

Redução das Emissões de GEE da fileira do calçado

Relatório

maio de 2025

Índice

1. Enquadramento	3
2. Emissões de GEE	5
2.1. Contextualização	5
2.2. Metodologia.....	6
2.2.1. Pressupostos.....	7
2.3. Cálculo das emissões de GEE.....	8
2.3.1. Fatores de cálculo das emissões de GEE	8
3. Cenário de referência e <i>baseline</i>	11
3.1. Produção de calçado.....	11
3.2. Volume de negócios	12
3.3. Consumos energéticos e emissões de GEE	13
3.3.1. Consumos energéticos	13
3.3.2. Emissões de GEE	16
3.4. Indicadores.....	18
4. Potencial de descarbonização	19
4.1. Pegada de carbono.....	19
4.2. Estimativa de redução de emissões de GEE.....	19
5. Redução das emissões de GEE	21
5.1. Medidas para a descarbonização	21
5.1.1. Eficiência energética dos processos	22
5.1.2. Produção de energia renovável.....	23
5.1.3. Mobilidade de baixo carbono.....	25
5.1.4. Emissões de processo e emissões fugitivas.....	25
5.1.4. Economia circular e sustentabilidade	26
6. Resumo de resultados	28
8. Bibliografia	31

1. Enquadramento

O **Roteiro para a descarbonização da fileira do calçado** é um projeto financiado pelo PRR no âmbito do Aviso N.º 01/C11-I01/2021 (Roteiros de Descarbonização da Indústria e Capacitação das Empresas), coordenado pelo Centro Tecnológico de Calçado de Portugal (CTCP), tendo como entidade parceira a Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes, Artigos de Pele e seus Sucedâneos (APICCAPS).

O Roteiro objetiva potenciar a descarbonização da indústria do calçado através de uma série de atividades que visem o alcance de objetivos e metas alinhadas com o Roteiro de Neutralidade Carbónica ([RNC 2050](#)) nacional, concretamente:

- **Redução 72% a 73% de emissões de GEE até 2050 para o setor industrial¹**

O presente Relatório apresenta o potencial de redução das emissões de GEE (Gases com Efeito de Estufa) da fileira do calçado, concretamente para cumprimento das metas de descarbonização a estipular no âmbito do Roteiro.

A análise efetuada integra a elaboração de cenários para a indústria do calçado, alinhados com os objetivos e metas nacionais de redução de GEE para a indústria transformadora, considerando especificamente:

- Cenário de referência: 2005
- *Baseline*: 2002
- Cenários futuros: 2030, 2040 e 2045

Os três cenários climáticos refletem, para o horizonte temporal 2022-2045, a projeção de emissões de GEE plausíveis de ocorrerem, tendo em consideração as tendências e previsões socioeconómicas, tecnológicas e ambientais.

As projeções realizadas incidem nos consumos energéticos, nas matérias-primas e nas consequentes emissões de GEE, tendo sido realizadas em concordância com a metodologia definida no “*Greenhouse Gases Protocol*” ([GHG Protocol](#)).

¹ Em consequência do compromisso assumido por Portugal, que visa antecipar a neutralidade carbónica para 2045, estipulou-se o ano de 2045 como meta de descarbonização da fileira do calçado.

Saliente-se que o cálculo das emissões de GEE (cenário de referência e *baseline*) e a estimativa de redução das emissões de GEE (cenários futuros, até 2045), **consideram apenas as emissões diretas de âmbito 1** (e.g., consumo de combustíveis, utilização de colas e tintas com solventes, utilização de fluidos refrigerantes) **e as emissões indiretas de âmbito 2** (consumo de eletricidade) das instalações e processos industriais da fileira do calçado.

A cenarização envolve as áreas de atuação dos Fabricantes de **Calçado**, de **Componentes** e da **Marroquinaria**, tendo nomeadamente em consideração os resultados da análise estatística efetuada às indústrias da fileira², assim como os resultados da identificação de processos e tecnologias de baixo carbono aplicáveis³.

² Relatório “Análise Estatística da Indústria do Calçado”, CTCP 2025

³ Relatório “Processos e Tecnologias de Baixo Carbono da fileira do calçado”, CTCP 2025

2. Emissões de GEE

2.1. Contextualização

As emissões de GEE podem ser classificadas em 3 principais categorias:

- **Âmbito 1 (emissões diretas)** – abrange as emissões provenientes de fontes que são controladas pela empresa, como por exemplo:
 - Combustão estacionária – processo produtivo (e.g., caldeiras);
 - Combustão móvel – frota de transportes (e.g., recolha, distribuição);
 - Emissões de processo – compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) por uso de solventes (e.g., colas e tintas);
 - Emissões fugitivas – equipamentos com gases fluorados.
- **Âmbito 2 (emissões indiretas)** – abrange as emissões resultantes da geração de energia por outra entidade, que é comprada e consumida pela empresa:
 - Consumo de energia elétrica (adquirida).
- **Âmbito 3 (emissões indiretas)** – não incluídas no âmbito 2.

De um modo geral, o potencial de redução das emissões de GEE pode atingir-se por via da **REDUÇÃO**, que corresponde à diminuição de emissões conseguida mediante a implementação de ações e, também, pela **COMPENSAÇÃO**, concretamente através de créditos de carbono.

O processo de descarbonização compreende essencialmente três fases:

1. QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES:

- Inventário de emissões de GEE ou cálculo da pegada de carbono.

2. PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES:

- Identificação de riscos e oportunidades, estabelecimento de metas e medidas de monitorização e redução de emissões.

3. REDUÇÃO DE EMISSÕES:

- Implementação de medidas com o objetivo de reduzir as emissões de GEE;
- Redução do consumo de energia: identificar formas de melhorar continuamente a eficiência energética;
- Redução do consumo de materiais: incorporar o princípio de minimização do consumo de recursos e a circularidade;
- Redução da geração de resíduos: minimizar os resíduos operacionais com foco numa maior eficiência de recursos e melhoria de rendimento;
- Transição para energia renovável: impulsionar a produção de eletricidade para autoconsumo e considerar e avaliar oportunidades para substituir a utilização de combustíveis fósseis;
- Aquisição de energia gerada a partir de fontes renováveis: por via de Certificados de Garantia de Origem;
- Adoção de novas tecnologias: explorar a modernização na geração e consumo de energia, incluindo inovações futuras em combustíveis e tecnologias, como a mobilidade elétrica ou o hidrogénio.

2.2. Metodologia

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada para o cálculo das emissões de GEE da fileira do calçado, tanto para o cenário de referência (2005), como para a *baseline* (2002), assim como para os cenários futuros (2030, 2040 e 2045).

De modo a assegurar a coerência metodológica com outros Roteiros setoriais e exercícios similares (em Portugal e na UE), o cálculo das emissões de GEE (cenário de referência e *baseline*) e a estimativa de redução das emissões de GEE (cenários futuros, até 2045) **consideram apenas as emissões diretas de âmbito 1** (e.g., consumo de combustíveis, utilização de colas e tintas com solventes, utilização de fluidos refrigerantes) **e as emissões indiretas de âmbito 2** (consumo de eletricidade) das instalações e processos industriais da fileira do calçado.

A abordagem realizada considera os três subsetores da fileira (i.e., fabrico de **Calçado**, de **Componentes** e **Marroquinaria**).

O Roteiro utiliza como **unidade de referência** as emissões globais, expressas em **gCO_{2e}/par**.

O cálculo das emissões de GEE foi também efetuado para cada um dos subsetores da fileira utilizando como unidade de referência as emissões expressas em **gCO_{2e}/€_{VN}**.

2.2.1. Pressupostos

A fileira do calçado enquadra-se, fundamentalmente, na atividade económica correspondente à “fabricação de vestuário, calçado e cortumes” (CAEs 15201 e 15202).

Engloba também atividades económicas associadas à “fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas” (CAEs 22191 e 22291) assim como atividades associadas à “fabricação de artigos de viagem e de uso pessoal, marroquinaria, correeiro e seleiro” (CAE 15120).

Parte destas atividades, não sendo exclusivas da fileira do calçado – sobretudo, a desenvolvida pela Marroquinaria – complementam a principal atividade associada ao âmbito do Roteiro.

Refira-se que o setor produz diferentes tipos de produtos para diferentes aplicações, numa gama diversificada. Esta particularidade torna impraticável detalhar o nível de informação a respeito de consumos energéticos e das emissões de GEE aplicável à fileira do calçado e a cada um dos subsetores que a constituem.

Deste modo, para definição do cenário de referência, da *baseline* e para estimativa do potencial de redução de GEE, são utilizados como dados primários o **par de sapatos**.

Foram utilizados os dados estatísticos do período 2005 a 2022, garantindo-se, assim, uma adequada representatividade da situação atual da fileira (*baseline*), e permitindo uma adequada modelação do cenário de referência (i.e., 2005).

A análise foi complementada com os dados estatísticos disponibilizados pela Direção Geral de Geologia e Energia ([DGEG](#)) para as várias fontes energéticas.

Os dados de produção [de calçado], e do volume de negócios [de cada subsetor] foram obtidos a partir das informações disponíveis a nível nacional ([APPICAPS](#)).

Na modelação efetuada para os cenários futuros (2030, 2040 e 2045) foi assumida uma projeção de aumento de produção de 0,4%/ano e uma projeção de aumento do volume de negócios de 1,4%/ano⁴.

Os cenários foram alinhados com as metas nacionais de redução de GEE para a indústria, considerando as metas de redução estipuladas nas estratégias mais recentes aplicáveis às ambições nacionais no tema da descarbonização.

⁴ Métricas definidas pelo CTCP/APICCAPS, a serem consideradas a partir de 2024.

Refira-se, nomeadamente, o disposto no [PNEC 2030](#) (destaque para a antecipação da neutralidade climática para 2045), em linha com o disposto no RNC 2050, bem como com a regulamentação europeia aplicável, concretamente na Diretiva relativa à promoção de energia de fontes renováveis (RED III), entre outros.

2.3. Cálculo das emissões de GEE

O cálculo das emissões diretas e indiretas segue o Referencial do “*Greenhouse Gases Protocol*” ([GHG Protocol](#)) com recurso às metodologias de cálculo do “*Guidebook for National Greenhouse Gas Inventories*” do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas ([IPCC](#) – “*Intergovernmental Panel on Climate Change*”, 2006), com as devidas adaptações ao contexto nacional apresentadas no “Relatório Nacional de Inventários” ([NIR](#) – “*National Inventory Report*”) e no “Relatório Informativo de Inventários” ([IIR](#) – “*Informative Inventory Report*”), ambos elaborados pela Agência Portuguesa do Ambiente ([APA](#)), seguindo as orientações estipuladas pela Norma ISO 14064-1.

São considerados os GEE previstos no *GHG Protocol* e abrangidos pelo Protocolo de Quioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Os mesmos são apresentados em CO_{2e} utilizando os valores de Potencial de Aquecimento Global (PAG) publicados no “5.º Relatório de Avaliação do IPCC” ([AR5](#)).

2.3.1. Fatores de cálculo das emissões de GEE

Eletricidade

Os fatores de emissão utilizados para os **consumos de eletricidade** são os constantes no Relatório dedicado ao “Fator de Emissão de Gases de Efeito de Estufa para a Eletricidade Produzida em Portugal” publicado pela [APA](#), que são calculados anualmente com base nas emissões de GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) estimadas no [NIR](#).

De acordo com o definido no *GHG Protocol*, as emissões relacionadas com perdas no transporte e distribuição de eletricidade são consideradas como emissões de âmbito 3, tendo estas sido deduzidas de acordo com os dados publicados pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos ([ERSE](#)).

Combustíveis

Os fatores de cálculo utilizados para estimativa de emissões de GEE para os diferentes fluxos de emissão relacionados com os **consumos de combustíveis** são os constantes no [NIR](#), tendo como base os fatores de conversão disponibilizados pela [DGEG](#).

O *GHG Protocol* recomenda a utilização de fatores de emissão baseados no poder calorífico superior (PCS). Os fatores de conversão disponibilizados pela DGEG correspondem ao poder calorífico inferior (PCI), sendo no caso do gás natural apresentado também o PCS.

Assim, não tendo a diferença entre PCI e PCS dos combustíveis considerados um impacto significativo no balanço energético, é utilizado o PCS para o gás natural e o PCI para os restantes combustíveis.

COVNM

Para o cálculo das emissões de compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) resultantes da utilização de solventes, é utilizada a metodologia constante no [NIR](#) (definida em tCO_{2e} por kg de solvente consumido).

A quantificação do **consumo de solventes**, numa análise mais particular (i.e., por empresa), obedece à metodologia disposta na legislação e regulamentação aplicáveis, especificamente no Regime de Emissões Industriais (REI), estabelecido pelo [Decreto-Lei n.º 127/2013](#), 30 de Agosto (i.e., Regime COV), nele se incluindo a fileira do calçado.

Refira-se que estão especificamente abrangidas por esta regulamentação as instalações do calçado que apresentem um consumo anual de solventes superior a 5 toneladas, estando para estas especificado um VLE (Valor Limite para a Emissão total) de 25 g/par (expresso em gramas de solvente emitido por par de calçado completo produzido).

O cálculo das emissões associadas ao consumo de solventes no âmbito do Roteiro utiliza a metodologia constante no [NIR](#) (definida em ton CO_{2eq.} por kg de solvente consumido), com base na metodologia constante no [IIR](#) (definida em kg CO_{2eq.} por par de sapatos).

Gases fluorados

Para o cálculo das emissões fugitivas associadas aos gases fluorados são utilizados os valores de PAG publicados no [AR5](#).

A quantificação do **consumo de fluidos refrigerantes**, numa análise mais particular (i.e., por empresa), obedece à metodologia disposta na legislação e regulamentação aplicáveis, especificamente através dos registos de intervenção técnica aos equipamentos que contêm gases fluorados com efeito de estufa, conforme o estabelecido pelo [Decreto-Lei n.º 145/2017](#), de 30 de novembro.

As emissões de gases fluorados foram determinadas por via do rácio destas relativamente às emissões totais para Portugal tendo por base a informação publicada pela Agência Europeia do Ambiente ([EEA](#)).

3. Cenário de referência e *baseline*

O **cenário de referência** foi modelado para o ano de **2005** e considera os fluxos de consumos energéticos e respetivas emissões de GEE da fileira do calçado.

Com base nos dados relativos a **2022** (em termos de produção e de consumos energéticos), foi modelada e calibrada a **baseline** tendo em conta nomeadamente:

- Inventário de Carbono do Sector do Calçado (APICCAPS / CTCP – 2011)
- Resultados de Inquéritos e de Visitas realizadas a empresas da fileira do calçado;
- Análise estatística da fileira do calçado⁵;
- Resultados do projeto Compromisso Verde⁶.

Como referido, na análise efetuada **consideram-se apenas as emissões diretas de âmbito 1 e as emissões indiretas de âmbito 2** das instalações e processos industriais da fileira do calçado.

3.1. Produção de calçado

A produção de calçado em Portugal foi de 72,3 milhões de pares em 2005 e de 86,5 milhões de pares em 2022.

Estima-se que, em 2045, a produção possa ascender a 85,3 milhões de pares⁷:

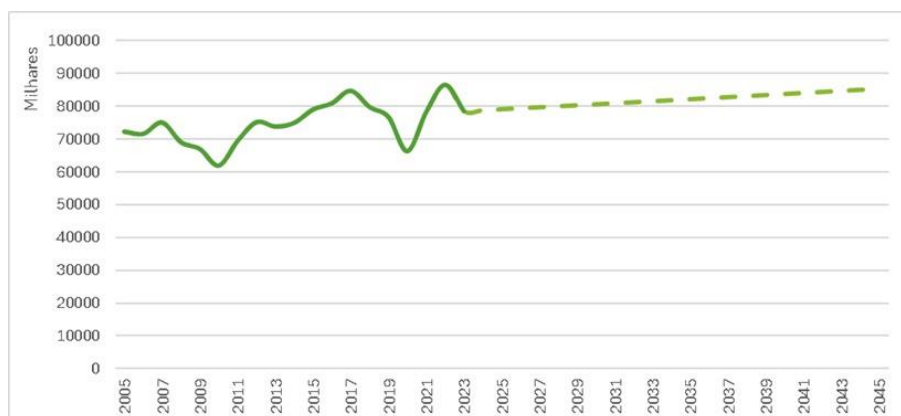


Fig. 1: Estimativa de evolução da produção de calçado

⁵ Relatório “Análise Estatística da Indústria do Calçado”, CTCP 2025

⁶ Compromisso Verde: <https://compromissoverde.apiccaps.pt/>

⁷ Dados históricos de produção de calçado; projeções de aumento de 0,4%/ano (APICCAPS / CTCP, 2025)

3.2. Volume de negócios

A fileira do calçado apresentou em 2022 um volume de negócios global próximo dos 3 mil milhões de euros, um valor que corresponde a praticamente o dobro do verificado em 2005.

Estima-se que, em 2045, o volume de negócios do setor possa ascender a cerca de 4 mil milhões de euros⁸:



Fig. 2: Estimativa de evolução do volume de negócios da fileira do calçado

Esta evolução, que contrasta com a verificada na produção, é reflexo do investimento do setor no seu posicionamento dos mercados internacionais.

Saliente-se que o subsector do fabrico de calçado tem uma representatividade bastante expressiva no volume de negócios da fileira (cerca de 80%, em 2022):

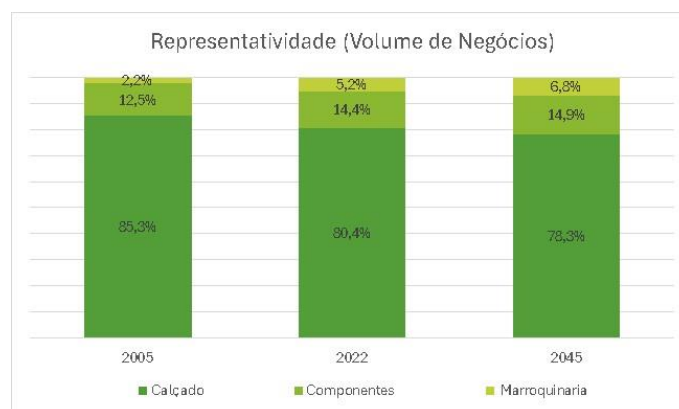


Fig. 3: Representatividade da fileira do calçado por subsector

⁸ Dados históricos do volume de negócios da fileira do calçado, por subsector, considerando um aumento de 1,4%/ano (APICCAPS / CTCP, 2025)

3.3. Consumos energéticos e emissões de GEE

3.3.1. Consumos energéticos

O consumo de energia elétrica em 2022 da fileira do calçado foi de 122 GWh, representando 0,03% dos consumos nacionais e 0,15% dos consumos do setor industrial. Em 2005, este valor, que ascendeu a cerca de 131 GWh, representava 0,07% e 0,40%, respetivamente.

O consumo de combustíveis fósseis nos processos associados à combustão estacionária, incluindo a produção/utilização de energia térmica, totalizou mais de 10 GWh em 2005, tendo atingido um valor na ordem dos 11,5 GWh em 2022.

O consumo de combustíveis fósseis associados à frota automóvel foi de 38,2 GWh em 2005 e de 41,5 GWh em 2022:

	2005	2022
Energia elétrica	130.834 MWh	121.979 MWh
Combustão estacionária	10.613 MWh	11.543 MWh
Frota automóvel	38.202 MWh	41.552 MWh
Consumo total	171.152 MWh	175.074 MWh

Tabela 1: Consumos energéticos da fileira do calçado (2005 e 2022)

O gráfico seguinte ilustra a desagregação dos consumos energéticos por fonte:

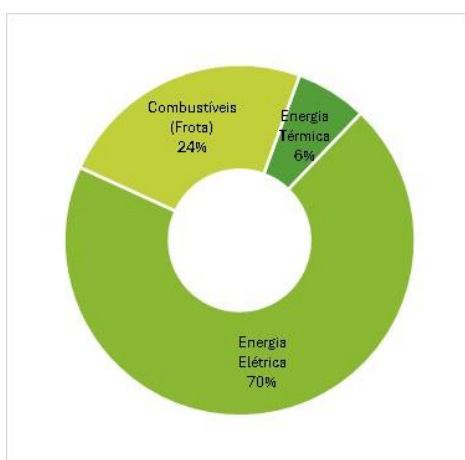


Fig. 4: Consumos energéticos por fonte (baseline – 2022)

O consumo de eletricidade representa cerca de 70% dos consumos energéticos totais da fileira:

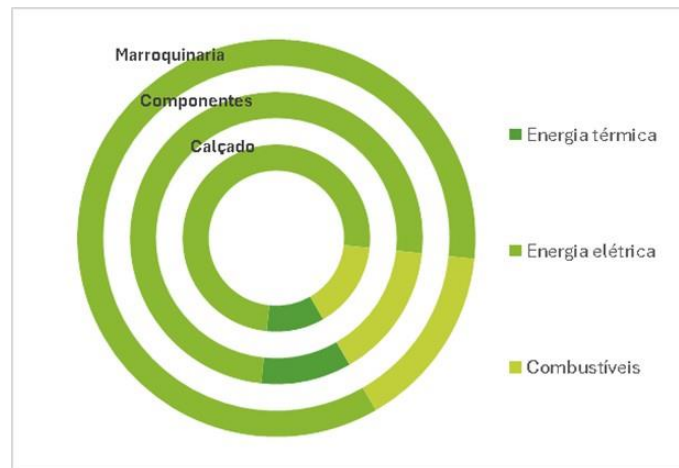


Fig. 5: Consumos energéticos da fileira do calçado por subsetor e por fonte energética

Os principais equipamentos consumidores de **energia elétrica** centram-se, essencialmente, nas máquinas fundamentais ao processo produtivo de cada subsetor:

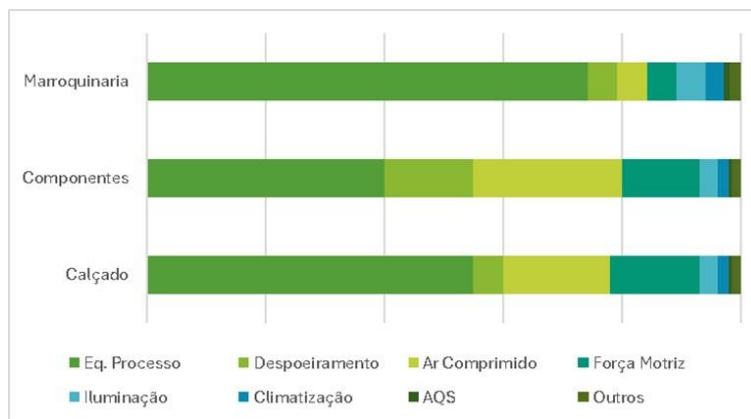


Fig. 6: Consumos de energia elétrica da fileira do calçado por subsetor e por fonte energética

Relativamente aos principais setores auxiliares que utilizam eletricidade, salientam-se o ar comprimido e a força motriz.

Globalmente, observa-se uma elevada preocupação com os consumos energéticos associados à produção de **ar comprimido**. Uma parte significativa dos equipamentos industriais já tem variação eletrónica de velocidade (VEV), medidas de otimização das centrais de ar comprimido (e.g., substituição por compressores de elevada eficiência com secadores integrados) bem como procedimentos de monitorização periódica para controlo de pressão, deteção de fugas e/ou de perdas em pontos críticos.

Nos processos que utilizam **força motriz**, mais significativa em termos de consumos energéticos (e.g., motores dos sistemas de aspiração), observa-se uma crescente perceção da necessidade de apostar em equipamentos de maior eficiência energética (e.g., motores de alto rendimento) e/ou de estes serem acoplados a equipamentos dotados de VEV.

Complementarmente, constata-se que, à data, muitas empresas já instalaram unidades de **produção para autoconsumo** (UPAC), baseadas em sistemas solares fotovoltaicos, os quais permitem colmatar uma parte significativa das suas necessidades energéticas e contribuem para a redução das emissões de carbono dos seus processos produtivos.

A maioria dos produtos possui um impacte com algum significado no que diz respeito ao transporte dos seus componentes pelo que a eficiência neste âmbito (rotas, consumos, cargas, etc.) é fundamental.

Nas indústrias do calçado, a **frota automóvel** pode ser própria, subcontratada (*outsourced*) ou uma combinação de ambas. Identifica-se uma diversidade de veículos, em cargas e consumos, que atendem às necessidades específicas do setor.

Pese embora o consumo de energia associado à frota automóvel seja, geralmente, menos significativo, ainda assim não está isento de representar um peso relevante na pegada de carbono das empresas.

O consumo de energia destinado à frota automóvel, nomeadamente das viaturas pesadas de mercadorias, centra-se essencialmente nos combustíveis fósseis, com o abastecimento a ocorrer dentro ou fora das instalações industriais.

No que diz respeito às viaturas ligeiras (comerciais, administração, etc.) já se observa, em todos os subsectores da fileira, alguma transição para veículos elétricos ou híbridos.

No caso dos empilhadores, muitos já são movidos a eletricidade (e.g., para descarga de matérias-primas), mas ainda se verifica uma significativa utilização de empilhadores movidos a combustíveis fósseis, nomeadamente GPL.

Globalmente, observa-se um reduzido grau de **monitorização dos consumos energéticos** dos principais equipamentos, nomeadamente ao nível dos consumos de eletricidade, que apresentam uma relevante expressividade na fileira do calçado.

3.3.2. Emissões de GEE

As emissões de GEE totalizaram 74.706 tCO_{2e} em 2005 e 33.141 tCO_{2e} em 2022, representando, respetivamente, 0,07% e 0,03% das emissões nacionais, ou 0,36% e 0,15% das emissões da indústria.

O subsetor do fabrico de **Calçado** representa cerca de **64% das emissões da fileira**:

	2005	2022
Calçado	48.003 tCO _{2e}	21.295 tCO _{2e}
Componentes	25.315 tCO _{2e}	11.230 tCO _{2e}
Marroquinaria	1.387 tCO _{2e}	615 tCO _{2e}
Emissões de GEE (totais)	74.706 tCO_{2e}	33.141 tCO_{2e}

Tabela 2: Emissões de GEE da fileira do calçado (2005 e 2022)

Os gráficos seguintes ilustram a desagregação das emissões de GEE por fonte energética e por subsetor da fileira:

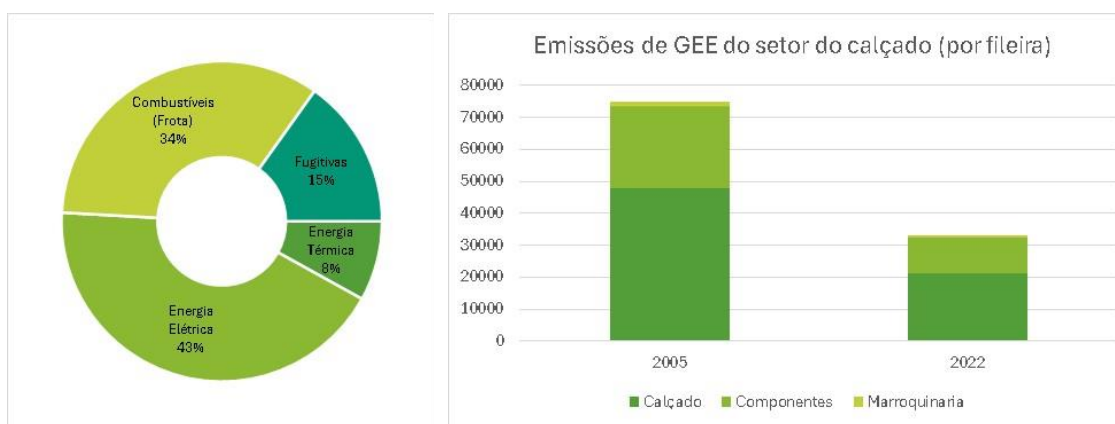


Fig. 7: Emissões de GEE por fonte energética (*baseline*) e por fileira

A predominância do **consumo de eletricidade** na matriz energética das empresas da fileira do calçado denota a relevância desta medida para a redução das suas emissões de GEE – representavam, em 2022, cerca de **43%** do valor global de emissões.

O **consumo de combustíveis**, embora represente menos de 25% em termos energéticos, corresponde a cerca de **35%** das emissões carbónicas.

Saliente-se que as principais emissões de GEE associadas ao **processo** produtivo da fileira do calçado (incluindo as designadas emissões **fugitivas**) representam cerca de **15%** do valor global de emissões.

Estas emissões estão associadas a diferentes sistemas, tais como: cabines de aplicação de colas; fornos de secagem; cabines de aplicação de halogenante nas solas; etc., incidindo a sua monitorização fundamentalmente sobre os COV (Compostos Orgânicos Voláteis).

Os COV, comumente designados de solventes, resultam da utilização de diversos produtos químicos, tais como: tintas e brilhos; primários; halogenantes; dissolventes. Os solventes aqui encontrados são, por exemplo: acetato de etilo; n-Hexano; metiletilcetona (2-butanona); tolueno, acetona, entre outros.

Ao nível das várias etapas do processo de fabrico de calçado são utilizados produtos contendo solventes. Nas etapas de costura e montagem destacam-se as colas, os primários e os endurecedores que nestas etapas desempenham a função de adesivos. Na etapa de montagem, são os halogenantes e dissolventes que cumprem aqui a função de limpeza. Finalmente, na etapa de acabamento e consoante o modelo, nas operações de limpeza/polimento mecânico com escovas são introduzidas ceras ou brilhos e tintas de base aquosa ou solvente por aspensão à pistola em cabinas com cortina de água.

No que respeita ao valor limite de emissão total por par de sapato produzido, o [Decreto-Lei n.º 127/2013](#), 30 de Agosto (i.e., Regime COV), fixa em 25 g de solvente o valor limite de emissão para as empresas de fabrico de calçado com consumo anual de compostos / solventes orgânicos voláteis superior a 5 toneladas.

São, sobretudo, as empresas que utilizam o processo de colagem gáspea/sola as abrangidas e embora, nestas empresas, a quantidade de solvente utilizado por par dependa do método de trabalho utilizado, os processos tradicionais resultam em emissões acima dos 25 g/par.

Como referido, no âmbito do desenvolvimento do Roteiro para a descarbonização da fileira do calçado são apenas consideradas as emissões diretas de âmbito 1 e as emissões indiretas de âmbito 2.

3.4. Indicadores

O Roteiro utiliza como **unidade de referência** as emissões globais da fileira do calçado, expressas em **gCO_{2e}/par**, e o consumo específico de energia, expresso em **kWh/par**.

O cálculo das emissões de GEE foi também efetuado para cada um dos subsetores da fileira com base no seu respetivo volume de negócios – neste caso, a unidade de referência das emissões é expressa em **gCO_{2e}/€VN**.

A tabela seguinte apresenta os indicadores do Roteiro no período de referência (2005) e na *baseline* (2022):

	2005	2022
Produção (milhares de pares)	72.313	86.521
Volume de negócios (em milhões de €)	1.529,4	2.991,5
Consumo de energia (MWh)	171.152	175.074
Emissões de GEE (tCO _{2e})	74.706	33.141
Consumo específico de energia	2,37 kWh/par	2,02 kWh/par
Emissões específicas de GEE	1.033,1 gCO _{2e} /par	383,0 gCO _{2e} /par
	48,8 gCO _{2e} /€VN	11,1 gCO _{2e} /€VN

Tabela 3: Indicadores (globais e específicos) da fileira do calçado (2005 e 2022)

Pese embora se observe um ligeiro aumento do consumo energético na fileira do calçado entre 2005 e 2022 (+2%), verifica-se ter ocorrido uma **melhoria considerável do seu consumo específico de energia (-15%)**:

- **2005: 2,37 kWh/par**
- **2022: 2,02 kWh/par**

Fruto das melhorias contínuas que as empresas têm procurado efetuar, e da incorporação gradual de eletricidade renovável, constata-se ainda ter ocorrido uma **redução expressiva nas emissões de GEE (-56%), assim como nas emissões específicas de GEE (-63%)**:

- **1.033,1 gCO_{2e}/par em 2005**
- **383,0 gCO_{2e}/par em 2022**

4. Potencial de descarbonização

4.1. Pegada de carbono

A produção de calçado foi de 72,3 milhões de pares em 2005 e de 86,5 milhões de pares em 2022, tendo esta sido responsável pela emissão de 74.706 tCO_{2e} e de 33.141 tCO_{2e}, respetivamente. Estima-se que, em **2045**, a produção possa ascender a **85,3 milhões de pares**.

As emissões de GEE específicas resultantes (em **gCO_{2e}/par**) correspondem à **pegada de carbono** da fileira, constituindo-se como um indicador robusto para aferir o cumprimento dos objetivos e metas de descarbonização.

A fileira do calçado, fruto das melhorias contínuas que as empresas têm procurado efetuar ao longo dos últimos anos, tem vindo a conseguir alcançar reduções expressivas das suas emissões específicas de GEE.

De 2005 a 2022, a fileira do calçado reduziu as suas emissões específicas (GEE por par de sapato) em mais de 60%⁹.

Todavia, o caminho a percorrer para cumprimento da descarbonização do setor afigura-se ambicioso e desafiante.

4.2. Estimativa de redução de emissões de GEE

Como referido, o Roteiro utiliza como **unidade de referência** as emissões globais da fileira do calçado, expressas em **gCO_{2e}/par**.

As medidas de descarbonização, e o seu respetivo potencial de redução de emissões de GEE, incidem nas particularidades e especificidades de cada processo produtivo, nomeadamente, no que respeita às necessidades e tipologias de consumos energéticos e às oportunidades associadas à melhoria de processos, aproveitando as vantagens das simbioses industriais entre os vários subsetores da fileira e os desígnios de promoção de uma economia mais circular no setor industrial.

⁹ Considerando a totalidade das emissões de GEE de âmbito 1 e de âmbito 2.

A estimativa de redução dos consumos energéticos, e das conseqüentes emissões de GEE, foi efetuada de acordo com uma ordem sequencial de implementação das medidas de descarbonização identificadas – agrupadas em eixos estratégicos – e considerando uma inter-relação entre estas, i.e., não considera resultados de forma cumulativa, mas sim de forma integrada:

1. Desagregação estimada dos consumos de energia por fonte energética e por subsetor (necessidades energéticas);
2. Valores típicos de redução dos consumos de energia, e/ou de conversão de consumos entre fontes energéticas, para a respetiva tipologia de medida;
3. Estimativa de consumos e de necessidades energéticas, por fonte energética, considerando a inerente conversão (e.g., substituição de combustíveis da frota por energia elétrica);
4. Cálculo das respetivas emissões de GEE resultantes por via da aplicação dos respetivos fatores de conversão (atuais) e da contabilização dos efeitos de descarbonização associados às respetivas fontes energéticas.

Adicionalmente, para os cenários futuros, consideram-se também os efeitos diretos de algumas ações relacionadas com o aumento da economia circular dos produtos, especificamente associadas ao aumento da reciclabilidade dos produtos e/ou das matérias-primas e do seu conseqüente impacto na redução dos consumos energéticos e das emissões de carbono das indústrias¹⁰.

Para a estimativa de redução das emissões de COVNM foi considerada uma gradual substituição de alguns produtos que ainda utilizam solventes (e.g., colas, tintas) por outros com menor impacte ambiental, tendo esta sido calculada em função dos dados de produção total.

A substituição gradual dos gases fluorados por outros com menor impacte ambiental foi igualmente contemplada, nomeadamente de acordo com o definido no [Regulamento \(UE\) 2024/573](#), de 7 de fevereiro de 2024, relativo aos direitos de produção para a colocação de hidrofluorcarbonetos no mercado, tendo sido efetuada uma aplicação das respetivas metas de redução (i.e., 70% até 2029 e 85% a partir de 2036, relativamente aos valores de 2011-2013).

¹⁰ Pese embora estas intervenções se enquadrem, geralmente, nas emissões de âmbito 3, por via do impacto direto nos processos produtivos também conduzem a resultados nos âmbitos 1 e 2.

5. Redução das emissões de GEE

5.1. Medidas para a descarbonização

Ao longo dos últimos anos, as indústrias do calçado têm vindo a implementar uma série de medidas conducentes à sua descarbonização, entre as quais se incluem boas práticas no que concerne ao ambiente, à energia, à circularidade e à sustentabilidade¹¹.

Com base nas metas e objetivos estipulados, e nas boas práticas que têm vindo a ser implementadas, foram definidas e identificadas um conjunto de medidas de descarbonização que contemplam as especificidades das indústrias da fileira do calçado (na qualidade de Fabricantes de **Calçado**, de **Componentes** e de **Marroquinaria**).

A descarbonização deve resultar de uma combinação de fatores e de um *mix* energético que reúna as soluções mais adequadas às características e condicionantes de cada subsetor da fileira.

Desenhadas com o intuito de responder aos requisitos nas diretrizes nacionais e europeias, bem como às melhores práticas existentes, as medidas foram organizadas e agrupadas em eixos estratégicos relevantes para a fileira do calçado, concretamente:

- Eficiência energética dos processos
- Produção de energia renovável
- Mobilidade de baixo carbono
- Emissões de processo e emissões fugitivas

Para cada eixo foi definido um intervalo de potenciais reduções de GEE a atingir, tanto em termos totais, como específicos.

A estimativa do potencial de redução de GEE, estruturada para três cenários futuros (2030, 2040 e 2045), incorpora os resultados da modelação efetuada por via de uma abordagem evolutiva.

Saliente-se que o potencial de redução das emissões de GEE incide nas particularidades e especificidades dos processos produtivos e tem como base as principais fontes de emissão, numa correlação com as necessidades e tipologias de consumos energéticos e com as oportunidades associadas à melhoria de processos.

¹¹ Evidenciado Compromisso Verde: <https://compromissoverde.apiccaps.pt/>

5.1.1. Eficiência energética dos processos

A melhoria contínua da eficiência energética é uma condição *sine qua non* de qualquer abordagem relacionada com a descarbonização.

A redução das necessidades energéticas decorrente da implementação das medidas de **melhoria da eficiência energética** (térmica, elétrica e frota) cifra-se em **8%** até 2045 (uma redução de consumo de aproximadamente **14 GWh**):

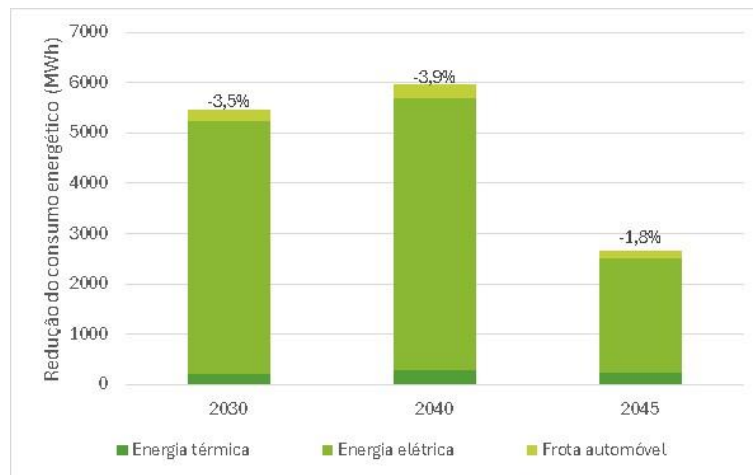


Fig. 8: Potencial de redução do consumo energético (eficiência energética) por cenário

Este resultado decorre essencialmente do contributo das medidas de melhoria que incidem nos sistemas de produção de ar comprimido e nos equipamentos de força motriz (e.g., motores), que permitem evitar o consumo de praticamente 10 GWh.

A melhoria da eficiência energética dos processos e o incremento da utilização de sistemas de gestão de energia, nas variadas vertentes – incluindo a frota automóvel – resulta numa redução de consumo de energia na ordem dos 2,6 GWh.

A melhoria da eficiência energética permite reduzir as emissões específicas de GEE da fileira do calçado em **171 gCO_{2e}/par**.

Potencial de redução de emissões de GEE (até 2045):

- 10 – 11 ktonCO_{2e}
- 171 gCO_{2e}/par

5.1.2. Produção de energia renovável

As medidas contempladas na vertente da produção de energia renovável revestem-se de fulcral importância para o cumprimento das metas e ambições estipuladas.

O recurso a **centrais solares fotovoltaicas** para produção de eletricidade em regime de autoconsumo, incluindo a instalação de soluções de armazenamento (i.e., baterias), permitirá satisfazer mais de **62 GWh** do consumo de energia elétrica:

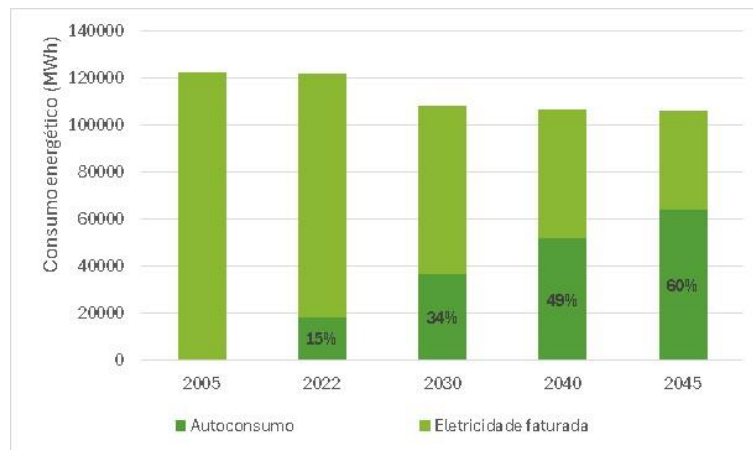


Fig. 9: Estimativa do contributo da produção de eletricidade renovável por cenário

O contributo da **produção de eletricidade renovável** em 2045 será de aprox. **60%**, correspondendo a uma redução das emissões de GEE de **622 gCO_{2e}/par**.

A conversão de equipamentos de geração de calor para fontes de elevada eficiência e com baixas emissões de carbono, nomeadamente do tipo bomba de calor, com apoio de solar térmico, permite reduzir o consumo de aprox. **2,3 GWh** de combustíveis fósseis:

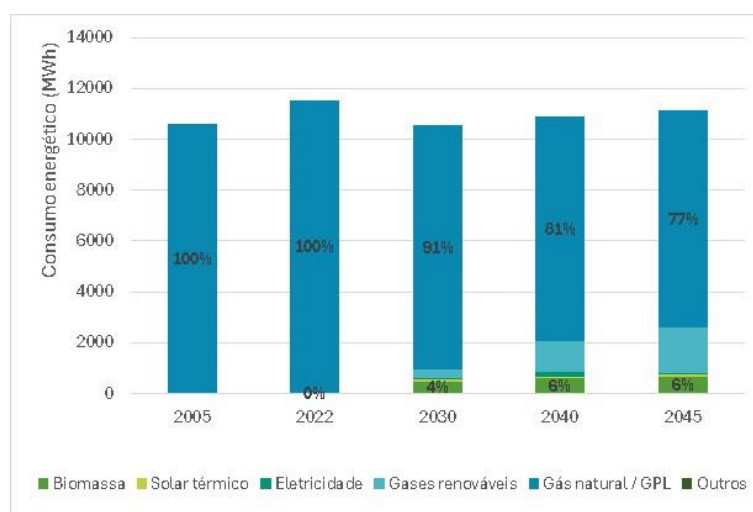


Fig. 10: Estimativa do consumo energético por fonte e por cenário

O contributo da componente renovável na energia térmica em 2045 será de **23%**, contribuindo para uma diminuição de **13 gCO_{2e}/par** das emissões de GEE.

A **produção de energia a partir de fontes renováveis** constitui um relevante contributo para a redução das emissões de GEE da fileira do calçado, permitindo substituir aproximadamente **46%** das suas necessidades energéticas em 2045:

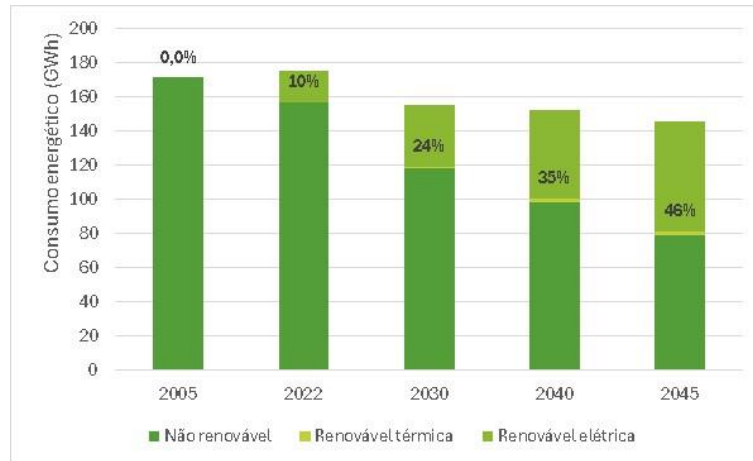


Fig. 11: Estimativa do consumo energético por tipologia de fonte

A **produção de energia renovável** permite reduzir as emissões específicas de GEE da fileira do calçado em **635,8 gCO_{2e}/par**.

Potencial de redução de emissões de GEE (até 2045):

- 34 – 40 ktonCO_{2e}
- 636 gCO_{2e}/par

5.1.3. Mobilidade de baixo carbono

O processo de **conversão da frota automóvel para soluções de baixo carbono** assenta essencialmente na transição gradual para sistemas de propulsão alternativa, como a mobilidade elétrica.

Concretamente, as medidas preconizadas consideram o incremento de eficiência decorrente do maior rendimento desta solução face às tecnologias de combustão (atuais), estimando-se que a sua concretização permita reduzir em **10 GWh** o consumo de combustíveis fósseis.

As soluções de mobilidade de baixo carbono permitem reduzir as emissões específicas de GEE da fileira do calçado em **97,3 gCO_{2e}/par**.

Potencial de redução de emissões de GEE (até 2045):

- 7 – 9 ktonCO_{2e}
- 97 gCO_{2e}/par

Refira-se, todavia, que de entre todas as medidas contempladas, esta é a que comporta o maior grau de incerteza, nomeadamente no que se refere às soluções tecnológicas, de baixo carbono, que venham efetivamente a ser adotadas na área da mobilidade pela sociedade ao longo das próximas décadas.

5.1.4. Emissões de processo e emissões fugitivas

As emissões de GEE de processo na fileira do calçado resultam fundamentalmente da utilização de solventes presentes em algumas colas ou tintas em várias fases do processo produtivo.

As emissões fugitivas incorporam essencialmente a fuga de gases fluorados (e.g., equipamentos de refrigeração, ares condicionados, entre outros) que ocorre naturalmente no setor do calçado, assim como em qualquer processo industrial.

A redução gradual da utilização de produtos com base solvente, associada à substituição gradual de gases fluorados por outros com menor impacte ambiental, resultará numa redução de GEE estimada em **25,9 gCO_{2e}/par**.

5.1.4. Economia circular e sustentabilidade

A promoção dos conceitos de economia circular e de sustentabilidade na fileira do calçado envolve uma adequada gestão dos recursos utilizados ao longo da cadeia de valor do calçado (energia, água e materiais), abrangendo nomeadamente as respetivas matérias-primas e os produtos.

Pese embora estas intervenções se enquadrem, geralmente, nas emissões de âmbito 3 (não consideradas na presente análise), por via do impacto direto nos processos produtivos também conduzem a resultados nos âmbitos 1 e 2 (considerados no âmbito da presente análise e incorporadas nos resultados previamente apresentados).

Elencam-se seguidamente algumas destas ações que, por via indireta, permitem implementar práticas que reduzam desperdícios, promovem a reutilização de recursos e estimulam a economia circular:

- **Ecodesign ou design responsável:**
 - Reduzir o consumo de matérias-primas (procedimentos de embalagem – papel, plástico/filme, cintas, etc.);
 - Reduzir a utilização de produtos solventes (e.g., colas de base aquosa, redução do volume de tinta, utilização de pigmentos de base natural).
- **Rastreabilidade e análise de ciclo de vida:**
 - Aumentar a rastreabilidade dos processos, matérias-primas e produtos, com recurso à digitalização e outros meios inovadores, para aumentar o grau de confiança de monitorização e quantificação da pegada de carbono e da análise de ciclo de vida dos produtos, permitindo a melhoria contínua dos processos e produtos.
- **Produção e gestão de resíduos:**
 - Fomentar a prevenção da produção de resíduos e a sua adequada gestão, seja por via da recolha separada das várias frações, da valorização de materiais e reciclagem in loco de resíduos de processos ou pela valorização energética de resíduos, in loco ou noutras instalações.
- **Potencial de resíduos e subprodutos:**
 - Desenvolver o potencial da utilização e/ou incorporação dos resíduos e subprodutos provenientes da fileira do calçado em outros setores industriais;

- Considerar estratégias e/ou metodologias de recuperação de resíduos que irão refletir-se numa menor intensidade no consumo de recursos (e.g., água, energia) durante o processo de fabrico.
- **Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos:**
 - Promover a reciclagem para aumentar a taxa média de reciclagem, defendendo recolhas consistentes e sensibilização e/ou capacitação dos clientes (incluindo embalagens, mas também calçado).
- **Bens e serviços comprados:**
 - Envolver os fornecedores para estabelecerem os seus próprios objetivos;
 - Colaborar em projetos e construir capacidade para reduzir as emissões ao nível da cadeia de abastecimento.
- **Reutilização dos produtos:**
 - Sensibilizar a cadeia de abastecimento para a durabilidade, recuperação e reutilização dos produtos.
- **Transporte e distribuição:**
 - Colaborar com os fornecedores de logística para otimizar o transporte e a distribuição e fomentar a conversão para combustíveis de baixa emissão de carbono.
- **Resíduos gerados nas operações:**
 - Trabalhar com os operadores de gestão de resíduos para direcionar materiais do aterro para a recuperação, extraindo energia dos resíduos e mantendo os materiais em uso por mais tempo.
- **Clientes:**
 - Apoiar os clientes a reduzir as emissões dos produtos.
- **Processamento de produtos vendidos:**
 - Apoiar os clientes na identificação de oportunidades de redução, aumentando a reciclabilidade, otimizando as cadeias de abastecimento e promovendo a adoção de metas.

6. Resumo de resultados

A produção de calçado em Portugal foi de 72,3 milhões de pares em 2005 e de 86,5 milhões de pares em 2022, estimando-se que em 2045 possa atingir possa ascender a 85,3 milhões de pares.

No que diz respeito às emissões de GEE da fileira, em 2005 e 2022 corresponderam a 74.706 tCO_{2e} e 33.141 tCO_{2e}, respetivamente.

Na última década, a fileira do calçado tem vindo a investir na transição para um setor mais competitivo, circular, resiliente e neutro em carbono. Exemplo disso tem sido o investimento em Investigação e Desenvolvimento (I&D), tecnologias e processos que visam acelerar a sua descarbonização.

No percurso da sua descarbonização a fileira do calçado parte de uma base relativamente confortável: redução de 63% atingida em 2022.

Não obstante, o caminho a percorrer para cumprimento dos objetivos e metas estipulados, afigura-se ambicioso e desafiante.

Em 2045, como consequência da implementação das medidas de descarbonização identificadas, estima-se que **as emissões específicas decresçam de 1.033 gCO_{2e}/par (2005) para 104 gCO_{2e}/par (-90%)**:

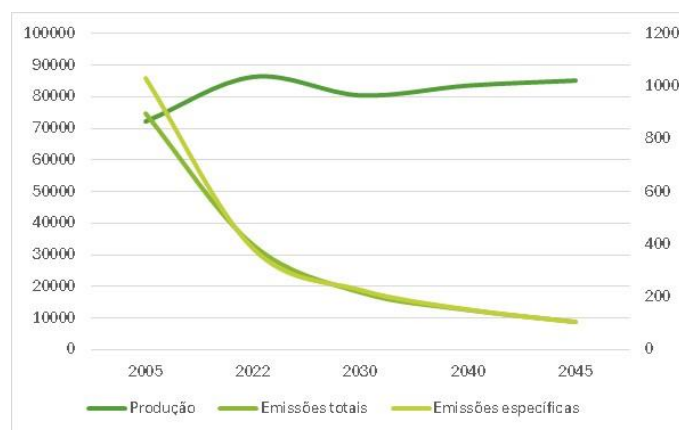


Fig. 12: Evolução comparativa da produção e das emissões de GEE (totais e específicas)

Estima-se que, de forma gradual e incremental, em consonância com as particularidades e especificidades dos processos produtivos das várias fileiras (**Calçado, Componentes e Marroquinaria**), e com as oportunidades associadas à melhoria de processos, seja concretizada a descarbonização da fileira do calçado.

A modelação efetuada nos cenários futuros considerados (2030, 2040 e 2045) compara com a *baseline* (2022) e com o cenário de referência (2005):

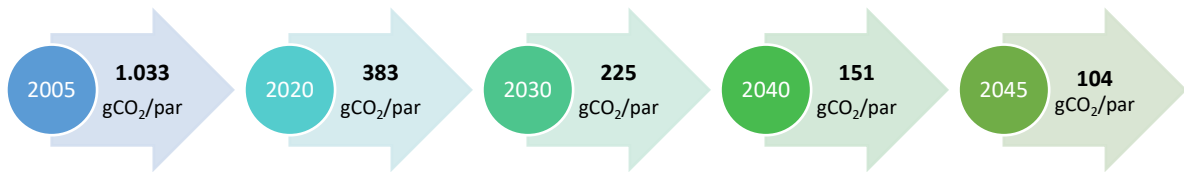


Fig. 13: Potencial de redução das emissões específicas de GEE por cenário

Os gráficos seguintes ilustram o **potencial de redução das emissões específicas de GEE** da fileira do calçado nos vários cenários considerados, por fonte:

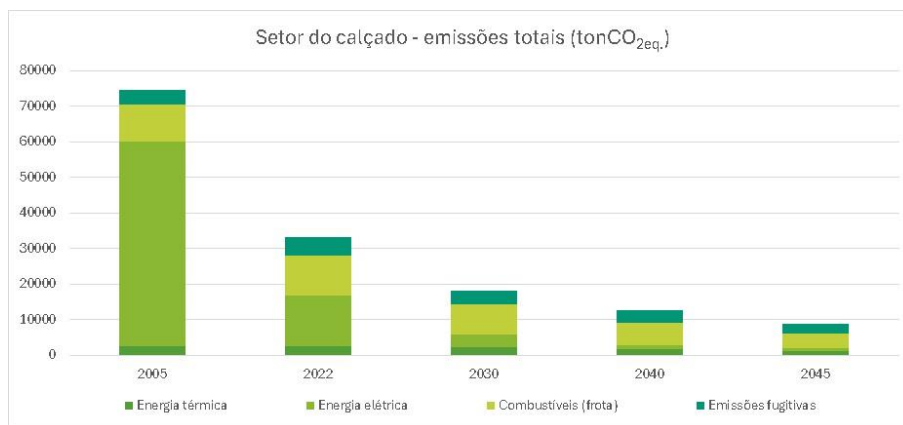


Fig. 14: Potencial de redução das emissões de GEE por fonte

Os resultados alcançados decorrem da implementação faseada do conjunto de medidas de descarbonização identificadas, de acordo com uma ordem sequencial e integrada, considerando uma inter-relação entre os diversos eixos estratégicos.

A **melhoria da eficiência energética** (térmica, elétrica e frota) permitirá reduzir os consumos energéticos do setor em aprox. **8%**.

No que diz respeito à **produção de energia renovável**, estima-se que permita substituir aproximadamente **46%** das necessidades energéticas da fileira do calçado, repartindo-se este contributo essencialmente na produção de eletricidade renovável em regime de autoconsumo.

O gráfico seguinte ilustra o potencial gradual e incremental da redução das emissões específicas de GEE da fileira do calçado, por eixo estratégico, no período 2005-2045:

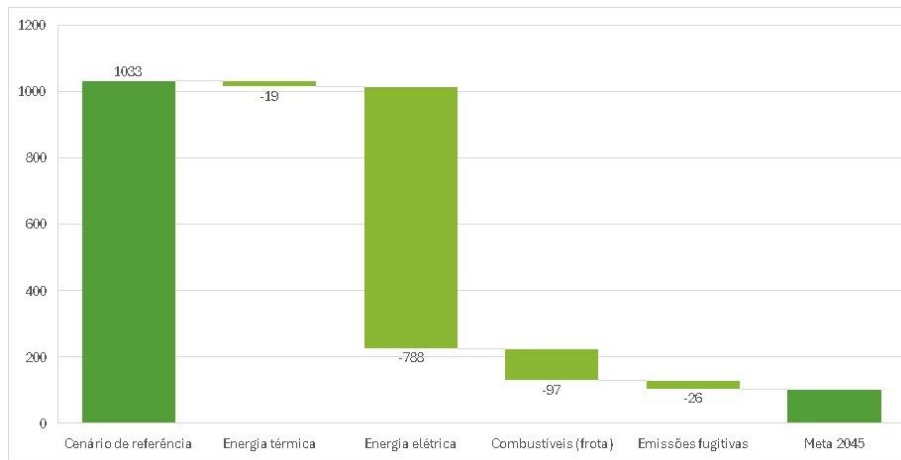


Fig. 15: Redução das emissões específicas de GEE por eixo estratégico (2005 – 2045)

A tabela seguinte apresenta os resultados globais a obter, de forma desagregada, por tipologia das medidas preconizadas:

	Redução das emissões específicas (gCO _{2e} /par)	Contributo para a meta de descarbonização
Melhoria da eficiência energética	171,0	18,4%
Produção de energia renovável	635,8	68,4%
Mobilidade de baixo carbono	97,3	10,5%
Emissões de processo e fugitivas	25,9	2,8%
TOTAL	930 gCO_{2e}/par	

Tabela 4: Potencial de redução das emissões de GEE por tipologia de medidas

Potencial de redução das emissões de GEE da fileira do calçado:

- **930 gCO_{2e}/par**

8. Bibliografia

- [1] CTCP (2025). Relatório “Análise Estatística da Indústria do Calçado”.
- [2] CTCP (2025). Relatório “Processos e Tecnologias de Baixo Carbono da fileira do calçado”.
- [3] Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 ([RNC 2050](#)).
- [4] Plano Nacional de Energia e Clima 2030 ([PNEC 2030](#)).
- [5] Diretiva da promoção de energia de fontes renováveis ([RED III](#)).
- [6] Regime de Emissões Industriais (REI), [Decreto-Lei n.º 127/2013](#).
- [7] Regulamento dos gases fluorados com efeito de estufa: [Regulamento \(UE\) 2024/573](#) e [Decreto-Lei n.º 145/2017](#).
- [8] WBCSD (2024). [GHG Protocol](#).
- [9] IPCC (2014) Quinto Relatório de Avaliação ([AR5](#)).
- [10] EEA (2024). [Data viewer on Total greenhouse gas emissions](#).
- [11] APA (2024). Relatório Nacional de Inventários ([NIR](#) – “*National Inventory Report*”).
- [12] APA (2024). Relatório Informativo de Inventários ([IIR](#) – “*Informative Inventory Report*”).
- [13] APA (2024). [Fator de Emissão para a Eletricidade produzida em Portugal](#).
- [14] ERSE (2024). [Tarifas e preços para a eletricidade](#).
- [15] DGEg (2024). [Conversões energéticas](#).
- [16] DGEg (2024). [Consumo de energia elétrica por setor de atividade](#).
- [17] DGEg (2024). [Consumo de gás natural por setor de atividade](#).
- [18] DGEg (2024). [Consumo de petróleo e derivados por setor de atividade](#).

