

# EMISSÕES EVITADAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

30.julho.2026



Lasting Values – Consultoria em Gestão e Ambiente, Lda.  
Rua Pintor Augusto Júlio, n.º 13 | 2900 - 760 Setúbal | Portugal  
+ 351 91 644 05 57 . + 351 91 644 05 75 | [geral@lastingvalues.pt](mailto:geral@lastingvalues.pt)

O presente documento constitui o relatório do estudo  
**Emissões de GEE associadas ao consumo de energia elétrica**  
**- emissões evitadas na produção de energia elétrica a partir**  
**de fontes de energia renováveis**

Almada, 30 de julho de 2026



**Lasting Values – Consultoria em Gestão e Ambiente, Lda.**

Rua Pintor Augusto Júlio, n.º 13 | 2900 - 760 Setúbal

Madan Parque | Rua dos Inventores | 2825-182 Caparica

+ 351 91 644 05 57 . + 351 91 644 05 75 | [geral@lastingvalues.pt](mailto:geral@lastingvalues.pt)

[www.lastingvalues.pt](http://www.lastingvalues.pt)

Contactos:

José Eduardo Barroso

[jebarroso@lastingvalues.pt](mailto:jebarroso@lastingvalues.pt)

+ 351 916440575

# SUMÁRIO

---

Este relatório pretende analisar a questão das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) relativas à energia elétrica, em particular no que diz respeito à utilização de fatores de emissão associados à produção e ao consumo de energia elétrica e às metodologias disponíveis para a estimativa das designadas “emissões evitadas” de GEE pela exploração de novos projetos de produção a partir de fontes de energia renováveis em Portugal.

Analisaram-se o fator de emissão da eletricidade, publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), e a metodologia de rotulagem de energia elétrica disponibilizada pela Entidade Reguladora dos Sistemas Energéticos (ERSE).

Concluiu-se que a metodologia disponibilizada pela APA é particularmente relevante quando se pretende caracterizar o sistema eletroprodutor nacional, ou seja, o conjunto de instalações de produção de energia elétrica localizadas em Portugal (neste caso no continente nacional).

A metodologia utilizada no sistema de rotulagem de energia elétrica divulgado pela ERSE é especialmente interessante quando se pretende caracterizar a energia elétrica efetivamente consumida em Portugal e que, em função do funcionamento do Mercado Ibérico de Eletricidade, é produzida por um conjunto de instalações relativas aos dois sistemas elétricos peninsulares e determinado, para cada período temporal, em função de uma ordem de mérito comercial.

Neste sentido, a primeira deverá ser utilizada em inventários de base territorial e quando se pretende analisar as instalações de produção localizadas no território nacional, enquanto a segunda é a mais adequada à aplicação a inventários relativos a organizações, projetos, eventos ou a consumos particulares específicos.

No que respeita à estimativa das emissões evitadas relativas a projetos de produção de base renovável, analisaram-se 3 metodologias:

- a) a estabelecida pela Calculadora de Emissões disponibilizada pela APA;
- b) a que segue a metodologia TOOL07, estabelecida no quadro do Clean Development Mechanism (CDM), no âmbito dos mecanismos de flexibilidade propostos pelo Protocolo de Quioto; e
- c) uma metodologia baseada no conceito de Emissões Marginais.

A Calculadora APA baseia-se num cenário futuro, que assume, implicitamente e *a priori*, o cumprimento dos objetivos nacionais em matéria de emissões de GEE e de penetração de energia de base renovável, expressando-se em fatores de emissão relativos à produção de energia elétrica no território nacional, e subvalorizando, de forma expressiva, a importância relativa de cada projeto.

A TOOL07 foi desenvolvida, nos anos 2000, no contexto da promoção de tecnologias de base renovável em sistemas de países em vias de desenvolvimento, sobretudo baseados na utilização de combustíveis fósseis e parece desajustada em sistemas em que já existe uma predominância de eletricidade produzida a partir de fontes renováveis.

A metodologia de Emissões Marginais é estabelecida em função das tecnologias de produção que marcam os preços horários no mercado de energia elétrica e que, em princípio, deixarão de ser solicitadas pela injeção de nova produção renovável mais competitiva.

Na sequência do trabalho realizado, foi possível concluir que a metodologia que melhor se relaciona com estas questões é a metodologia das “Emissões Marginais”.

Trata-se da metodologia que melhor espelha a realidade das emissões evitadas, conciliando rigor técnico e fiabilidade na avaliação da eficácia do projeto em matéria de descarbonização e transição energética do sistema elétrico onde a nova instalação se irá inserir, neste caso enquadrado pelo Mercado Ibérico de Eletricidade.

Neste sentido, sugere-se que se possa realizar, anualmente, um exercício que disponibilize, aos agentes do setor, os fatores de emissão a usar no cálculo das emissões evitadas, através da metodologia de “Emissões Marginais”, de forma a avaliar a importância relativa de novos projetos de energia elétrica renovável no quadro dos objetivos nacionais de descarbonização e do cumprimento a prazo de um cenário nacional *net-zero*.

# ÍNDICES

---

## ÍNDICE GERAL

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SUMÁRIO .....</b>                                                                          | <b>3</b>  |
| <b>1 ÂMBITO   OBJETIVOS.....</b>                                                              | <b>7</b>  |
| <b>2 FATORES DE EMISSÃO DE GEE DA ENERGIA ELÉTRICA .....</b>                                  | <b>8</b>  |
| 2.1 Introdução.....                                                                           | 8         |
| 2.2 Fator de emissão da eletricidade produzida em Portugal (APA).....                         | 9         |
| 2.3 Fator de emissão da eletricidade consumida em Portugal (ERSE) .....                       | 10        |
| 2.4 Análise às metodologias de cálculo do fator de emissão de GEE da eletricidade.            | 12        |
| <b>3 EMISSÕES EVITADAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS.....</b> | <b>16</b> |
| 3.1 Introdução.....                                                                           | 16        |
| 3.2 Calculadora APA.....                                                                      | 16        |
| 3.2.1 Descrição .....                                                                         | 16        |
| 3.2.2 Análise .....                                                                           | 20        |
| 3.2.3 Notas finais .....                                                                      | 22        |
| 3.3 Metodologia UNFCCC/CDM.....                                                               | 22        |
| 3.3.1 Descrição .....                                                                         | 22        |
| 3.3.2 Análise .....                                                                           | 24        |
| 3.3.3 Notas finais .....                                                                      | 24        |
| 3.4 Metodologia de emissões marginais.....                                                    | 25        |
| 3.4.1 Descrição .....                                                                         | 25        |
| 3.4.2 Análise .....                                                                           | 26        |
| 3.4.3 Notas finais .....                                                                      | 29        |
| 3.5 Análise comparativa .....                                                                 | 29        |
| <b>4 CONCLUSÕES.....</b>                                                                      | <b>31</b> |
| <b>5 REFERÊNCIAS .....</b>                                                                    | <b>33</b> |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2.1 – Fatores de emissão de GEE da energia elétrica produzida em Portugal em 2023 (Continente, R.A Madeira e R.A. Açores).....                                                                 | 10 |
| Tabela 2.2 – Mix base do sistema e fatores de emissão de GEE da energia elétrica por categoria de fontes, em 2023 (Continente, R.A Madeira e R.A. Açores) – ERSE, Rotulagem de Energia Elétrica ..... | 11 |
| Tabela 2.3 – Dados de produção e consumo de energia elétrica em Portugal Continental (2023) .....                                                                                                     | 13 |
| Tabela 3.1 – Fatores de emissão e emissões evitadas utilizando as metodologias Calculadora APA, TOOL07 (CDM) e Emissões Marginais.....                                                                | 30 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 – Evolução do fator de emissão de GEE da energia elétrica (Portugal: Continente e R.A. Madeira e R.A. Açores).....                                 | 10 |
| Figura 3.1 – Área da Calculadora APA dedicada ao cálculo das emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável .....                                    | 17 |
| Figura 3.2 – Área da Calculadora APA dedicada ao cálculo das emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável (cont.) .....                            | 17 |
| Figura 3.3 – Área da Calculadora APA dedicada ao cálculo das emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável (cont.) .....                            | 18 |
| Figura 3.4 – Área da Calculadora APA que define os pressupostos para a determinação do fator de emissão da energia elétrica evitada ao longo do tempo.....    | 19 |
| Figura 3.5 – Fator de emissão da energia elétrica evitada, ao longo do tempo (extrato da Calculadora APA) .....                                               | 19 |
| Figura 3.6 – Tabela mensal das tecnologias que marcam o preço horário marginal do mercado diário de eletricidade em Portugal (exemplo de março de 2022) ..... | 27 |

# 1 ÂMBITO | OBJETIVOS

---

O presente trabalho pretende realizar uma análise sobre a determinação das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) evitadas no sistema elétrico, resultantes da entrada em funcionamento de novos projetos de produção de energia elétrica a partir de fontes de energia renováveis.

No contexto deste objetivo, torna-se importante analisar, previamente, as metodologias disponíveis para a determinação dos fatores de emissão de energia elétrica a nível nacional. Nesse sentido, foram considerados os fatores de emissão disponibilizados, anualmente, pelas autoridades ambientais (APA/ApC) e pela Entidade Reguladora dos Sistemas Energéticos (ERSE). Pretende-se, sobretudo, esclarecer qual a metodologia a utilizar de forma mais ajustada, em função dos objetivos a atingir e em cada circunstância particular.

A estimativa das emissões evitadas de GEE pode ter, na perspetiva de uma avaliação global de um projeto, uma importância relativa elevada. Ela disponibiliza um indicador da importância do projeto no percurso de cumprimento de um objetivo global de redução de emissões ao longo do tempo.

Dada a natureza da energia elétrica, das suas tecnologias de produção e das respetivas redes de transporte e distribuição, no entanto, a determinação das emissões evitadas de uma nova instalação é sempre um exercício de estimativa que envolve alguma complexidade.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é, também, o de avaliar a aplicação ao caso nacional de um conjunto de 3 metodologias diferentes, incluindo a disponibilizada pela APA na sua Calculadora de Emissões de Projetos e que tem vindo a ser utilizada nos procedimentos de avaliação ambiental.

A análise comparativa realizada pressupõe a sugestão de um procedimento preferencial, o mais ajustado possível aos objetivos pretendidos e ao caso particular dos projetos de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis no espaço de Portugal continental.

## 2 FATORES DE EMISSÃO DE GEE DA ENERGIA ELÉTRICA

---

### 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo pretende-se descrever as metodologias utilizadas em Portugal para a determinação do fator de emissão de GEE associado à energia elétrica.

Pela própria natureza dos sistemas elétricos, a caracterização das suas emissões de GEE é uma tarefa complexa. Enquanto um combustível possui características relativamente constantes e um conteúdo energético e carbónico bem definidos, a eletricidade é um produto indiferenciado cuja origem varia continuamente ao longo do tempo, resultando da combinação de múltiplas tecnologias de produção (renováveis, nuclear, carvão, gás natural, entre outras), das trocas internacionais e dos sistemas existentes de armazenamento.

Desta forma, não existe um único tipo de fator de emissão da eletricidade, mas sim diferentes formatos que dependem da metodologia adotada e do objetivo da avaliação. Uma das principais opções consiste em considerar, como referência, ou a produção ou o consumo de eletricidade.

A abordagem baseada na produção considera apenas a eletricidade gerada por um conjunto definido de instalações de produção, normalmente definidas em função de um território em análise, relacionando as suas emissões de GEE com a energia efetivamente produzida por essas instalações de produção. Este método é utilizado na avaliação do desempenho de um parque eletroprodutor, permitindo acompanhar a evolução da sua intensidade carbónica ao longo do tempo.

Em contrapartida, a abordagem baseada no consumo procura refletir a intensidade carbónica da eletricidade efetivamente utilizada por consumidores finais. Para esse efeito, incorpora também o impacto das importações e exportações de eletricidade. Esta metodologia é particularmente relevante em sistemas fortemente interligados, como o caso do espaço do Mercado Ibérico de Eletricidade, onde existe um importante fluxo inter-fronteiriço. Desta forma, evita-se considerar um fator de emissão que ignore a contribuição das trocas entre sistemas elétricos interligados.

A transparência na definição da metodologia utilizada é, por isso, um requisito essencial para garantir a comparabilidade e a correta interpretação dos resultados.

Selecionaram-se, neste exercício, as duas metodologias disponíveis em Portugal consideradas mais relevantes: as publicadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE).

Apresentam-se e descrevem-se as duas metodologias e faz-se uma análise crítica num subcapítulo autónomo.

## 2.2 FATOR DE EMISSÃO DA ELETRICIDADE PRODUZIDA EM PORTUGAL (APA)

A APA<sup>1</sup> publica anualmente um relatório (APA, 2025) designado “Fator de emissão de gases com efeito de estufa da Eletricidade produzida em Portugal”.

A metodologia de cálculo utilizada relaciona as emissões de GEE das unidades de produção instaladas em território nacional com o total da energia elétrica bruta produzida no território nacional. Os resultados são apresentados para o todo nacional e, de forma independente, para os sistemas eletroprodutores localizados em Portugal continental, na Região Autónoma dos Açores e na Região Autónoma da Madeira.

A determinação das emissões de GEE alinha-se com a metodologia utilizada no Inventário Nacional de Emissões, no âmbito da submissão anual à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC).

O cálculo deste fator de emissão, de natureza territorial, tem em consideração as emissões diretas de GEE decorrentes da produção de eletricidade, agrupando as respetivas fontes emissoras em dois grupos:

- Centrais dedicadas à produção de eletricidade: centrais termoelétricas com utilização de combustíveis fósseis, centrais de valorização energética de resíduos, centrais termoelétricas a biomassa ou a biogás; e
- Centrais de cogeração: unidades de produção simultânea de eletricidade e calor (usado em processos industriais ou em aquecimento), que recorrem a diferentes tipos de combustíveis, tais como gás natural, fuelóleo, gasóleo, biomassa, resíduos ou biogás.

No caso particular das centrais de cogeração as emissões totais de cada central são alocadas aos seus dois produtos (eletricidade e calor), sendo apenas utilizada, neste caso, a que diz respeito à energia elétrica.

No caso da quantidade de energia elétrica, é utilizado o valor bruto da energia produzida pelas instalações de produção, incluindo a energia injetada na rede elétrica e aquela relativa aos seus consumos próprios e às perdas nos respetivos transformadores elétricos.

De acordo com a última edição deste relatório, o fator de emissão da eletricidade produzida em Portugal, no continente, no ano de 2023, foi de 0,092 kg CO<sub>2</sub>e<sup>2</sup>/kWh.

---

<sup>1</sup> A recém criada Agência para o Clima (ApC), com competências específicas nesta área, deverá passar a ser a entidade responsável pelas futuras edições anuais deste relatório.

<sup>2</sup> São utilizados neste cálculo os valores de Potencial de Aquecimento Global (GWP) assumidos no 5.º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2013)

*Tabela 2.1 – Fatores de emissão de GEE da energia elétrica produzida em Portugal em 2023 (Continente, R.A. Madeira e R.A. Açores)*

| Região                     | Unidade                        | Ano 2023     | Média 5 anos 2019-2023 |
|----------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------|
| Portugal Continental       | tCO <sub>2</sub> eq./MWh       | 0.092        | 0.156                  |
| Região Autónoma da Madeira | tCO <sub>2</sub> eq./MWh       | 0.511        | 0.497                  |
| Região Autónoma dos Açores | tCO <sub>2</sub> eq./MWh       | 0.452        | 0.453                  |
| <b>Portugal</b>            | <b>tCO<sub>2</sub> eq./MWh</b> | <b>0.107</b> | <b>0.167</b>           |

O relatório disponibiliza ainda a evolução do fator de emissão da energia elétrica produzida no território nacional (incluindo Regiões Autónomas) ao longo dos últimos anos, em valores anuais e média móvel de 5 anos (Figura 2.1).

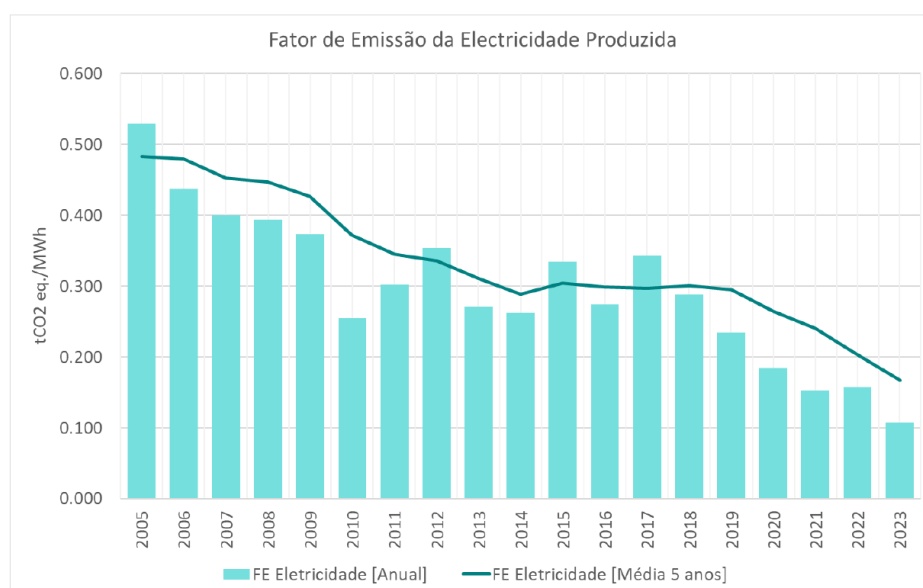


*Figura 2.1 – Evolução do fator de emissão de GEE da energia elétrica (Portugal: Continente e R.A. Madeira e R.A. Açores)*

## 2.3 FATOR DE EMISSÃO DA ELETRICIDADE CONSUMIDA EM PORTUGAL (ERSE)

No quadro das suas orientações para a rotulagem de energia elétrica, a ERSE disponibiliza, trimestralmente, um conjunto de informação que permite aos comercializadores a operar em Portugal o cálculo e respetiva divulgação dos fatores de emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) associados aos seus produtos comerciais.

A metodologia associada está descrita na Diretiva ERSE n.º 16/2018, publicada no Diário da República (2.ª série), n.º 240, de 13 de dezembro de 2018.

O computo deste fator de emissão baseia-se no *mix*<sup>3</sup> anual de energia elétrica consumida em Portugal (com dados específicos para o Continente, R.A. Madeira e R.A. Açores). A determinação deste *mix* base do sistema elétrico (Tabela 2.2), em Portugal continental, contempla:

- a produção de energia elétrica em território nacional continental,
- a importação de produção de energia elétrica proveniente de sistemas interligados,
- a informação sobre garantias de origem de energia elétrica válidas emitidas em território continental português,
- a informação sobre garantias de origem importadas de outros sistemas, e
- os contratos bilaterais referentes à produção de energia elétrica em território nacional continental.

Em relação à determinação das emissões de CO<sub>2</sub>, a ERSE disponibiliza fatores de emissão específicos correspondentes a cada uma das categorias de fontes de energia elétrica estabelecidas<sup>4</sup>, tendo como base de informação o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas (INERPA) e o *European Union Transaction Log* (EUTL) do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE).

*Tabela 2.2 – Mix base do sistema e fatores de emissão de GEE da energia elétrica por categoria de fontes, em 2023 (Continente, R.A Madeira e R.A. Açores) – ERSE, Rotulagem de Energia Elétrica<sup>5</sup>*

| Com informação  | Mix Base do Sistema                                |         |                |           |                   |        |             |             |        |        |          |         |
|-----------------|----------------------------------------------------|---------|----------------|-----------|-------------------|--------|-------------|-------------|--------|--------|----------|---------|
|                 | PRODUÇÃO BASE DO SISTEMA AJUSTADA E ANUALIZADA (%) |         |                |           |                   |        |             |             |        |        |          |         |
| ANO E TRIMESTRE | EÓLICA                                             | HÍDRICA | COG. RENOVÁVEL | GEOTERMIA | OUTRAS RENOVÁVEIS | RSU    | COG. FÓSSIL | GÁS NATURAL | CARVÃO | DIESEL | FUELÓLEO | NUCLEAR |
| 2023T4          | 11.227%                                            | 20.125% | 0.129%         | 0.000%    | 8.181%            | 0.885% | 5.928%      | 42.935%     | 0.695% | 0.000% | 0.000%   | 9.894%  |

| ANO ROTULAGEM | FE CO <sub>2</sub> (g/kWh) |         |                |           |                   |     |             |             |        |        |          |         |
|---------------|----------------------------|---------|----------------|-----------|-------------------|-----|-------------|-------------|--------|--------|----------|---------|
|               | EÓLICA                     | HÍDRICA | COG. RENOVÁVEL | GEOTERMIA | OUTRAS RENOVÁVEIS | RSU | COG. FÓSSIL | GÁS NATURAL | CARVÃO | DIESEL | FUELÓLEO | NUCLEAR |
| 2023          | 0                          | 0       | 0              | N/A       | 0                 | 722 | 327         | 371         | 1010   | N/A    | N/A      | N/A     |

De acordo com os dados publicados pela ERSE, para o ano de 2023<sup>6</sup>, o fator de emissão da eletricidade consumida em Portugal Continental foi de 0,1921 kg CO<sub>2</sub>/kWh ou 0,1957 kg CO<sub>2</sub>e/kWh.

<sup>3</sup> O mix estabelece as contribuições percentuais de cada uma das categorias de fontes de energia elétrica para o total da energia elétrica vendida a clientes finais

<sup>4</sup> Categorias de fontes de energia elétrica consideradas: eólica, hídrica, cogeração renovável, geotermia, outras renováveis, RSU, cogeração fóssil, gás natural, carvão, diesel, fuelóleo e nuclear

<sup>5</sup> O fator de emissão (FE) relativo à produção termoelétrica a carvão diz respeito ao do último ano disponível; embora a produção a carvão em Portugal tenha sido descontinuada em 2022, esta continua a fazer parte do *mix* de consumo por via da produção em Espanha (situação idêntica à da produção em centrais nucleares)

<sup>6</sup> Embora estejam disponíveis dados de 2025, selecionou-se o ano de 2023 de forma a dispor de um período coerente com os dados disponibilizados no Relatório APA

## 2.4 ANÁLISE ÀS METODOLOGIAS DE CÁLCULO DO FATOR DE EMISSÃO DE GEE DA ELETRICIDADE

As duas metodologias descritas (mencionam-se, em seguida, como APA e ERSE, apenas por simplificação) baseiam-se em pressupostos e critérios diferentes, refletem cenários específicos e fornecem informação com um significado distinto.

Pretende-se, de seguida, fazer um resumo das principais características da cada metodologia, procurando-se sublinhar as principais diferenças entre elas:

- Metodologia APA (valor de 0,092 kg CO<sub>2</sub>e<sup>7</sup>/kWh, referido ao ano de 2023):
  - orientada para a produção de eletricidade, tendo como referência a caracterização das unidades de produção pertencentes ao sistema eletroprodutor nacional;
  - apenas considera as instalações de produção de energia elétrica instaladas em território nacional;
  - baseia-se numa metodologia *bottom-up*, partindo da contabilização das emissões de GEE nas instalações de produção, por via do reporte ambiental das mesmas, e referindo o respetivo somatório à produção total de energia elétrica, no global nacional (nos segmentos Continente, R.A. Madeira e R.A. Açores);
  - contabiliza a produção total das instalações, incluindo os respetivos consumos próprios;
  - considera as emissões de GEE, expressas em CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e);
  - não considera a energia elétrica resultante das importações ou das exportações que possam ocorrer através das interligações físicas dos sistemas elétricos português e espanhol.
- Metodologia ERSE (valor de 0,1957 kg CO<sub>2</sub>e<sup>8</sup>/kWh, referido ao ano de 2023):
  - orientada para o consumo de energia elétrica e para a caracterização da energia elétrica disponibilizada aos consumidores em geral, em Portugal;
  - baseia-se na definição de um cabaz anual de tecnologias de produção de eletricidade (*mix*), numa lógica de emissões unitárias, de forma que os destinatários (os comercializadores de energia elétrica) possam estimar o total de emissões de GEE de um determinado fornecimento;
  - considera a globalidade da energia elétrica consumida em Portugal, com base no funcionamento do Mercado Ibérico de Eletricidade, contabilizando, consequentemente, os movimentos transfronteiriços de energia elétrica através das interligações existentes entre os sistemas elétricos português e espanhol;
  - utiliza, como base de informação para a constituição do *mix* a produção líquida das centrais de produção, considerando a dedução das situações de consumo próprio das instalações;

---

<sup>7</sup> São utilizados neste cálculo os valores de Potencial de Aquecimento Global (GWP) assumidos no 5.º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2013)

<sup>8</sup> São utilizados neste cálculo os valores de Potencial de Aquecimento Global (GWP) assumidos no 5.º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2013)

- não contabiliza a energia elétrica coberta por Garantias de Origem, no pressuposto que as características dessa energia, no que respeita às emissões de GEE, devem poder apenas ser reivindicadas pelos detentores desses certificados;
- expressa as emissões em CO<sub>2</sub><sup>9</sup>;
- os fatores de emissão utilizados (expressos em g CO<sub>2</sub>/kWh) são determinados em função das emissões totais de CO<sub>2</sub> verificadas e da produção de energia elétrica líquida de todas as instalações de cada uma das tecnologia de produção.

Para uma interpretação de cada uma das metodologias descritas, é necessário compreender a arquitetura do sistema elétrico nacional e os fluxos de energia elétrica envolvidos.

Para isso, apresentam-se na Tabela 2.3 os dados relativos às quantidades de energia elétrica associadas ao funcionamento da rede elétrica nacional (Continente), durante o ano de 2023<sup>10</sup>, disponibilizados pela REN - Redes Energéticas Nacionais (REN, 2026).

Tabela 2.3 – Dados de produção e consumo de energia elétrica em Portugal Continental (2023)<sup>11</sup>

| DADOS 2023                        | [GWh]         |                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|
| <b>PRODUÇÃO TOTAL</b>             | <b>44 095</b> |                                   |               |
| <b>Produção Renovável</b>         | <b>31 181</b> |                                   |               |
| Hídrica <sup>1</sup>              | 11 771        |                                   |               |
| Eólica                            | 12 927        |                                   |               |
| Solar                             | 3 589         |                                   |               |
| Ondas                             | 0             |                                   |               |
| Biomassa <sup>2</sup>             | 2 895         |                                   |               |
| Cogeração                         | 1 162         |                                   |               |
| Outros                            | 1 733         |                                   |               |
| <b>Produção não Renovável</b>     | <b>10 035</b> |                                   |               |
| Gás Natural                       | 9 844         |                                   |               |
| Ciclo Combinado                   | 7 922         |                                   |               |
| Cogeração                         | 1 922         |                                   |               |
| Outra Térmica <sup>3</sup>        | 190           |                                   |               |
| Cogeração                         | 32            |                                   |               |
| Outros                            | 159           |                                   |               |
| <b>Produção por Armazenamento</b> | <b>2 879</b>  |                                   |               |
| Produção por Bombagem             | 2 879         |                                   |               |
| Injeção de Baterias               | 0             |                                   |               |
|                                   |               | <b>CONSUMO TOTAL</b>              | <b>50 703</b> |
|                                   |               | <b>Consumo para Armazenamento</b> | <b>3 625</b>  |
|                                   |               | Bombagem                          | 3 625         |
|                                   |               | Baterias                          | 0             |
|                                   |               | <b>Saldo Importador</b>           | <b>10 233</b> |
|                                   |               | Importação (valor comercial)      | 13 547        |
|                                   |               | Exportação (valor comercial)      | 3 329         |

1. Produção a partir do caudal natural; 2. Biomassa florestal, biogás e fração biodegradável dos RSU;  
3. Fuelóleo, gasóleo, fração não-biodegradável dos RSU e outros resíduos

<sup>9</sup> Para converter dados expressos em CO<sub>2</sub> para CO<sub>2</sub>e deve utilizar-se a relação entre as emissões totais de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O publicadas no reporte anual de Portugal à UNFCCC (CRF), no descritor “1.A.1.a Public electricity and heat production”; no ano de 2023 (APA, NID 2025), a relação CO<sub>2</sub>e / CO<sub>2</sub> foi de 1.01893

<sup>10</sup> Escolheu-se o ano 2023 de forma a dispor de um período coerente com os dados trabalhados neste subcapítulo

<sup>11</sup> Consumo referido à produção líquida das centrais no acumulado anual, com repartição da produção por fonte primária – carvão, gás natural, água, vento, sol, biomassa e outros

Como se pode verificar, as importações de energia elétrica no sistema português representaram, em 2023, um total de 13.547 GWh, o que significa uma fração de mais de 30% do total da energia elétrica produzida em Portugal (no continente), referida à produção líquida das instalações.

Este tipo de “distorção” é também relevante numa situação em que ocorre exportação de energia elétrica para o sistema espanhol. Nessas circunstâncias, é contabilizada, no cálculo do fator de emissão da energia elétrica, uma quantidade de energia não consumida em Portugal e apenas produzida para exportação. As exportações representaram 3.329 GWh de energia elétrica no ano de 2023.

Desta forma, o saldo importador (diferença entre importação e exportação) representou, na mesma referência, 23% da eletricidade produzida em Portugal continental, em 2023.

Assim, quando se pretende caracterizar a energia elétrica na óptica de um qualquer consumidor nacional, a metodologia APA desconsidera o fator importação/exportação e mais de 1/5 da energia consumida em Portugal continental.

Ainda no caso da metodologia ERSE, a base de informação sobre o consumo de energia elétrica refere-se aos dados relativos ao funcionamento do mercado ibérico de eletricidade e à energia adquirida em leilões e contratos bilaterais, pressupondo que parte da energia elétrica produzida em Portugal possa ter sido exportada para Espanha e que parte da energia consumida em Portugal possa ter sido importada de Espanha. É por isso que, no *mix* de consumo nacional, ocorrem tecnologias que não estão disponíveis em Portugal (casos do carvão e do nuclear).

Destaque-se ainda, neste dados, a questão do armazenamento de energia elétrica, por via dos sistemas reversíveis existentes em algumas das instalações hidroelétricas. A produção relativa à água que foi bombada, a partir de jusante, para as albufeiras das barragens tem, como contrapartida, o consumo de energia necessário à respetiva bombagem, numa relação ineficiente em termos físicos (em 2023, consumo de 3.625 GWh para uma produção consequente de 2.879 GWh), mas importante em termos comerciais e numa lógica de gestão de produção em excesso (caso da energia eólica, em alguns períodos noturnos).

No que respeita às metodologias em causa (APA e ERSE), ambas consideram a produção de energia elétrica global, ignorando esta situação. Ambas acabam por não considerar como produção uma parcela de energia elétrica que foi perdida no balanço dos sistemas reversíveis e, consequentemente, não utilizada por consumidores efetivos (a diferença entre o “consumo para bombagem” e a “produção para bombagem”). Esta questão reflete-se, de forma conservadora, no fator de emissão calculado. No caso de 2023, este valor (746 GWh) representou 1,69% da produção total em Portugal (dados REN).

Em resumo:

- As duas metodologias consideradas cumprem, de forma adequada, os objetivos específicos para que foram desenhadas;
- A metodologia APA deve ser utilizada quando se pretende caracterizar o sistema

eletroprodutor instalado no território nacional<sup>12</sup>; é relevante quando se trata da realização do inventário de emissões nacional, em base territorial, e da avaliação da evolução do parque eletroprodutor localizado no território nacional<sup>13</sup>;

- A metodologia ERSE, pelo seu lado, deve ser utilizada quando se pretende caracterizar o consumo de energia verificado no sistema elétrico nacional; é a indicada para a mais adequada caracterização da energia elétrica efetivamente utilizada e, portanto, a ser empregue em inventários de emissões de GEE corporativos ou em dados relativos a consumos individuais, particulares ou de organizações.

---

<sup>12</sup> Refira-se que antes do estabelecimento de uma potência de interligação relevante entre as redes elétricas dos dois países e do arranque do Mercado Ibérico de Eletricidade, a interligação com Espanha era residual e o consumo de energia elétrica se aproximava bastante da produção em Portugal; nesse caso, a metodologia da APA servia igualmente para caracterizar a energia elétrica consumida em Portugal

<sup>13</sup> Por exemplo, quando se pretende avaliar a cobertura da produção a partir de fontes de energia renováveis no parque eletroprodutor nacional

## 3 EMISSÕES EVITADAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS

---

### 3.1 INTRODUÇÃO

O cálculo das emissões evitadas resultantes da concretização de um determinado projeto permite avaliar a sua respetiva importância relativa, no contexto de um objetivo global a atingir a prazo, em matéria de redução das emissões de GEE, no sistema elétrico onde o projeto se integra.

Assume-se, portanto, que, quando uma nova potência de produção de energia elétrica é instalada e entra em funcionamento, existe uma quantidade equivalente de energia elétrica que deixa de ser produzida noutras instalações. A diferença entre as emissões implícitas nas duas instalações em causa é designada como a respetiva “emissão evitada”<sup>14</sup>.

Em acordo com o objetivo geral do relatório, pretende-se neste capítulo avaliar diferentes metodologias para a determinação das emissões evitadas pela instalação de novos projetos de produção de energia elétrica a partir de fontes de energia renováveis.

Os casos em consideração são os seguintes:

- a metodologia utilizada pela Calculadora APA;
- a metodologia sugerida no âmbito da avaliação de projetos do Clean Development Mechanism (CDM) da UNFCCC;
- a metodologia baseada nas emissões marginais do sistema elétrico.

Para cada uma destas metodologias é feita uma descrição geral e uma análise à aplicação respetiva ao caso de Portugal, no momento presente.

### 3.2 CALCULADORA APA

#### 3.2.1 DESCRIÇÃO

No contexto geral do sistema de Avaliação de Impacte Ambiental, a APA desenvolveu uma calculadora de emissões (APA, 2024), de base Excel, que permite o cálculo de emissões evitadas de projetos. Esta possibilidade é particularmente relevante no caso de projetos de produção de energia renovável, para os quais a Calculadora APA disponibiliza uma área e um

---

<sup>14</sup> Apenas se o novo projeto tiver uma intensidade carbónica inferior à do projeto cuja produção é deslocada; no caso de produção de eletricidade renovável as emissões evitadas correspondem às da produção de eletricidade que foi deslocada

método específicos.

Nas Figura 3.1, Figura 3.2 e Figura 3.3, reproduz-se a área dedicada ao cálculo das emissões evitadas da produção de eletricidade a partir de fontes de energia renovável na Calculadora APA.

A informação a introduzir pelo utilizador, para cada projeto, deve ser feita na zona indicada a azul (sombreado) e restringe-se apenas a algumas variáveis:

- a fase em que o projeto se encontra (Exploração),
- o ano previsto para a entrada em funcionamento da instalação em causa,
- o tempo de vida útil esperado da instalação, e
- a sua produção média anual esperada, em MWh.

| A. Emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável ligados à rede elétrica |                 |                                 |                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | Fase de projeto | Ano de entrada em funcionamento | Produção média anual esperada com o projeto de produção de eletricidade (MWh/ano) |
| <i>Exemplo</i>                                                                     | Exploração      | 2030                            | 5 000.0                                                                           |
|                                                                                    |                 |                                 |                                                                                   |
|                                                                                    |                 |                                 |                                                                                   |
|                                                                                    |                 |                                 |                                                                                   |

Figura 3.1 – Área da Calculadora APA dedicada ao cálculo das emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável<sup>15</sup>

| Fator de emissão da eletricidade consumida (tCO <sub>2</sub> e/MWh) | Emissões de GEE evitadas no primeiro ano (tCO <sub>2</sub> e) | Anos em funcionamento |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 0.02                                                                | 96.44                                                         | 10                    |
|                                                                     |                                                               |                       |
|                                                                     |                                                               |                       |
|                                                                     |                                                               |                       |

Figura 3.2 – Área da Calculadora APA dedicada ao cálculo das emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável (cont.)

<sup>15</sup> a linha a branco representa apenas um exemplo de aplicação que a ferramenta disponibiliza

| Ano de fim da fase | Fator de emissão eletricidade médio anual (tCO <sub>2</sub> e/MWh) | Emissões médias evitadas por ano (tCO <sub>2</sub> e/ano) |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2040               | 0.02                                                               | 96.44                                                     |
|                    |                                                                    |                                                           |
|                    |                                                                    |                                                           |
|                    |                                                                    |                                                           |

Figura 3.3 – Área da Calculadora APA dedicada ao cálculo das emissões evitadas de projetos de eletricidade renovável (cont.)

De acordo com o Manual da Calculadora APA, as várias variáveis apresentadas são as seguintes:

- **Fase do projeto** – Fase do projeto (*construção ou fase preparatória, exploração, desativação*);
- **Ano de entrada em funcionamento** – Ano em que o projeto estará a funcionar plenamente;
- **Produção média anual esperada com o projeto de produção de eletricidade** - Quantidade de eletricidade a produzir em média, por ano. Valores em MWh/ano;
- **Fator de emissão da eletricidade consumida** – Fator de emissão da eletricidade da rede no ano de entrada em funcionamento da produção elétrica. Valores estimados com base nas metas nacionais, nomeadamente na versão *draft* de revisão do Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), datada de junho de 2023;
- **Emissões de GEE evitadas no primeiro ano** – Emissões de GEE evitadas pelo projeto no ano 1, ano em que se usou o fator de emissão indicado anteriormente;
- **Anos em funcionamento** – Anos em que o projeto estará em funcionamento. Estimado tendo por base o ano de instalação e o ano do fim da fase de projeto.
- **Ano de fim da fase** – Ano em que a fase do projeto em questão termina. Estimado com base no ano de início e na duração da fase;
- **Fator de emissão eletricidade médio anual** – Fator de emissão estimado com base no fator de emissão no ano de início do projeto e no fim do projeto.
- **Emissões médias evitadas por ano** – Emissões de GEE evitadas em média, por ano, tendo em conta o fator de emissão médio para a eletricidade estimado.

Desta forma, existe uma variável fundamental, definida pela Calculadora, que é determinante para o resultado a obter: o fator de emissão da energia elétrica que deixará de ser produzida em cada um dos anos de funcionamento da instalação projetada.

A base para a definição deste fator de emissão é apresentada no separador “Fatores de Emissão” da Calculadora APA, representado na Figura 3.4.

Partindo do ano de 2022 como ano de referência, a Calculadora APA estabelece o fator de emissão do ano em causa e a percentagem de energia renovável disponível em Portugal. Para

os anos de 2025 e 2030, a Calculadora APA utiliza os valores objetivo para a fração renovável em Portugal, previstos para os anos respetivos no PNEC 2030 (RCM 149/2024), e pressupõe que a restante fração será coberta por produção termoeleétrica a gás natural.

| Secção 8 - Fatores de emissão para geração de eletricidade |                                 |                                 |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 2022                                                       | 2025                            | 2030                            |
| Fator atual                                                | Assume-se que 31% é gás natural | Assume-se que 20% é gás natural |
| 60% renovável                                              | Meta PNEC: 69% renovável        | Meta PNEC: 80% renovável        |

Figura 3.4 – Área da Calculadora APA que define os pressupostos para a determinação do fator de emissão da energia elétrica evitada ao longo do tempo

A Calculadora APA disponibiliza ainda, para cada ano até 2050, o fator de emissão utilizado e a fração de contribuição de eletricidade renovável respetivos (Figura 3.5).

| Ano  | D. Percentagem de renováveis no mix energético Português | Fator (tCO <sub>2</sub> eq/kWh ) |
|------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2021 | 58%                                                      | 0.0001620                        |
| 2022 | 63.1%                                                    | 0.0001071                        |
| 2023 | 67.7%                                                    | 0.0000761                        |
| 2024 | 72.4%                                                    | 0.0000577                        |
| 2025 | 77%                                                      | 0.0000466                        |
| 2026 | 80%                                                      | 0.0000384                        |
| 2027 | 81.3%                                                    | 0.0000316                        |
| 2028 | 82.5%                                                    | 0.0000264                        |
| 2029 | 83.8%                                                    | 0.0000224                        |
| 2030 | 85%                                                      | 0.0000193                        |
| 2031 | 85%                                                      | 0.0000193                        |

Figura 3.5 – Fator de emissão da energia elétrica evitada, ao longo do tempo (extrato da Calculadora APA)

Refira-se que, a partir do ano de 2030, a Calculadora APA assume sempre um valor constante ao longo do tempo de 0,0193 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, supostamente equivalente a uma cobertura de 85% de eletricidade renovável.

Desta forma, para cada projeto em análise, a Calculadora APA recupera o fator de emissão determinado para cada ano de exploração do projeto e calcula o fator de emissão médio resultante, para o período de vida útil esperado da instalação em causa, com base nesta listagem de fatores de emissão anuais.

Assim, de acordo com o exemplo disponibilizado na própria ferramenta, para um projeto que entre em operação no ano 2030 e tenha um período de exploração de 10 anos, a Calculadora APA recorre aos fatores de emissão previstos para o período entre 2030 e 2040 (todos no valor de 0,0193 kg CO<sub>2</sub>e/kWh) e calcula e apresenta a respetiva média (0,02 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, com aproximação às centésimas).

Para uma produção anual prevista no exemplo de 5.000 MWh, a Calculadora devolve um valor de emissão média anual ao longo dos 10 anos, previstos no exemplo, de 96,44 t CO<sub>2</sub>e<sup>16</sup>, calculados a partir de um fator de emissão médio de **0,0193 kg CO<sub>2</sub>e/kWh**.

### 3.2.2 ANÁLISE

Apreciaram-se as características da metodologia da Calculadora APA que poderão ser questionáveis quando se pretende caracterizar a redução de emissões de GEE a nível nacional através da instalação de nova potência renovável. Estas questões são as seguintes:

- Abrangência do sistema elétrico que constitui a situação de referência para a análise das emissões evitadas de um projeto

Uma das questões mais importantes quando se pretende calcular as emissões evitadas de um determinado projeto é a definição prévia das fronteiras do sistema elétrico que deverá constituir a situação de referência para a qual se calculam essas emissões.

Nos casos de sistemas elétricos interligados, considera-se que se está perante um único sistema elétrico quando não existem restrições entre eles. No caso dos sistemas elétricos com mercados spot de eletricidade, como é o caso do Mercado Ibérico de Eletricidade, entre os sistemas de Portugal continental e de Espanha, considera-se que não existem restrições se as diferenças nos preços da eletricidade entre os dois sistemas elétricos forem inferiores a 5% durante pelo menos 90% das horas de um ano<sup>17</sup>.

No mercado ibérico de eletricidade, em 2025, os preços do mercado diário registaram valores médios de 65,29 €/MWh, em Espanha, e 66,18 €/MWh, em Portugal, com diferenças inferiores a 1 €/MWh (ou seja, cerca de 1,5% do preço médio) em 93,3 % dos períodos (OMI, 2026).

Isto revela um alto grau de integração do mercado ibérico e responde aos critérios exigidos pela UNFCCC para a definição de um sistema elétrico integrado.

Em consequência, a Calculadora APA refere-se apenas ao sistema elétrico português (às instalações de produção de eletricidade localizadas em território nacional), ignorando a parcela de energia importada a partir de instalações não instaladas em território nacional.

- Predefinição de fatores de emissão futuros com base em objetivos administrativos

A Calculadora APA propõe à partida uma evolução anual do fator de emissão do sistema elétrico através da disponibilização de valores predefinidos e constantes. Estes valores emulam os objetivos nacionais para a penetração das fontes de energia renováveis no sistema elétrico nacional, definidos na política energética nacional e publicados no Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030).

Este facto condiciona a avaliação de novos projetos, já que os confronta com um cenário que já

---

<sup>16</sup> Na verdade, o fator de emissão utilizado na Calculadora APA é igual a 0,019288 kg CO<sub>2</sub>e/kWh

<sup>17</sup> De acordo com a metodologia utilizada pelo Clean Development Mechanism (CDM) da UNFCCC (CDM, 2018), o sistema elétrico onde se insere o projeto em avaliação deve ser definido previamente de acordo com estas regras

assume virtualmente, em cada ano, a potência de produção necessária ao atingir dos objetivos definidos.

Desta forma, a Calculadora APA não consegue afetar, a qualquer novo projeto, o valor intrínseco que lhe é devido no atingir dos objetivos globais: é como se cada projeto em avaliação já estivesse a ser considerado nos fatores de emissão dos anos futuros e não fosse assim suscetível de contribuir, de forma completa, na fase de avaliação, para a redução da intensidade carbónica do parque eletroprodutor e para atingir os objetivos da política energética nacional nesta matéria.

- Utilização do período total de exploração de uma nova instalação para a determinação das suas emissões evitadas

Quando considera as emissões evitadas de um determinado projeto, a Calculadora APA apresenta, como resultado final, as emissões evitadas médias do período de vida útil desse projeto; o que poderá atingir os 40 anos, quando se trata de um projeto fotovoltaico, ou ainda mais, por exemplo, no caso de um projeto hidroelétrico. No entanto, a avaliação da contribuição de um determinado projeto para o atingir de determinados objetivos globais a prazo, não pode ser feito com base num período futuro tão dilatado.

Parece ser óbvio que, para atingir um cenário nacional de neutralidade carbónica, em 2045/2050, é imprescindível que, o mais rapidamente possível, se atinja uma situação de não utilização de combustíveis fósseis na produção de eletricidade. É por isso que o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050, RCM 107/2019) prevê que as centrais de ciclo combinado a gás natural possam ser totalmente descomissionadas entre 2040 e 2050.

Nesse sentido, o RNC 2050 prevê que a intensidade carbónica da eletricidade produzida em 2040 e 2050 se situe, respetivamente, em 0,0044 kg e 0,0016 kg CO<sub>2</sub>e/kWh. Em consequência, o fator de emissão da eletricidade, a partir de 2040, será praticamente negligenciável, bem como as emissões evitadas que se queiram calcular para qualquer novo projeto de eletricidade a partir de fontes renováveis.

Desta forma, não parece fazer sentido estimar as emissões evitadas de um projeto, num futuro em que a intensidade carbónica do sistema elétrico seja praticamente nula.

Calcular as emissões evitadas ao longo do período de vida útil de um novo projeto acaba, portanto, por subvalorizar as respetivas emissões evitadas implícitas e a importância desse projeto para o cumprimento dos objetivos de redução de emissões a médio/longo prazo, sem a concretização do qual, em abstrato, estes não poderão ser atingidos.

- Fatores de emissão utilizados

Embora o Manual da Calculadora APA não apresente a fonte, nem explique o seu respetivo cálculo, os valores dos fatores de emissão utilizados na tabela anual para a determinação das emissões evitadas parecem bastante subavaliados, considerando que apenas abrangem as instalações localizadas no território nacional.

Partindo do princípio de que o cálculo se baseia na dimensão da cobertura de energia elétrica de carácter renovável (leia-se, com emissões nulas de GEE), como sugerido na apresentação dos fatores de emissão na Calculadora APA, o fator de emissão global resultante, em cada ano, deveria depender exclusivamente do fator de emissão médio da produção não renovável, ou

seja, com base no consumo de combustíveis fósseis.

Para o ano de 2030, tendo sido considerada uma cobertura de 85% de energia elétrica de fontes renováveis, os cálculos apontam para que os restantes 15% de energia elétrica não renovável deverão ser responsáveis por um fator de emissão médio de 0,1286 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, de forma que o resultado final seja 0,0193 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, tal como estabelecido na Calculadora APA.

Ora este valor de 0,1286 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, compara com o fator de emissão típico de uma central de ciclo combinado a gás natural de 0,384 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (APA, 2025), ou seja, cerca de 1/3 deste valor.

Os valores de intensidade carbónica apresentados na Calculadora APA para o ano inicial de 2021 reproduzem o valor publicado no relatório da APA sobre fatores de emissão da produção de eletricidade (APA, 2023)<sup>18</sup>, assumindo uma abrangência limitada ao sistema elétrico português. Acresce que este valor diz respeito à integridade do território nacional, incluindo ilhas, sabendo-se que os sistemas insulares, nos Açores e na Madeira, são estruturalmente muito diferentes do sistema existente no continente.

### 3.2.3 NOTAS FINAIS

Da análise realizada conclui-se que a Calculadora APA não parece adotar a metodologia mais indicada para a adequada avaliação das emissões evitadas de um determinado projeto de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, em matéria de dimensionamento das respetivas emissões evitadas no sistema elétrico:

- não considera a abrangência completa do sistema elétrico relevante, onde as novas instalações estão inseridas, assumindo, implicitamente, que toda a energia elétrica importada tenha sido produzida em instalações de emissão nula;
- utiliza o período de vida útil esperado de uma nova instalação como base temporal para o cálculo das suas emissões evitadas, o que as desvaloriza na perspetiva dos objetivos de redução de emissões estabelecidos, subavaliando, dessa forma, a importância da sua entrada em funcionamento para o atingir dos objetivos de médio/longo prazo;
- utiliza um conjunto de fatores de emissão, pré-determinados ao longo do tempo, e cujos valores parecem, à primeira vista, sub-avaliados.

## 3.3 METODOLOGIA UNFCCC/CDM

### 3.3.1 DESCRIÇÃO

No enquadramento do mercado de emissões criado pelo Protocolo de Quioto, a UNFCCC disponibilizou uma metodologia de utilização obrigatória no contexto da quantificação das

---

<sup>18</sup> O valor apresentado no relatório sobre fatores de emissão da produção de eletricidade (APA, 2023) é de 0,162 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, para o ano de 2021, na globalidade do território nacional.

emissões evitadas por projetos candidatos ao programa CDM (CDM, 2018).

A *TOOL07 – Tool to calculate the emission factor for an electricity system* é uma ferramenta metodológica desenvolvida pelo Conselho Executivo do *Clean Development Mechanism* (CDM) da UNFCCC para determinar o fator de emissão de CO<sub>2</sub> de um sistema elétrico. Este fator representa a intensidade carbónica média da eletricidade fornecida pela rede e constitui um parâmetro fundamental para estimar as emissões evitadas por projetos que produzem eletricidade renovável.

A lógica subjacente a esta metodologia baseia-se no princípio de que a eletricidade produzida por um projeto de energias renováveis desloca, parcial ou totalmente, a produção de centrais convencionais existentes e influencia também as decisões de investimento em futuras centrais elétricas. Por este motivo, a metodologia calcula um fator de emissão combinado (*Combined Margin – CM*), que resulta da conjugação de dois fatores distintos:

- *Operating Margin* (OM) – representa as emissões das centrais atualmente em operação cuja produção é reduzida devido à entrada em funcionamento do projeto;
- *Build Margin* (BM) – representa as emissões das centrais recentemente construídas ou cuja construção seria influenciada pelo projeto, refletindo o impacto sobre a expansão futura do sistema elétrico.

A aplicação da TOOL07 segue uma sequência estruturada de etapas, a saber:

- Identifica-se o sistema elétrico relevante, definindo a rede à qual o projeto está ligado e avaliando eventuais interligações com sistemas vizinhos. Caso existam interligações sem restrições significativas de transmissão, diferentes redes podem ser consideradas como um único sistema elétrico para efeitos de cálculo do fator de emissão (ver subcapítulo 3.2.2, parágrafo “Abrangência do sistema elétrico que constitui a situação de referência para a análise das emissões evitadas de um projeto”).
- Determina-se a *Operating Margin*, para um mínimo de 3 anos de dados, existindo várias abordagens possíveis. No caso português no momento presente, a abordagem mais recomendada é a “*Average Operating Margin*”, utilizada quando a participação de centrais de baixo custo ou de produção obrigatória (instalações do tipo *low-cost/must run*<sup>19</sup>) é muito elevada (CDM, 2018).
- Procede-se ao cálculo da *Build Margin*, que representa as emissões das unidades de produção mais recentemente adicionadas ao sistema elétrico. Para esse efeito, seleciona-se um conjunto representativo de centrais, definido como as cinco unidades mais recentes ou o conjunto de unidades recentemente construídas que represente pelo menos 20% da produção total do sistema, escolhendo-se a opção que corresponda ao maior volume de geração elétrica. O fator de emissão *Build Margin* é então obtido a partir dos respetivos fatores de emissão destas centrais.
- Finalmente, procede-se ao cálculo da *Combined Margin* (CM), que constitui o fator de emissão da rede utilizado para estimar as emissões evitadas pelos projetos CDM. As emissões evitadas são determinadas multiplicando a eletricidade líquida fornecida à rede

---

<sup>19</sup> Low cost/ Must run (LC/MR): centrais elétricas com baixos custos marginais de produção ou que operam independentemente das cargas, diária ou sazonal da rede. Incluem a geração hidroelétrica, geotérmica, eólica, de biomassa de baixo custo, nuclear e solar.

por um determinado projeto pelo fator de emissão CM.

Este fator de emissão é calculado através de uma média ponderada entre o OM e o BM:

$$FE_{CM} = ( W_{OM} \times FE_{OM} ) + ( W_{BM} \times FE_{BM} )$$

em que  $W_{OM}$  e  $W_{BM}$  são os pesos atribuídos a cada componente (OM e BM) e  $FE_{OM}$  e  $FE_{BM}$  são os respetivos fatores de emissão.

Na generalidade dos projetos, ambos os fatores recebem um peso de 50%. Contudo, para projetos de energia solar e eólica, a metodologia estabelece uma ponderação de 75% para o OM e 25% para o BM, refletindo as características das tecnologias em causa.

A TOOL07 tornou-se uma das metodologias mais utilizadas no âmbito do CDM e continua a servir de referência para diversos mecanismos voluntários de carbono e para os mecanismos equivalentes previstos no Acordo de Paris.

### 3.3.2 ANÁLISE

Procurou-se aplicar ao caso nacional a metodologia explicitada na TOOL07 do CDM.

No cálculo da “*Operating Margin*”, dada a natureza do sistema elétrico coberto pelo Mercado Ibérico de Eletricidade, utilizou-se a opção “*Average Operating Margin*”<sup>20</sup>.

Foi utilizado o *mix* de produção e os fatores de emissão disponibilizados pelo sistema de rotulagem de energia elétrica da ERSE (ERSE, 2026), para o conjunto de 3 anos entre 2023 e 2025, tendo-se chegado ao valor de 0,1610 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (ver subcapítulo 2.3 e nota de rodapé n.º 9).

Relativamente à “*Build Margin*”, no caso do sistema elétrico relevante, o aumento de potência disponível na rede nos últimos 5 a 10 anos deriva da instalação de projetos de energia elétrica produzida a partir de fontes de energia renováveis. Nesse sentido, assumir-se-á que o fator de emissão da BM é nulo.

A “*Combined Margin*”, para uma aplicação neste caso, pode ser expressa da seguinte forma:

$$FE_{CM} = ( 75\% \times 0,1610 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} ) + ( 25\% \times 0 ) = 0,1208 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh}$$

O valor obtido de **0,1208 kg CO<sub>2</sub>e/kWh** será o fator de emissão de GEE a aplicar à produção líquida anual de um projeto de produção de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis quando se pretende estimar as respetivas emissões de GEE evitadas.

### 3.3.3 NOTAS FINAIS

A principal vantagem desta metodologia, desenvolvida no quadro da UNFCCC, reside na utilização da abordagem da *Combined Margin*, que procura representar simultaneamente os

---

<sup>20</sup> No período de 3 anos, entre 2023 e 2025, o sistema elétrico relevante para Portugal continental era composto por cerca de 59% de energia elétrica produzida a partir de fontes de energia renováveis (ERSE, 2026)

efeitos de curto prazo, relacionados com a operação corrente do sistema elétrico, e os efeitos de longo prazo, associados à evolução da capacidade instalada.

Esta abordagem fornece uma estimativa tecnicamente consistente das emissões evitadas pela produção de eletricidade de origem renovável, sendo amplamente aceite como uma das metodologias internacionais de referência para o cálculo de fatores de emissão de redes elétricas.

No entanto, a aplicação desta ferramenta, nos dias de hoje, a redes onde a produção renovável começa a ter um peso muito significativo no *mix* elétrico, levanta algumas questões e aponta para algum desajuste.

Na verdade, esta TOOL07 foi desenvolvida para aplicação no conjunto de países em vias de desenvolvimento. no início dos anos 2000, quando os sistemas elétricos eram dominados pela produção em grandes instalações termoelétricas a carvão e a gás e em grandes hidroelétricas, e onde a penetração de energias renováveis, nomeadamente solar e eólica, era relativamente baixa.

O sistema elétrico ibérico evoluiu muito desde essa altura e em Portugal, por exemplo, a geração a carvão foi desativada e a potência instalada mais recentemente é praticamente toda de base renovável. Este facto, põe logo em causa o próprio conceito de *Build Margin*, face ao nível muito avançado do cenário de inclusão de instalações de base renovável.

O sistema elétrico apresenta mesmo uma predominância de geração renovável, chegando a atingir, com alguma frequência, períodos de várias horas consecutivas com uma cobertura de 100% de energia elétrica renovável no sistema.

Por outro lado, a geração solar está concentrada num período diurno, sendo que a correspondente geração de eletricidade que é deslocada depende muito do horário a que se verifica. Por exemplo, às 13 horas de um dia de sol, a produção fotovoltaica pode substituir uma central de ciclo combinado a gás natural ou uma central hidroelétrica de fio de água e, às 19 horas do mesmo dia, produzindo pouca ou nenhuma energia, não se induz qualquer efeito de deslocamento. Neste caso, pressupondo a *Combined Margin* (CM) como um único fator de emissão anual, não é possível captar esta dinâmica diária e sazonal.

Face a estes argumentos, embora constituindo uma metodologia de referência, a aplicação da TOOL07 não parece ser a solução mais indicada para o caso do sistema elétrico ibérico / português, no momento atual.

### 3.4 METODOLOGIA DE EMISSÕES MARGINAIS

#### 3.4.1 DESCRIÇÃO

A metodologia baseada nas emissões marginais do sistema elétrico procura quantificar as emissões de dióxido de carbono evitadas por um projeto de produção de eletricidade renovável, considerando as centrais de produção que efetivamente alteram o seu despacho em resposta a uma variação da oferta de eletricidade.

Ao contrário de outras das metodologias, que utilizam fatores de emissão médios combinados,

a abordagem marginal procura representar o impacto incremental da eletricidade produzida pelo projeto sobre o funcionamento real do sistema elétrico.

O conceito fundamental desta metodologia é que, num mercado de eletricidade liberalizado e baseado em despacho económico, como o Mercado Ibérico de Eletricidade, a produção de uma nova unidade renovável não reduz proporcionalmente a produção de todas as centrais existentes. Em cada intervalo temporal existe, normalmente, uma ou mais centrais que determinam o equilíbrio entre oferta e procura e que ajustam a sua produção, por exemplo, quando ocorre uma variação da produção renovável. Estas centrais são designadas por centrais marginais, sendo as respetivas emissões aquelas que são efetivamente evitadas pela eletricidade produzida pelo novo projeto.

Desta forma, o fator de emissão marginal corresponde à intensidade carbónica da tecnologia ou do conjunto de tecnologias que, em cada período, estabelece o preço marginal do mercado e cuja produção é reduzida devido à produção adicional proveniente do projeto. Em sistemas com elevada penetração de energias renováveis, este fator pode diferir significativamente do fator de emissão médio da rede, conduzindo a estimativas mais representativas das emissões efetivamente evitadas.

A determinação do fator de emissão marginal pode seguir diferentes abordagens, consoante a disponibilidade de informação e o nível de detalhe pretendido.

Como base, assume-se que a central que estabelece o preço marginal, em cada hora, corresponde igualmente à central marginal que deixará de produzir e, conseqüentemente, de emitir GEE.

Assim, devem identificar-se as tecnologias que marcam o preço do mercado, em cada período, calculando-se as emissões evitadas pelo produto entre a eletricidade líquida produzida pelo projeto e o fator de emissão da instalação marginal, correspondente a cada período de operação.

### 3.4.2 ANÁLISE

No sentido de aplicar a metodologia de emissões marginais torna-se necessário conhecer as tecnologias que marcam o preço horário ao longo de um período de tempo e a tecnologia de produção para a qual se pretende estimar as emissões evitadas. Trata-se de conhecer o perfil diário e sazonal de produção que, por exemplo, no caso de um projeto de produção a partir de energia solar, é particularmente importante.

Neste exercício de aplicação ao caso português, para um projeto solar fotovoltaico, procedeu-se da seguinte forma:

*Foram recolhidos os dados disponíveis ao público no site do Operador do Mercado Ibérico de Eletricidade em relação às tecnologias que marcaram o preço horário do mercado diário no período de 3 anos<sup>21</sup>, entre março de 2022 e fevereiro de 2025 (OMIE, 2026), no formato que se pode apreciar na*

---

<sup>21</sup> Período concordante com o estabelecido para a metodologia TOOL07 do CDM (ver subcapítulo 3.3.1)

- Figura 3.6.
- Em cada hora, poderão existir situações horárias em que a marcação do preço marginal se deveu a mais do que uma tecnologia; nesse caso, quando existem 2 ou 3 tecnologias a marcar o preço de uma determinada hora, foi considerado que cada uma dessas tecnologias é responsável pela marcação em 50% ou 33,3% do tempo, respetivamente; em contrapartida, não foram consideradas as situações, pouco frequentes, em que ocorrem mais de 3 tecnologias a marcar o preço marginal.

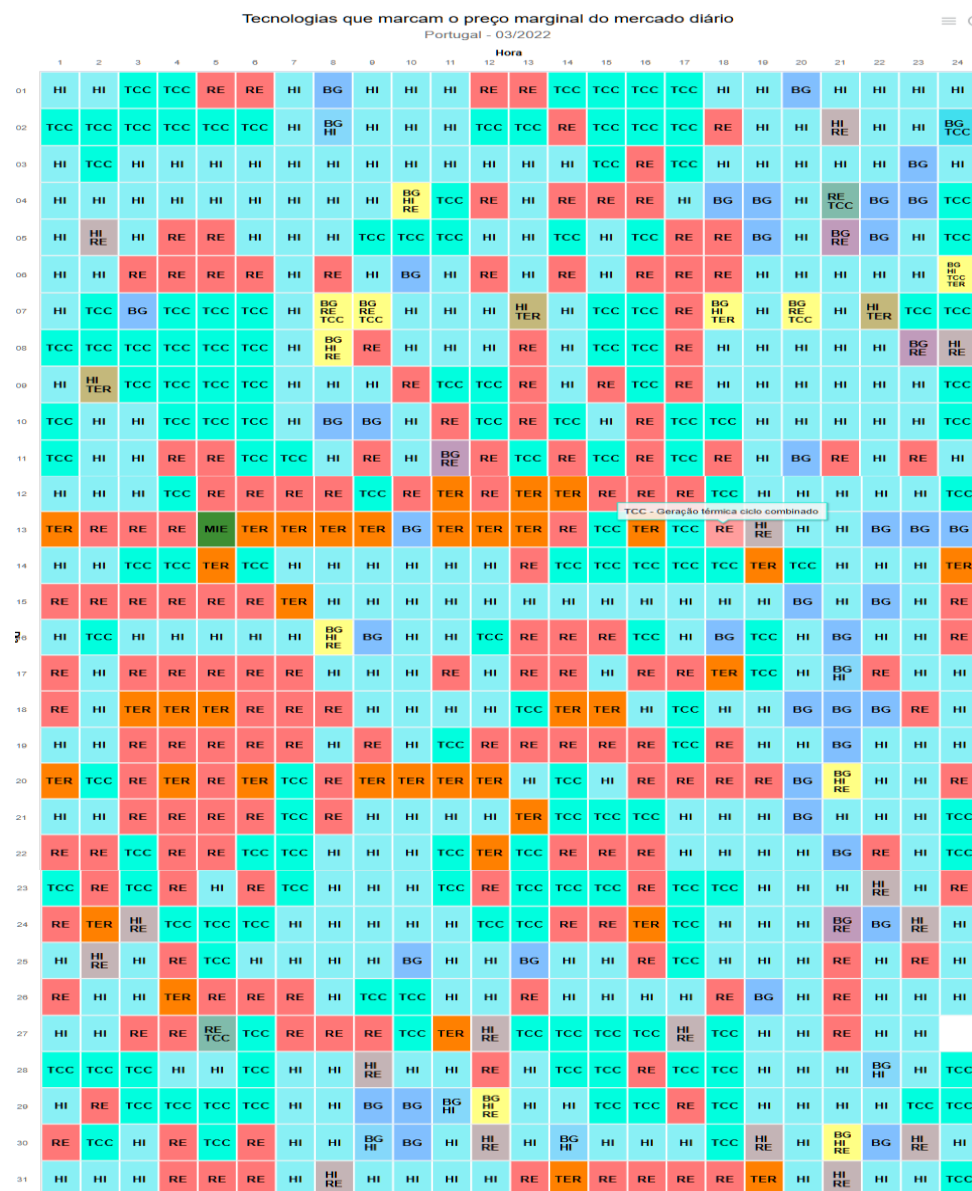


Figura 3.6 – Tabela mensal das tecnologias que marcam o preço horário marginal do mercado diário de eletricidade em Portugal (exemplo de março de 2022)

- Estes dados classificam as tecnologias em diferentes classes:
  - HI: Produção hidráulica

- BG: Produção hidráulica a partir de bombagem
  - RE: Renováveis, Cogeração e Valorização Energética de Resíduos
  - TCC: Produção térmica em ciclo combinado a gás natural
  - TER: Outra geração térmica
  - NU: Produção nuclear
- Esta classificação das tecnologias de produção levanta uma questão para o exercício a realizar já que, dentro da classe RE, estão contabilizadas:
    - todas as fontes renováveis, incluindo cogeração renovável e excluindo a hídrica;
    - a valorização energética de resíduos (RSU); e
    - a produção em cogeração fóssil.
  - Para uma correta utilização dos dados, no entanto, seria importante ter a discriminação das horas em que estas duas últimas tecnologias (RSU e Cogeração Fóssil) fecham o mercado, já que ambas possuem emissões de CO<sub>2</sub> fóssil, o que não está disponível na informação publicada.
  - Desta forma, quando se verifica que a instalação marginal num determinado período horário pertence à classe RE, o fator de emissão tanto poderá ser nulo (caso a tipologia marginal seja de base renovável) como poderá ser equivalente ao de uma instalação de valorização energética de RSU ou de uma cogeração de base fóssil.
  - Neste enquadramento, recorreu-se aos dados da ERSE, para efeitos da rotulagem de energia elétrica, em que a RSU e a Cogeração Fóssil estão desagregadas, e calculou-se a respetiva percentagem de ocorrência, para a globalidade da energia produzida, em relação à produção do conjunto RE (ou seja, Eólica + Outras Renováveis + Cogeração Renovável + RSU + Cogeração Fóssil).
  - A relação é de 2,5% e de 15,1% em relação ao conjunto das tipologias que constituem a classe RE, respetivamente, para a valorização energética de RSU e para a Cogeração Fóssil.
  - Estes valores permitem calcular um fator de emissão médio para a classe RE, assumindo-se que 15,1% das vezes em que a classe RE marca o preço de mercado se trata de Cogeração Fóssil e que 2,5% se referem à valorização energética de RSU.
  - Em relação ao perfil da produção fotovoltaica, recorreu-se à variação média sazonal (mês a mês) e à variação média diária (hora a hora) de um projeto solar fotovoltaico em Portugal através da ferramenta PVGIS (Comissão Europeia, 2026); foi utilizado um perfil médio para Portugal Continental, representativo de um sistema virado a sul, sem sombras e baseado em dados climáticos médios.
  - Como fatores de emissão específicos de cada tecnologia, foram utilizados os valores médios anuais disponibilizados pela ERSE, no processo de rotulagem de energia elétrica<sup>22</sup> (ERSE, 2026).
  - A partir deste conjunto de pressupostos, calculou-se o fator de emissão médio de cada um dos meses, entre março de 2022 e fevereiro de 2025, baseado numa média horária ponderada pela distribuição horária da produção fotovoltaica média ao longo do dia, desconsiderando, portanto, as horas em que não se verifica produção solar fotovoltaica.

---

<sup>22</sup> Ver subcapítulo 2.3 - Fator de emissão da eletricidade consumida em Portugal (ERSE)

- De seguida, calculou-se uma média ponderada do fator de emissão mensal, em função da distribuição mensal da produtividade média ao longo do ano da produção fotovoltaica (janeiro a dezembro).
- Simulou-se, portanto, uma situação em que se utilizaram apenas as horas em que existe produção fotovoltaica, modulada pela distribuição de intensidade ao longo do dia e ao longo dos 12 meses do ano.
- Calculou-se assim um fator de emissão médio com base nas tecnologias que serão efetivamente deslocadas com a injeção de energia elétrica de um novo projeto fotovoltaico.

O resultado deste procedimento, nos pressupostos estabelecidos, é um fator de emissão marginal de **0,1158 kg CO<sub>2</sub>e/kWh**.

### 3.4.3 NOTAS FINAIS

Ao contrário da abordagem referida no subcapítulo 3.3 (TOOL07, CDM), que utiliza a *Combined Margin*, o fator de emissão marginal possui uma forte variabilidade temporal, ao nível horário. Durante períodos em que o preço do mercado é determinado por centrais a gás natural em ciclo combinado, o fator de emissão marginal é o fator específico destas centrais. Em períodos de elevada produção renovável, a tecnologia marginal pode corresponder a centrais hidroelétricas, eólicas ou solares, conduzindo a fatores de emissão iguais a zero.

A principal vantagem desta metodologia, assumindo a análise de um período temporal mínimo<sup>23</sup>, reside na sua capacidade para representar o impacto efetivo de um projeto sobre a operação do sistema elétrico, permitindo uma estimativa objetiva das emissões evitadas, sobretudo em sistemas com elevado peso e variabilidade da produção renovável.

Em comparação com a metodologia TOOL07 do CDM, que utiliza um fator de emissão relativamente estável baseado na combinação entre o *Operating Margin* e o *Build Margin*, a metodologia das emissões marginais privilegia uma representação dinâmica do funcionamento do sistema elétrico e tende a fornecer estimativas mais realistas do impacto de projetos individuais, embora à custa de maiores necessidades de dados e de uma relativa maior complexidade metodológica.

## 3.5 ANÁLISE COMPARATIVA

Apresentam-se, de seguida, os fatores de emissão utilizados em cada uma das metodologias apresentadas e a respetiva estimativa de emissões evitadas, de um projeto de produção de energia elétrica fotovoltaica localizado em Portugal continental (Tabela 3.1).

Os indicadores utilizados para este projeto virtual foram os seguintes:

- Data de arranque: 2030

---

<sup>23</sup> Sugere-se um período mínimo de 3 anos

- Período de funcionamento previsto: 40 anos
- Produção anual prevista: 500 GWh

*Tabela 3.1 – Fatores de emissão e emissões evitadas utilizando as metodologias Calculadora APA, TOOL07 (CDM) e Emissões Marginais*

| Metodologia                             | Fator de emissão<br>(kg CO <sub>2</sub> e/kWh) | Emissões evitadas<br>(t CO <sub>2</sub> e/ano) |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Calculadora APA</b>                  | 0,0193                                         | 9.650                                          |
| <b>TOOL07 (CDM)<br/>Combined Margin</b> | 0,1208                                         | 60.400                                         |
| <b>Emissões Marginais</b>               | 0,1158                                         | 57.907                                         |

Destaca-se nestes resultados a proximidade entre os fatores de emissão calculados pela TOOL07 e pela metodologia de Emissões Marginais e a grande diferença, na ordem de 6 vezes inferior, para os resultados disponibilizados pela Calculadora APA.

## 4 CONCLUSÕES

---

Quando uma nova instalação de produção de energia elétrica entra em funcionamento, num dado sistema elétrico, a sua produção tende a substituir uma produção de energia elétrica equivalente, anteriormente realizada por um conjunto de outras instalações.

Com a expressão “emissões evitadas” pretende-se quantificar o impacto dessa substituição que resulta na redução global de emissões de GEE, normalmente associada ao cumprimento de um objetivo estabelecido para esse sistema.

Portanto, a determinação das emissões evitadas de um determinado projeto de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis pretende avaliar o seu valor intrínseco e o peso da sua contribuição no que respeita à descarbonização do sistema elétrico em que está inserido.

Nesse sentido, é importante que a metodologia utilizada para determinar esse valor espelhe, da melhor forma possível, esse objetivo e que, desde logo, cumpra alguns quesitos, em particular:

- que a delimitação do sistema elétrico onde a nova instalação está inserido seja devidamente determinada;
- que seja identificada, da melhor forma possível, a origem da produção de energia elétrica que será deslocada, ou seja, que deixará de ser necessária à satisfação da procura nesse sistema elétrico, tendo em consideração as características da nova instalação em causa;
- que seja definido um período de tempo a considerar para que a consolidação dessa informação seja representativa da realidade que se pretende avaliar;
- que a quantificação das emissões de GEE relativas à produção de energia elétrica deslocada com o início de funcionamento da nova instalação corresponda, de forma adequada, à realidade das instalações afetadas.

A metodologia desenhada no contexto do Clean Development Mechanism e dos mercados de emissões de GEE concebidos no quadro do Protocolo de Quioto (TOOL07) foi orientada para sistemas elétricos dominados pela produção termoelétrica a partir de combustíveis fósseis e onde a produção a partir de fontes de energia renovável fosse residual.

Tem como objetivo fundamental a geração de certificados de redução de emissões que podem vir a ser transacionados em mercados financeiros e a gerar uma renda adicional e fundamental para o financiamento dos projetos candidatos. Nesse sentido, não é a metodologia mais indicada para os sistemas elétricos onde a produção renovável é já dominante, como é o caso do mercado ibérico de energia elétrica, e onde o objetivo final seja, não apenas a redução de emissões de GEE, mas sobretudo o cumprimento de cenários de emissões *net-zero*.

A Calculado APA, utilizada na caracterização de novos projetos sujeitos a licenciamento, baseia-se em pressupostos simplificadores que acabam por subverter os objetivos que pretende atingir. Por um lado, estabelece um sistema elétrico que ignora a existência de fluxos muito importantes de energia no quadro do mercado ibérico de eletricidade e, por outro, baseia-se em fatores de emissão anuais pré-definidos e de natureza virtual, assumindo, ao longo de um

período muito alargado, que as instalações que pretende caracterizar estão já a contribuir para a construção desses mesmos fatores de emissão.

Desta forma, a metodologia implícita na Calculadora APA não parece ser o melhor instrumento para a avaliação de novos projetos na perspetiva da sua contribuição para a descarbonização do sistema elétrico.

Na sequência do trabalho realizado, foi possível concluir que a metodologia que melhor se relaciona com estas questões é a metodologia das “Emissões Marginais”. Apesar de alguma complexidade e de solicitar um conjunto alargado de informação, é a metodologia que melhor espelha a realidade das emissões evitadas, conciliando rigor técnico e fiabilidade na avaliação da eficácia do projeto em matéria de descarbonização e transição energética.

Parece ser razoável admitir que, para um conjunto limitado de tecnologias (solar, eólica, hídrica), se possa realizar, anualmente e sobre um conjunto de dados relativos aos últimos 3 anos, um exercício que disponibilize os fatores de emissão a usar no cálculo de emissões evitadas, através da metodologia de “Emissões Marginais”, de forma a avaliar a importância relativa de novos projetos de energia elétrica renovável no quadro dos objetivos nacionais de descarbonização e do cumprimento de um cenário nacional *net-zero*, no horizonte de 2045/2050.

## 5 REFERÊNCIAS

---

APA, 2023, Fator de Emissão da Eletricidade – 2023; Fator de emissão de gases com efeito de estufa da Eletricidade produzida em Portugal, dados de 2021, março 2023

APA, 2024, Calculadora de emissões de GEE para projetos, IST / ADIST, maio 2024

APA, 2025, Fator de Emissão da Eletricidade – 2025; Fator de emissão de gases com efeito de estufa da Eletricidade produzida em Portugal, dados de 2023, 2025

ApC, 2026. Portuguese National Inventory Document on Greenhouse Gases, 1990-2024, submitted under the artº 26 of the Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council on the Governance of the Energy Union and Climate Action (2026), disponível neste [link](#), Portuguese Environmental Agency. Lisbon, Portugal.

Biewald, Bruce, 2005, Using Electric System Operating Margins and Build Margins in Quantification of Carbon Emission Reductions Attributable to Grid Connected CDM Projects, commissioned by the UNFCCC secretariat, September 2005

CDM, 2018, TOOL07 - Methodological tool - Tool to calculate the emission factor for an electricity system, vs 07.0, august 2018 (entry into force date)

CDM, 2024, Large-scale Consolidated Methodology - Grid-connected electricity generation from renewable sources, vs 22, May 2024 (entry into force date)

Comissão Europeia, 2026, Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), consulta neste [link](#).

DEFRA, 2025. Conversion factors 2025- Full set 2025. Disponível neste [link](#), UK Department of Environment, Food & Rural Affairs

EIB, 2026, EIB Project Carbon Footprint Methodologies, version 11.4, European Investment Bank, March 2026

ERSE, 2026, Rotulagem de Energia Elétrica, Entidade Reguladora dos Sistemas Energéticos, junho 2026 (disponível neste [link](#))

ERSE, 2018, Diretiva ERSE n.º 16/2018, publicada no Diário da República (2.ª série), n.º 240, de 13 de dezembro de 2018.

GHG Protocol, 2004, The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition. 2004. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) and the World Resources Institute (WRI), Geneva, Switzerland.

GHG Protocol, 2015, GHG Protocol Scope 2 Guidance, 2015, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) and the World Resources Institute (WRI), Geneva, Switzerland.

Governo Português, 2024, Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030) vs. 2024, Resolução do Conselho de Ministros n.º 149/2024, de 30 de outubro (disponível neste [link](#)).

Governo Português, 2019, Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 1 de julho (disponível neste [link](#)).

IPCC, 2013, Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2013.

OMI, 2026, Relatório Integrado OMI 2025 - Operador do Mercado Ibérico, maio, 2026

OMIE, 2026, Tecnologias que marcam o preço marginal do mercado diário (Portugal), consulta neste [link](#).

REN, 2026, REN Data Hub, Sistema Elétrico - Balanço mensal (disponível em [REN DataHub](#)).

Russell, Stephen, 2018, Estimating and Reporting the Comparative Emissions Impacts of Products, Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute.

## **Ficha Técnica**

---

**Emissões de GEE associadas ao consumo de energia elétrica**  
**- emissões evitadas na produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis**

---

**Equipa de Projeto Lasting Values**  
**geral@lastingvalues.pt**

**Coordenação**  
**José Eduardo Barroso**  
**jebarroso@lastingvalues.pt**

**Controller**  
**Sandra Martinho**  
**smartinho@lastingvalues.pt**

**Equipa Técnica**  
**Patrícia Tourais Ferreira**  
**ptourais@lastingvalues.pt**

---



**Lasting Values – Consultoria em Gestão e Ambiente, Lda.**

Rua Pintor Augusto Júlio, n.º 13 | 2900 - 760 Setúbal

Madan Parque | Rua dos Inventores | 2825-182 Caparica

+ 351 91 644 05 57 . + 351 91 644 05 75 | [geral@lastingvalues.pt](mailto:geral@lastingvalues.pt)

[www.lastingvalues.pt](http://www.lastingvalues.pt)

Contactos:

José Eduardo Barroso

[jebarroso@lastingvalues.pt](mailto:jebarroso@lastingvalues.pt)

+ 351 916440575