2 488                  | 483                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 14%                | ok     | -39% | ! | X |
| Lisboa T4 - em série - dep.horizontal               | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | em série    | 2 970                  | 2 156                  | 814                    | 73%          | 2 971                  | 2 475                  | 496                    | 83%          | 0.0%               | ok                 | 15%                | ok     | -39% | ! |   |
| Lisboa T4 - ao depósito - dep.vertical              | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 2 067                  | 902                    | 70%          | 2 971                  | 2 488                  | 483                    | 84%          | 0.0%               | ok                 | 20%                | X      | -46% | ! |   |
| Lisboa T4 - ao depósito - dep.horizontal            | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T4              | 200                     | não              | A                 | 200               | 3.80                 | 40°        | S       | no depósito | 2 970                  | 789                    | 2 181                  | 27%          | 2 971                  | 2 475                  | 496                    | 83%          | 0.0%               | ok                 | 214%               | X      | -77% | ! |   |
| Variação com armazenamento - distribuído ou central |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |      |   |   |
| Lisboa multi - arm. central - série                 | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | 5xT4 + 6xT3     | 200                     | não              | A                 | 2000              | 53.80                | 40°        | S       | em série    | 29 104                 | 25 716                 | 3 380                  | 88%          | 29 115                 | 26 576                 | 2 539                  | 91%          | 0.0%               | ok                 | 3%                 | ok     | -25% | ! | ? |
| Lisboa multi - arm. distribuído - série             | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | 5xT4 + 6xT3     | 200                     | não              | A                 | 11 x 200          | 53.80                | 40°        | S       | em série    | 29 104                 | 24 740                 | 4 363                  | 85%          | 29 115                 | 26 576                 | 2 539                  | 91%          | 0.0%               | ok                 | 7%                 | ok     | -42% | ! |   |
| Lisboa multi - arm. central - no depósito           | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | 5xT4 + 6xT3     | 200                     | não              | A                 | 2000              | 53.80                | 40°        | S       | no depósito | 29 104                 | 24 589                 | 4 515                  | 84%          | 29 115                 | 26 576                 | 2 539                  | 91%          | 0.0%               | ok                 | 8%                 | ok     | -44% | ! |   |
| Lisboa multi - arm. distrib. - no depósito          | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | 5xT4 + 6xT3     | 200                     | não              | A                 | 11 x 200          | 53.80                | 40°        | S       | no depósito | 29 104                 | 22 777                 | 6 326                  | 78%          | 29 115                 | 26 576                 | 2 539                  | 91%          | 0.0%               | ok                 | 17%                | X      | -60% | ! |   |

(1) não permite reproduzir completamente a referência

Tabela 2 - Testes de desempenho para sistema solar térmico tipo kit em edifícios de habitação.

| Sistema   | Zona           |          |           |              |                     | Consumo Sistema |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |       |                        | SCE.ER 1.6             |                        |              |                        | SolTerm 5.3            |                        |              |                    | Avaliação          |                    |        |  |
|---|----------------|----------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------|---------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--|
|   | Zona Climática | NUTS III | Município | Altitude (m) | Horizonte obstruído | Tipologia       | volume médio diário (l) | variação sazonal | Código do coletor | Armazenamento (l) | Área coletores (m²) | Inclinação | Azimute | Apoio | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | Δ E <sub>AQS</sub> | Δ E <sub>REN</sub> | Δ E <sub>BKP</sub> | Global |  |
| Sistemas solares tipo "kit"                             |                |          |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |       |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |  |
| impossível introduzir dados de certificado SolarKeymark |                |          |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |       |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    | X      |  |

Tabela 3 - Testes de desempenho para sistema solar térmico de duplo fim em edifícios de habitação.

| Sistema                     | Zona           |               |           |              |                     | Consumo Sistema |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             | SCE.ER 1.6             |                        |                        |              | SolTerm 5.3            |                        |                        |              | Avaliação            |                    |                     |                |
|-----------------------------|----------------|---------------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------|---------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|
|                             | Zona Climática | NUTS III      | Município | Altitude (m) | Horizonte obstruído | Tipologia       | volume médio diário (l) | variação sazonal | Código do coletor | Armazenamento (l) | Área colectores (m²) | Inclinação | Azimute | Apoio       | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | Δ E <sub>AQS</sub>   | Δ E <sub>REN</sub> | Δ E <sub>BKP</sub>  | Global         |
| Sistemas AQS + climatização |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                    |                     |                |
| Sistemas AQS + climatização | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | T3              | vd. rel.                | sim              | A                 | 600               | 19.20                | 35°        | S       | no depósito | 7 694                  | 5 473                  | 2 221                  | 71%          | 9 339                  | 8 238                  | 1 101                  | 88%          | 21.4% <span>X</span> | 51% <span>X</span> | -50% <span>!</span> | <span>X</span> |

Tabela 4 - Testes de desempenho para sistema solar térmico em edifício de serviços.

|                                       | Zona           |               |           |              |                     | Consumo Sistema |                         |                  |                    |                   |                      |            |         |             | SCE.ER 1.6             |                        |                        |              | SolTerm 5.3            |                        |                        |              | Avaliação            |                    |                     |                 |     |
|---------------------------------------|----------------|---------------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------|-------------------|----------------------|------------|---------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|----------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----|
| Sistema                               | Zona Climática | NUTS III      | Município | Altitude (m) | Horizonte obstruído | Tipologia       | volume médio diário (l) | variação sazonal | Código do colector | Armazenamento (l) | Área colectores (m²) | Inclinação | Azímute | Apoio       | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | Δ E <sub>AQS</sub>   | Δ E <sub>REN</sub> | Δ E <sub>BKP</sub>  | Global          |     |
| Sistemas RECS (edifícios de serviços) |                |               |           |              |                     |                 |                         |                  |                    |                   |                      |            |         |             |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                      |                    |                     |                 |     |
| Edifício de comércio                  | I1 V2          | Grande Lisboa | Lisboa    | 109          | não                 | n.a.            | vd. rel.                | sim              | A                  | 600               | 192.00               | 35°        | S       | em paralelo | 176 376                | 124 769                | 51 606                 | 71%          | 176 289                | 136 037                | 40 252                 | 77%          | 0.0% <span>ok</span> | 9% <span>ok</span> | -22% <span>!</span> | <span>ok</span> | (2) |

(2) só permite depósito até 10 000 litros

Tabela 5 - Testes de desempenho para sistema solar fotovoltaico.

|   | Zona           |          |           |              |                     | Consumo Sistema |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |       | SCE.ER 1.6             |                        |                        |              | SolTerm 5.3            |                        |                        |              | Avaliação          |                    |                    |        |
|---|----------------|----------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------|---------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| Sistema                                   | Zona Climática | NUTS III | Município | Altitude (m) | Horizonte obstruído | Tipologia       | volume médio diário (l) | variação sazonal | Código do coletor | Armazenamento (l) | Área coletores (m²) | Inclinação | Azímute | Apoio | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | E <sub>AQS</sub> (kWh) | E <sub>REN</sub> (kWh) | E <sub>BKP</sub> (kWh) | fração solar | Δ E <sub>AQS</sub> | Δ E <sub>REN</sub> | Δ E <sub>BKP</sub> | Global |
| Sistemas PV                               |                |          |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |       |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    |        |
| runtime error 339 (OCX component missing) |                |          |           |              |                     |                 |                         |                  |                   |                   |                     |            |         |       |                        |                        |                        |              |                        |                        |                        |              |                    |                    |                    | X      |

## 4. Conclusões

O software SolTerm 5.3 reproduz satisfatoriamente os valores diários médios da carga térmica para satisfação de necessidades de AQS. No entanto não reproduz bem os valores diários médios da carga térmica para o caso de sistemas com duplo fim (AQS e climatização), o que se deverá a uma entrada de dados demasiado simplificada, das necessidades de aquecimento ambiente.

O padrão de resposta do software SolTerm 5.3 aos factores e condicionantes que determinam a produção e aproveitamento de energia solar térmica é o esperado nos casos de variações do recurso solar com a geografia e as obstruções do horizonte, da tipologia de edifícios REH, da altitude do lugar, da orientação dos colectores, do modelo de colector solar e do volume do depósito.

Contudo, o software SolTerm 5.3 não reproduz bem:

- (i) a quebra de produtividade num sistema solar térmico que ocorre quando o depósito é colocado na horizontal, em vez de na vertical como recomendam as boas práticas (para promover a estratificação);
- (ii) o impacto do circuito de distribuição na produtividade de um sistema solar térmico, pois não é sensível à configuração do circuito de distribuição e do armazenamento (distribuído ou central) nem à configuração do subsistema de apoio (no depósito, em paralelo ou em série com o depósito).

Em resultado disso, o software SolTerm 5.3 desvia-se quase sempre em mais de 15% da estimativa de energia solar fornecida, determinada pelo software de referência SCE.ER.

As boas excepções dão-se quando o subsistema de apoio está colocado em série com o depósito, ou com padrões de consumos complexos e não intermitentes em que é menos relevante o comportamento do sistema de distribuição. Estas situações são no entanto uma pequena parte dos casos considerados na bateria de testes abrangente.

Note-se também que o Solterm 5.3 subestima sistematicamente a energia de apoio necessária à satisfação das necessidades de AQS, e que sobrestima sistematicamente a fração solar.

No caso dos sistemas solares integrados ("kits" solar térmico), o software SolTerm 5.3 pede dados (inputs) que correspondem ainda à antiga versão dos certificados de ensaio *SolarKeymark*, pelo que só pode ser utilizado com certos modelos que já perderam a certificação.

Para sistemas solares fotovoltaicos o software SolTerm 5.3 não pôde ser testado por apresentar erro fundamental de funcionamento (incapacidade de aceder a certa biblioteca de subrotinas do sistema operativo).

Assim de forma geral a bateria de testes efectuada revelou que o software SolTerm 5.3 não consegue reproduzir satisfatoriamente, ou de todo, as estimativas de desempenho de sistemas solares dadas pelo software de referência SCE.ER.

## Anexo 1

### Extracto do Despacho n.º 10346/2018, de 8 de novembro

#### Nº 8 — Alternativas de cálculo

- 1 — Em alternativa à utilização, de acordo com o tipo de sistema, ou do programa SCE.ER, ou dos algoritmos descritos nos n.ºs 3 a 7 (ferramentas de referência), podem ser validadas pela DGEG alternativas de cálculo para determinadas condições de operação e usos de energia (âmbitos).
- 2 — A DGEG disponibilizará no seu sítio de Internet, dados, documentação metodológica, e outras informações pertinentes, para facilitar a elaboração ou adaptação de alternativas de cálculo no que respeita à utilização dos dados climáticos do SCE.
- 3 — Os interessados na validação de uma alternativa de cálculo, devem submeter o respetivo pedido à DGEG, indicando o âmbito para o qual se pretende a validação e fazendo-o acompanhar, conforme aplicável, de uma descrição detalhada, ou no caso de estar implementada como um programa de cálculo, de uma cópia funcional do mesmo com uma licença de utilização a favor da DGEG pelo prazo mínimo de seis meses.
- 4 — No prazo de 60 (sessenta) dias após a receção de um pedido bem instruído nos termos da alínea n.º 2, os serviços da DGEG procedem à análise da potencial alternativa de cálculo e produzem um relatório sumário de avaliação, que deve conter uma identificação clara dos âmbitos para os quais se considera tecnicamente adequada a sua validação, para aprovação do Diretor-Geral de Energia e Geologia.
- 5 — A avaliação do desempenho das alternativas de cálculo será baseada na comparação entre as estimativas de produção de energia e de aproveitamento de energia renovável para consumo obtidos por aplicação da ferramenta de referência e da alternativa de cálculo, abrangendo uma variedade de situações suficiente para identificar os âmbitos para os quais esta poderá ser validada.
- 6 — A avaliação de uma alternativa de cálculo deve incluir as configurações mais simples para cada tipo de sistema, não podendo aquela ser validada se as estimativas de produção de energia e de aproveitamento de energia renovável para consumo obtidas pela sua aplicação nestes casos, exceder em mais de 15 % as correspondentes estimativas obtidas pela aplicação da ferramenta de referência.
- 7 — Os relatórios de avaliação de alternativas de cálculo aprovados pelo Diretor-Geral de Energia e Geologia são publicados no sítio de Internet da DGEG.
- 8 — A validação de uma alternativa de cálculo é específica e limitada à versão avaliada.

## Anexo 2

### Codificação dos colectores

| Código | Modelo de colector             |
|--------|--------------------------------|
| A      | Baxi Mediterraneo Slim 200     |
| B      | SolarNovum Herkules CPC 21     |
| C      | Vicoren PLANO 2 m <sup>2</sup> |
| REH    | Colector padrão do REH         |