

Nota Técnica

NT-SCE-01

Energia produzida por um sistema solar fotovoltaico (E_{ren}) em edifícios de habitação através do *software* SCE.ER

8 de novembro de 2021

1. Definição do perfil de consumo elétrico do edifício

Para efeitos da avaliação do desempenho energético dos edifícios de habitação, deve ser contabilizada a produção dos sistemas solares fotovoltaicos para autoconsumo dando prioridade aos usos regulados (aquecimento e arrefecimento ambiente, preparação de água quente sanitária e ventilação) em detrimento dos não regulados, conforme subsecção 16.1.5.2 do Manual SCE, aprovado pelo Despacho n.º 6476-H/2021, de 1 de julho, alterado pelo Despacho n.º 9216/2021, de 17 de setembro.

Na utilização do *software* SCE.ER para estimativa da produção do sistema solar fotovoltaico, após a devida parametrização do sistema, deve ser definido o perfil de consumo elétrico do edifício, selecionando a opção “autoconsumo”, conforme Figura 1.

Sistema instalado em	exemplo A	(Lisboa, Grande Lisboa)
Utilizados	<u>6</u> módulos fotovoltaicos	<u>exemplo módulo PV</u> (160 W)
em	<u>1</u> string de potência nominal 1.0 kW (8 m²),	<u>montagem fixa</u>
orientação	<u>0</u> ° em azimute e <u>35</u> ° em inclinação.	
Bloco inversor/controlador	<u>típico A+ (97%)</u>	com eficiência 97.0% (1)
Perdas de eficiência PV por variação espectral de	<u>0,5%</u>	(2)
Perdas por problemas de limpeza dos painéis de	<u>0,5%</u>	
Perdas em interconexões	<u>1,0%</u> e outras perdas resistivas gerais	<u>0,7%</u> (2)
Auto-consumos de	<u>3</u> kWh em ventiladores e	<u>0</u> kWh em seguimento do sol
Tempo diurno gasto em resolução de avarias e manutenção de	<u>6</u> horas por ano	
Perdas adicionais na ligação à rede de	<u>0,5%</u>	(3)
Sistema explorado em modo de	<u>autoconsumo</u>	Capacidade de baterias <u>0,0</u> kWh
(1) definição Europeia (2) da produção em DC (3) da produção em AC		

Figura 1 – Opção autoconsumo

Na definição do perfil de consumo elétrico do edifício devem apenas ser considerados os consumos de energia final dos usos regulados alimentados por eletricidade.

Nota: Nas situações em que são utilizados os sistemas por defeito, desde que estes sejam alimentados por energia elétrica, deve o seu consumo ser igualmente considerado para efeitos da determinação da produção do sistema solar fotovoltaico.

Uma vez que o *software* apenas permite a parametrização de dois perfis de consumo, um de segunda-feira a sexta-feira e outro para os fins de semana, e a seleção dos meses em que esses perfis se verificam, através das opções “on” ou “off”, a quantificação da produção do sistema pode levar à necessidade de várias simulações, atendendo aos perfis de consumo distintos que podem existir ao longo do ano, uma vez que:

- Os sistemas para aquecimento ambiente apenas apresentam consumo durante a estação de aquecimento, cuja duração (M) deve ser calculada nos termos da secção 5.3 do Manual SCE e, para efeitos desta Nota Técnica, arredondada à unidade e distribuída de acordo com a Figura 2;
- Os sistemas de arrefecimento ambiente apenas apresentam consumo durante a estação de arrefecimento, isto é, nos meses de junho, julho, agosto e setembro;
- Os sistemas de preparação de água quente sanitária (AQS) apresentam consumo durante todos os dias do ano;
- Os sistemas de ventilação mecânica apresentam consumo durante todos os dias do ano.

M ≈ 3	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M ≈ 4	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M ≈ 5	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M ≈ 6	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M ≈ 7	Jan	Fev	Abr	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M ≈ 8	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Estação de aquecimento
Estação de arrefecimento
Meses restantes

Figura 2 – Distribuição mensal da estação de aquecimento

A título de exemplo, numa situação em que a duração da estação de aquecimento seja inferior a 8 meses e se verifiquem consumos elétricos para os usos de aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente e AQS, devem ser realizadas três simulações:

1. Para a estação de aquecimento, onde se verificam consumos dos sistemas para aquecimento ambiente e AQS;
2. Para a estação de arrefecimento, onde se verificam consumos dos sistemas para arrefecimento ambiente e AQS;
3. Para o restante período, onde apenas se verificam consumos dos sistemas para AQS.

Estabelecidos os meses aplicáveis a cada simulação a realizar, na definição do perfil de consumo elétrico devem os mesmos ser identificados através da opção “on”, selecionando a opção “off” nos restantes.

Na que respeita ao consumo horário, tanto de segunda-feira a sexta-feira como aos fins de semana, deve ser considerado o mesmo valor de potência ($P_{simulação}$). Para tal, os consumos anuais de cada uso regulado ($C_{a,uso}$) devem ser distribuídos pelos meses em que estes se verifiquem, conforme Equação 1, obtendo-se o consumo de energia final nos meses correspondentes a cada simulação ($C_{a,simulação}$) através do somatório dos consumos de todos os usos regulados nos meses aplicáveis, através da Equação 2. O valor de $P_{simulação}$ resulta da divisão do consumo diário da simulação ($C_{d,simulação}$) pelas 24 horas do dia, conforme Equação 4, sendo este calculado nos termos da Equação 3, mediante a relação entre $C_{a,simulação}$ e o número de dias desta.

$$C_{m,uso_j} = \frac{C_{a,uso_j}}{N_{uso_j}} \quad [kWh/mês] \quad (1)$$

Em que:

C_{m,uso_j} – Consumo mensal do uso regulado j [kWh/mês];

C_{a,uso_j} – Consumo anual do uso regulado j [kWh/ano];

N_{uso_j} – Número de meses em que se verificam consumos do uso regulado j [meses/ano].

$$C_{a,simulação_i} = \sum_i \left(\sum_j C_{m,uso_j} \right)_i \quad [kWh/ano] \quad (2)$$

Em que:

$C_{a,simulação_i}$ – Consumo de energia final nos meses correspondentes à simulação i [kWh/ano].

$$C_{d,simulação_i} = \frac{C_{a,simulação_i} \times 1000}{N_{simulação_i}} \quad [Wh/dia] \quad (3)$$

Em que:

$C_{d,simulação_i}$ – Consumo diário da simulação i [Wh/dia];

$N_{simulação_i}$ – Número de dias da simulação i [dias/ano].

$$P_{simulação_i} = \frac{C_{d,simulação_i}}{24} \quad [W] \quad (4)$$

Em que:

$P_{simulação_i}$ – Potência a considerar no perfil de consumo elétrico da simulação i [W].

2. Produção total do sistema solar fotovoltaico (E_{ren})

A produção total do sistema solar fotovoltaico deve ser obtida pela soma das produções das várias simulações realizadas, conforme equação seguinte.

$$E_{ren} = \sum_i E_{ren,simulação_i} \quad [kWh/ano] \quad (5)$$

Em que:

E_{ren} – Energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo nos usos regulados do edifício [kWh/ano];

$E_{ren,simulação_i}$ – Energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo nos usos regulados do edifício na simulação i [kWh/ano].

3. Desagregação da produção do sistema solar fotovoltaico

A energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo por uso regulado ($E_{ren,uso}$) deve ser determinada, para cada simulação, através das equações seguintes.

$$E_{ren,uso_{j,i}} = E_{ren,simulação_i} \times \frac{C_{a,simulação_{j,i}}}{C_{a,simulação_i}} \quad [kWh/ano] \quad (6)$$

Em que:

$E_{ren,uso_{j,i}}$ – Energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo no uso regulado j do edifício e na simulação i [kWh/ano];

$E_{ren,simulação_i}$ – Energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo nos usos regulados do edifício na simulação i [kWh/ano];

$C_{a,simulação_{j,i}}$ – Consumo de energia final do uso regulado j nos meses correspondentes à simulação i [kWh/ano];

$C_{a,simulação_i}$ – Consumo de energia final nos meses correspondentes à simulação i [kWh/ano].

$$E_{ren,uso_j} = \sum_i E_{ren,uso_{j,i}} \quad [kWh/ano] \quad (7)$$

Em que:

E_{ren_j} – Energia produzida a partir de fontes de origem renovável destinada a autoconsumo no uso regulado j do edifício [kWh/ano].

Exemplo prático

Definição dos perfis de consumo elétrico a considerar nas simulações através do *software* SCE.ER para estimativa da produção e respetiva desagregação por uso de um sistema solar fotovoltaico num edifício de habitação com as características previstas na Tabela 1, dotado de uma unidade *multisplit* para aquecimento e arrefecimento ambiente com SCOP de 5,10 e SEER de 5,95, respetivamente, de uma bomba de calor para preparação de AQS com SCOP_{DHW} de 2,92 e de ventilação mecânica com funcionamento permanente.

Tabela 1 – Características do edifício de habitação

Local	São Brás de Alportel
Altitude [m]	248
M [meses]	4,8 $\approx$ 5,0
Área [m ²]	243,80
N_{ic} [kWh/(m ² .ano)]	30,70
N_{vc} [kWh/(m ² .ano)]	13,20
Q_a [kWh/ano]	2 377,29
W_{vm} [kWh/ano]	105,12

O edifício apresenta consumos de energia elétrica para todos os usos regulados, aquecimento e arrefecimento ambiente, preparação de AQS e ventilação, sendo estes apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Consumos de energia elétrica por uso regulado

Aquecimento [kWh/ano]	1 467,58
Arrefecimento [kWh/ano]	540,87
AQS [kWh/ano]	814,14
Ventilação [kWh/ano]	105,12
Total [kWh/ano]	2 927,71

Atendendo a que a estação de aquecimento apresenta uma duração aproximada de 5 meses (janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, conforme Figura 2) e que se verificam consumos elétricos para todos os usos regulados, a determinação da produção do sistema solar fotovoltaico deve ser realizada mediante 3 simulações distintas, uma para a estação de aquecimento, outra para a de arrefecimento e uma para os meses não abrangidos pelas duas primeiras.

Os consumos anuais devem então ser distribuídos mensalmente, dividindo o respetivo consumo anual pelo número de meses em que este se verifica, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição mensal dos consumos de energia elétrica

Energia final	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Aquecimento [kWh/ano]	293,52	293,52	293,52								293,52	293,52
Arrefecimento [kWh/ano]						135,22	135,22	135,22	135,22			
AQS [kWh/ano]	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85
Ventilação [kWh/ano]	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76
Total [kWh/ano]	370,12	370,12	370,12	76,61	76,61	211,82	211,82	211,82	211,82	76,61	370,12	370,12

Uma vez que o desempenho energético dos edifícios de habitação é determinado por um método sazonal, não é possível obter a sua evolução horária, pelo que para a definição do perfil será considerada uma potência constante ao longo das 24 horas.

Tendo em conta o número de dias de cada mês, conforme Tabela 4, é então possível definir a potência em cada hora a utilizar na respetiva simulação, de acordo com a Tabela 5, tendo em conta as Equações 1 a 4.

Tabela 4 – Número de dias por mês

Mês	Dias
Janeiro	31
Fevereiro	28
Março	31
Abril	30
Maio	31
Junho	30
Julho	31
Agosto	31
Setembro	30
Outubro	31
Novembro	30
Dezembro	31

Tabela 5 – Potência a considerar na definição do perfil de consumo elétrico

Simulação	Consumo anual [kWh/ano]	Número de dias	Consumo diário [Wh/dia]	Potência [W]
Simulação 1	1 850,61	151	12 255,66	511
Simulação 2	847,29	122	6 945,00	289
Simulação 3	229,82	92	2 497,99	104

Obtida a potência, devem os respetivos perfis de consumo elétrico ser parametrizados no *software* SCE.ER conforme as Figuras 3 a 5, respetivamente para as simulações 1 a 3. Nota para que podem existir algumas diferenças no valor anual, uma vez que o programa apenas aceita valores inteiros.

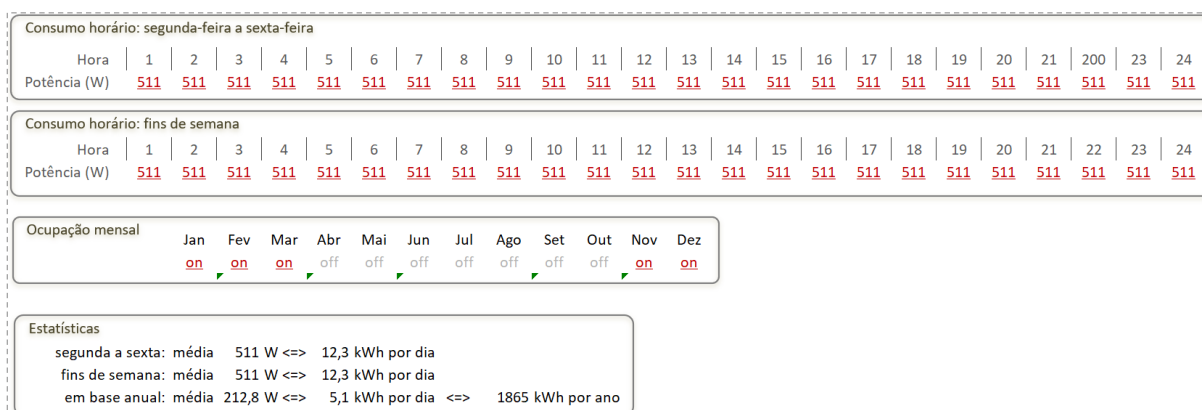


Figura 3 – Perfil de consumo de energia elétrica da simulação 1

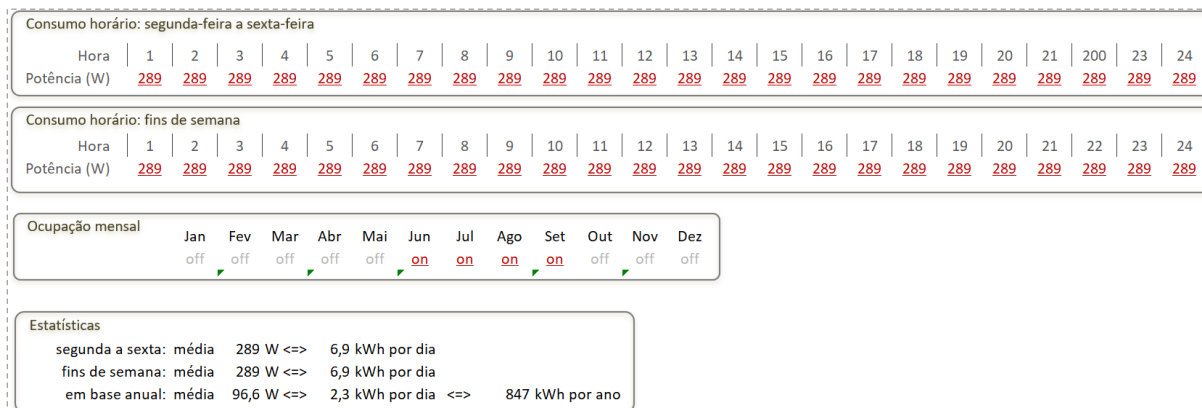


Figura 4 – Perfil de consumo de energia elétrica da simulação 2

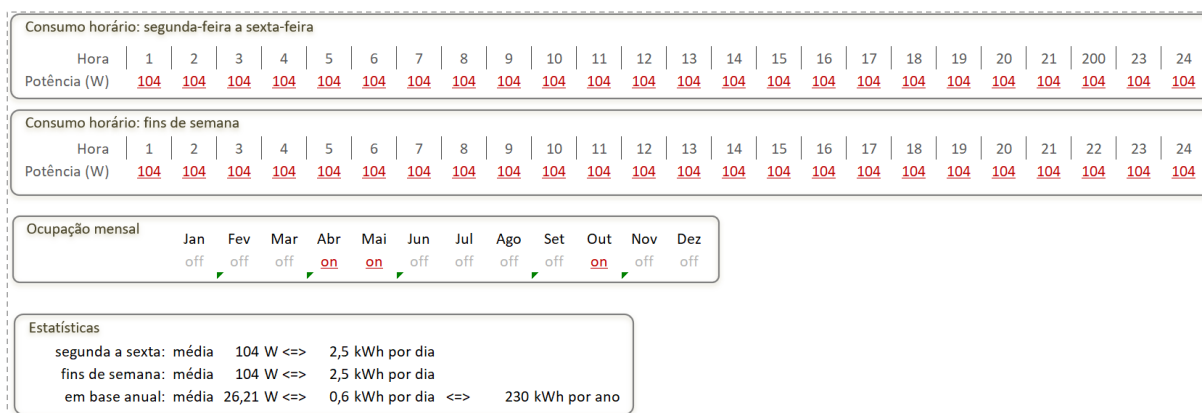


Figura 5 – Perfil de consumo de energia elétrica da simulação 3

A estimativa da produção do sistema solar fotovoltaico é obtida pela soma dos resultados das três simulações, conforme Equação 5, correspondendo, no *software* de cálculo, ao campo “autoconsumo (AC)”, de acordo com a figura seguinte.

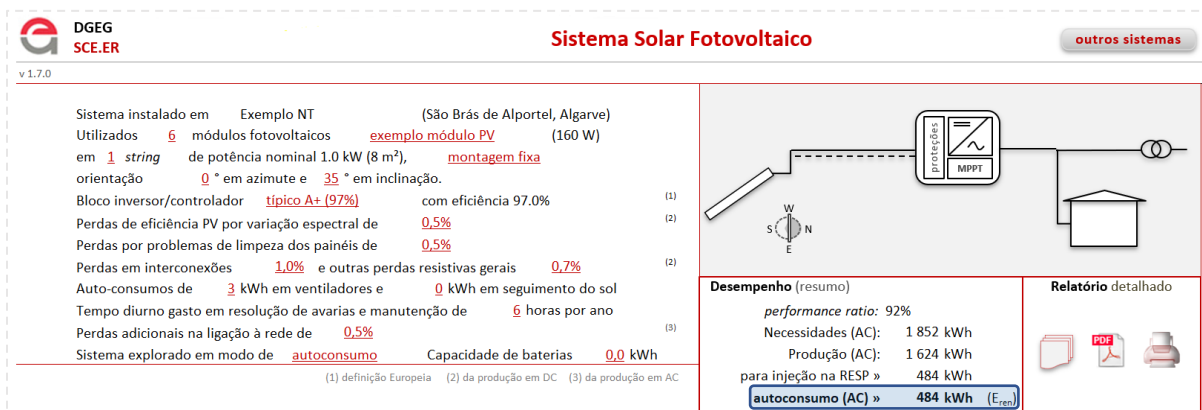


Figura 6 – Output da simulação 1

Para efeitos da desagregação da produção do sistema por uso regulado, deve ser tido em conta o previsto nas Equações 6 e 7. Assumindo os valores de produção constantes na Tabela 6, a desagregação resulta nos valores apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 – Resultados das simulações

Eren,simulação1	484,00
Eren,simulação2	350,00
Eren,simulação3	99,00
Eren,total	933,00

Tabela 7 – Desagregação da produção do sistema solar fotovoltaico por uso regulado

Eren [kWh/ano]	Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Total
Aquecimento	383,84			383,84
Arrefecimento		223,42		223,42
AQS	88,71	112,10	87,68	288,49
Ventilação	11,45	14,47	11,32	37,25
				933,00

Ciclo de validação do documento**Histórico de Alterações**

Versão	Data de publicação	Descrição
V1	08-11-2021	Versão inicial

Lista de Distribuição

Público em geral