



Construction  
to Zero

# Roteiro C2Ø

Roteiro de Descarbonização para a  
fileira da construção e atividades  
industriais associadas

# FICHA TÉCNICA

## Designação do documento

Roteiro C2Ø (Construction-to-zero)

Roteiro de Descarbonização para a fileira da construção e atividades industriais associadas

## Promotor/Editor

Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC) e Associação Portuguesa de Cimento (ATIC)

## Autoria

Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC) e Associação Portuguesa de Cimento (ATIC), com o apoio da 3drivers – Engenharia, Inovação e Ambiente SA e BUILT CoLAB – Laboratório Colaborativo para o Ambiente Construído do Futuro

## Equipa de trabalho

### Coordenação

Fátima Rato (ATIC) e Filomena Duarte (PTPC/Cluster AEC)

### Equipa Técnica

Ana Mestre (3drivers), António Lorena (3drivers), Carolina Rosa (Ecoprogresso), Catarina Silva (BUILT CoLAB), João Pedro Capa (ATIC), Juliana Barbosa (LNEG), Leonor Santos (BUILT CoLAB), Lurdes Laranjeira (BUILT CoLAB), Sofia Simões (LNEG), Susana Ribeiro (Ecoprogresso), Vanessa Tavares (BUILT CoLAB), Vera Durão (3drivers)

## Co-financiamento

Elaborado com o apoio da União Europeia – NextGenerationEU, no âmbito do PRR – Plano de Recuperação e Resiliência.



## Data

Outubro de 2025

# ÍNDICE

<b>Sumário Executivo</b>	<b>6</b>
<b>Acrónimos</b>	<b>8</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>9</b>
<b>2. Diagnóstico do Setor</b>	<b>10</b>
2.1. Ponto de Partida	10
Atividades e Produtos de Construção	10
Empresas	12
Energia e Emissões	15
2.2. Fatores de Transição e Barreiras	20
2.3. Objetivos de Descarbonização	22
<b>3. Vetores e Medidas de Descarbonização</b>	<b>23</b>
3.1. Eficiência de Recursos, Materiais e Processos	23
3.2. Energia e Eficiência Energética	24
3.3. Transportes e Logística	25
3.4. Ecodesign, Inovação e Digitalização	25
3.5. Captura de Carbono e Compensação	26
3.6. Síntese das Medidas de Descarbonização	26
<b>4. Trajetórias de Descarbonização</b>	<b>31</b>
4.1. Pressupostos	31
4.2. Construção	33
4.3. Produtos de Construção	35
Outras Obras de Carpintaria	35
Produtos de Betão	37
Betão Pronto	38
Argamassas	39
Misturas Betuminosas	41
4.4. Síntese	42
<b>5. O Futuro do Roteiro</b>	<b>43</b>
<b>Anexo Metodológico</b>	<b>45</b>
Cálculo das emissões de GEE	45
Emissões Diretas de Âmbito 1 e 2	45
Emissões Indiretas de Âmbito 3 - Carbono Incorporado nos Principais Materiais de Construção	49
Emissões Indiretas de Âmbito 3 - Transporte dos Principais Materiais de Construção	52
Cálculo das Trajetórias	54

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Trajetórias BAU e NC 2025-2050 para o setor da construção	6
Figura 2 - Ciclo de vida da fileira da Construção	11
Figura 3 - Cinco produtos de construção em estudo no Roteiro C20	12
Figura 4 - Nº de empresas no setor da construção entre 2019 e 2023	13
Figura 5 - VN e VAB do setor da construção nos últimos 5 anos	13
Figura 6 - Volume de negócios (M€) dos cinco produtos de construção entre 2019 e 2023	14
Figura 7 - Percentagem de empresas por dimensão para cada produto de construção (2023)	14
Figura 8 - Emissões de GEE em 2023 para os subsetores em estudo com (cima) e sem (baixo) o setor da construção e obras públicas	17
Figura 9 - Linha temporal com principais marcos legislativos para a sustentabilidade dos edifícios na Europa	20
Figura 10 - Linha temporal com principais marcos legislativos para a sustentabilidade dos edifícios em Portugal	21
Figura 11 - Vetores de descarbonização aplicáveis ao setor da Construção	23
Figura 12 - Emissões de GEE de âmbito 1 e 2 no cenário BAU para o setor da construção (cima) e os cinco produtos de construção (baixo)	32
Figura 13 - Comparação da situação de referência (2025) e do cenário Neutralidade Carbónica (2050), para as etapas de ciclo de vida do Setor de Construção	33
Figura 14 - Comparação das trajetórias BAU e NC, para as etapas de ciclo de vida do Setor de Construção, ao longo do período em análise	34
Figura 15 - Trajetórias BAU e Neutralidade Carbónica no setor de Construção	35
Figura 16 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3, para as trajetórias BAU, Baseline e NC, para o setor de Outras Obras de Carpintaria em 2050	36
Figura 17 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para Outras obras de Carpintaria	36
Figura 18 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3 nas três trajetórias, para o setor dos Produtos de Betão em 2050	37
Figura 19 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para os Produtos de Betão	38
Figura 20 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3 para as três trajetórias, para o setor do Betão Pronto em 2050	38
Figura 21 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para o Betão Pronto	39
Figura 22 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3, para as três trajetórias, para o setor das Argamassas em 2050	40
Figura 23 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para as Argamassas	40
Figura 24 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3 , para as três trajetórias, para o setor das Misturas Betuminosas	41
Figura 25 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para as Misturas Betuminosas	42

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese dos consumos de energia diretos para os subsetores em estudo no ano de 2023	15
Tabela 2 - Peso relativo dos diferentes vetores energéticos no consumo de energia final por subsetor em 2023	16
Tabela 3 - Síntese de emissões de GEE de âmbito 1 e 2 para os subsetores em estudo no ano de 2023, em kt CO <sub>2</sub> e	16
Tabela 4 - Síntese de emissões de GEE de âmbito 3 para o carbono incorporado nos principais materiais de construção usados na Construção e Obras Públicas no ano de 2023, em kt CO <sub>2</sub> por país de origem	18
Tabela 5 - Síntese de emissões de GEE de âmbito 3 para o carbono incorporado nos principais materiais de construção usados na Construção e Obras Públicas no ano de 2023, em kt CO <sub>2</sub> por tipo de construção	19
Tabela 6 - Emissões de GEE de âmbito 3 para o transporte dos principais materiais de construção usados na Construção e Obras Públicas no ano de 2023, em kt	19
Tabela 7 - Síntese das emissões de GEE por Âmbito para o setor da Construção e Obras Públicas em 2023 em kt CO <sub>2</sub> e	19
Tabela 8 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor da Construção	27
Tabela 9 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor das Outras Obras de Carpintaria para a Construção	28
Tabela 10 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor dos Produtos de Betão	28
Tabela 11 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor do Betão Pronto	29
Tabela 12 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor das Argamassas	29
Tabela 13 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor das Misturas Betuminosas	30
Tabela 14 - Evolução da produção de cimento considerada na revisão do PNCEC2030 e RNC2050	31
Tabela 15 - Evolução das emissões de GEE (ktCO <sub>2</sub> e) de âmbito 1 e 2 na trajetória BAU	31
Tabela 16 - Fontes de emissão de Âmbito 1, Âmbito 2 e Âmbito 3 consideradas para o setor da construção e 5 setores associados	46
Tabela 17 - Potencial de aquecimento global (PAG) de gases com efeito de estufa	46
Tabela 18 - Pressupostos quanto à desagregação do consumo de gasóleo entre frota automóvel e equipamentos estacionários	47
Tabela 19 - Pressupostos quanto à percentagem do consumo total de eletricidade que é satisfeita com solar PV instalado nas instalações	48
Tabela 20 - Fatores de emissão considerados para todos os combustíveis consumidos em fontes estacionárias, exceto a eletricidade na rede elétrica nacional	48
Tabela 21 - Fatores de emissão considerados para os combustíveis consumidos em transportes rodoviários	48
Tabela 22 - Fatores de emissão considerados para eletricidade proveniente da rede elétrica nacional	49
Tabela 23 – Pressuposto quanto às quantidades (kt) de principais materiais de construção consumidos em 2023 no setor da Construção e Obras Públicas	49
Tabela 24 – Origem dos principais materiais de construção consumidos no setor da Construção e Obras Públicas em 2023	51
Tabela 25 – Pressupostos para estimativa das emissões de GEE associadas à produção do aço usado na construção	51
Tabela 26 – Pressupostos para estimativa das emissões de GEE associadas à produção do cimento usado na construção	51
Tabela 27 – Pressupostos para estimativa das emissões de GEE associadas à produção dos tijolos cerâmicos usados na construção	51
Tabela 28 – Pressupostos para estimativa das emissões de CO <sub>2</sub> associadas à produção do vidro usado na construção	52
Tabela 29 – Fator de emissão por tipo de transporte	52
Tabela 30 – Pressupostos assumidos quanto aos países de importação de aço e percentagem importada de cada país, tipo de transporte e distância percorrida (km) em 2023	53
Tabela 31 – Pressupostos assumidos quanto aos países de importação de vidro e percentagem importada de cada país, tipo de transporte e distância percorrida (km) em 2023	53
Tabela 32 - Âmbito de avaliação de ciclo de vida para cada um dos setores	54

# SUMÁRIO EXECUTIVO

O setor da construção é estruturante para a economia e para o território em Portugal: edifica as casas onde vivemos, as infraestruturas que nos ligam e os espaços produtivos que criam valor. Em 2023, agregou 107 857 empresas (9,1% do emprego nacional), gerou 7,8% do VAB e um volume de negócios de 35,5 mil M€ (c. 90% no mercado interno). É um setor maioritariamente composto por micro e pequenas empresas, o que reforça a sua capilaridade e relevância territorial, mas também a necessidade de coordenação e de instrumentos para acelerar a transição rumo à Neutralidade Carbónica.

O Roteiro C2Ø (Construction-to-Zero) nasce para mobilizar a fileira rumo a 2050, alinhado com o RNC2050 e o PNEC2030, e focado tanto no setor da construção como nos produtos de construção e atividades industriais associadas. O documento aprofunda em particular cinco atividades: Produtos de Betão (CAE 23610), Betão Pronto (CAE 23630), Argamassas (CAE 23640), Misturas Betuminosas (CAE 23991) e Outras Obras de Carpintaria para a Construção (CAE 16230). Estas atividades não representam globalmente a fileira de produtos de construção, mas representam desafios específicos que podem ser estendidos e interpretados por outras atividades. O objetivo é traduzir ambição em caminhos práticos, com medidas, trajetórias e uma agenda de colaboração entre quem constrói e quem fornece os materiais necessários.

O Roteiro C2Ø estabelece-se como um documento estratégico e de planeamento, propondo sinergias dentro do setor da construção e com outras indústrias, integrando a inovação tecnológica dos processos e contribuindo para a reflexão dos vetores de redução das emissões de GEE. O presente documento consolida o diagnóstico dos setores, caracteriza os vetores de descarbonização e propõe as trajetórias alinhadas com os objetivos de descarbonização. O documento não propõe uma visão e objetivos próprios dado que estes são os da atual política nacional e europeia, constituindo assim uma especialização setorial.

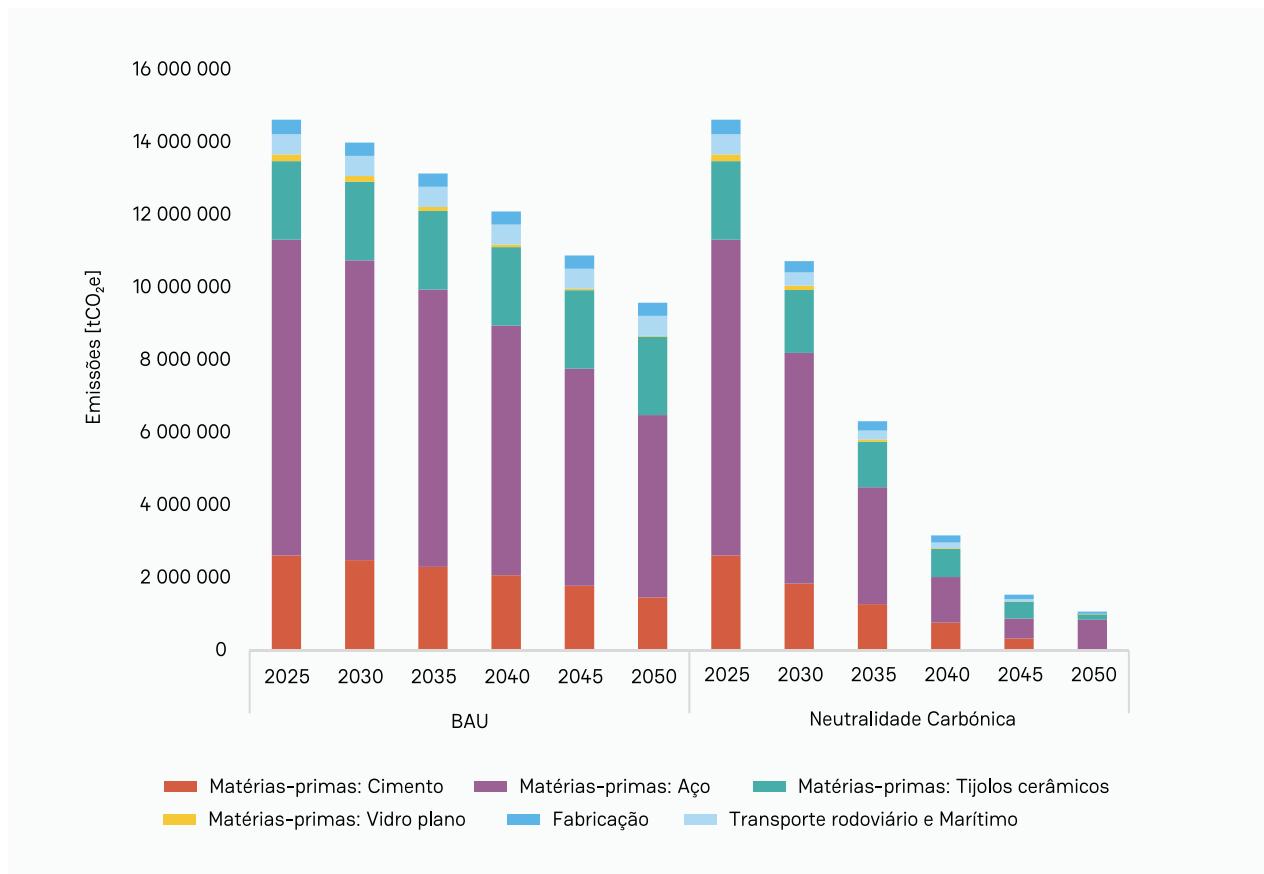


Figura 1 - Trajetórias BAU e NC 2025-2050 para o Setor da Construção

O Diagnóstico realizado confirma a realidade da fileira. No balanço do setor, a maioria das emissões estão associadas ao âmbito 3. Em 2023, as emissões de GEE totais foram estimadas em 14 667 ktCO<sub>2</sub>e, mas apenas 2,5% e 0,3% são de âmbito 1 e de âmbito 2, respectivamente. Cerca de 97% resultam do carbono incorporado nos materiais e do seu transporte, com o aço a representar cerca de 64% do total incorporado e os produtos de cimento cerca de 19%. Estes valores demonstram a importância da atuação ao longo da cadeia de valor e não apenas na fase de construção.

O Roteiro identifica cinco vetores de descarbonização: (i) eficiência de recursos, materiais e processos; (ii) energia e eficiência energética; (iii) transportes e logística; (iv) ecodesign, inovação e digitalização; e (v) captura de carbono e compensação como solução complementar. Estes vetores são depois traduzidos em medidas específicas para o setor da construção, as quais contribuem para atingir uma redução de 93% das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário Neutralidade Carbónica, quando comparado com o cenário Business-as-Usual (BAU), como apresentado na Figura 1. Esta diminuição assenta na redução significativa das emissões diretas do setor da construção através da eletrificação e na redução do consumo de combustíveis fósseis em equipamentos estacionários. Contudo, o maior contributo decorre da redução da pegada dos produtos de construção, destacando-se o vidro, o cimento e o aço. A Neutralidade Carbónica não é totalmente atingida pelo peso do aço no setor, o qual não tem ainda um compromisso de Neutralidade até 2050 no âmbito europeu, como tem o setor do cimento, por exemplo.

Os vetores de descarbonização são também observados e traduzidos em medidas específicas nos setores dos produtos de construção. De forma global, os vários setores tendem para a Neutralidade Carbónica, atingindo taxas de descarbonização entre 80% e 100% relativamente ao ano de referência. Contudo, estas trajetórias enfrentam diferentes barreiras.

No caso do Betão Pronto e Produtos de Betão, a descarbonização é atingida através da incorporação de materiais reciclados, da redução de desperdício ou otimização dos processos, mas também da redução da pegada do cimento. Esta redução resulta de um conjunto de medidas de eficiência energética, substituição de combustíveis fósseis, incorporação de materiais reciclados, mas também da captura de carbono que permitirá minimizar as emissões de processo. O setor das Argamassas também beneficia da trajetória de descarbonização do cimento, sendo depois complementada com medidas de eficiência energética e substituição de combustíveis fósseis em processos de produção (e.g., secagem da sílica) e de transporte.

O setor das Misturas Betuminosas apresenta desafios diferentes, principalmente dado o peso dos agregados na pegada de carbono. Neste caso, as medidas de incorporação de material reciclado, fornecimento local e descarbonização do transporte de materiais, são fundamentais para o setor tender para a Neutralidade Carbónica. Finalmente, o setor das Outras Obras de Carpintaria para a Construção tem como principal desafio a cadeia de fornecimento. O setor deve garantir a utilização de madeiras provenientes de produção sustentável e que não representem riscos de perda da capacidade de sequestro de carbono. A pegada deste setor tem o potencial de ser negativa, ou seja, de contribuir para a retenção de carbono, mas tal só acontecerá se for assegurada a origem sustentável da madeira.

A concretização da visão e das medidas propostas dependerá da mobilização da cadeia, incluindo donos de obra, projetistas, fabricantes, empreiteiros, operadores logísticos, reguladores e financiadores. O papel das associações setoriais, como a PTPC e a ATIC, na coordenação de iniciativas estruturantes, na curadoria de metodologias e normas, entre outras ações, é fundamental. O Roteiro C2Ø oferece uma visão coerente com o contexto internacional e nacional, permitindo às empresas dos setores da construção e de produtos de construção anteciparem tendências e convergirem com um futuro neutro e competitivo.

# ACRÓNIMOS

ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
BAU	<i>Business-as-usual</i>
BIM	<i>Building Integrated Modelling</i>
CAE	Classificação de Atividade Económica
CCUS	<i>Carbon Capture, Utilisation and Storage</i>
COV	Composto Orgânico Volátil
CO <sub>2</sub> e	Dióxido de Carbono equivalente
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
EPBD	Diretiva relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios
FE	Fator de Emissão
FER	Fonte de energia renovável
GEE	Gases com efeito de estufa
HVO	<i>Hydrotreated Vegetable Oil</i>
NC	Neutralidade Carbónica
PNEC 2030	Plano Nacional de Energia e Clima
PRR	Plano de Recuperação e Resiliência
PV	Solar Fotovoltaico
RNC2050	Roteiro para a Neutralidade Carbónica
RPC	Regulamento dos Produtos de Construção
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VN	Volume de Negócios

# 1. INTRODUÇÃO

A necessidade urgente de travar as alterações climáticas e desenvolver modelos de adaptação aos seus efeitos e impactes constitui atualmente uma das peças centrais nas políticas europeias e nacionais. Um dos mais importantes tratados internacionais das últimas décadas, o Acordo de Paris<sup>1</sup>, uniu a grande maioria dos países em esforços para manter a subida da temperatura global abaixo dos 2 °C e de preferência, não mais do que 1,5 °C. O Acordo implica que as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) sejam reduzidas em 50% a nível global e que a Neutralidade Carbónica seja alcançada em 2050.

Neste enquadramento, o setor da construção assume um papel fundamental para atingir a transição climática na União Europeia (UE) devido ao seu elevado potencial de redução de energia e emissões de GEE. O setor é responsável por 40% do consumo de energia total e 36% das emissões a nível europeu<sup>2</sup> decorrentes das principais atividades ao longo do seu ciclo de vida: construção, utilização, renovação e demolição. Adicionalmente, o setor requer quantidades significativas de recursos materiais, sendo responsável pela utilização de mais de 50% de todos os materiais extraídos. Este consumo significativo de materiais e energia coloca o setor da construção como um dos principais emissores de GEE na Europa (e no mundo). Consequentemente, para a UE atingir os objetivos a que se propõe, as emissões do setor têm de ser reduzidas de forma significativa ao longo de todo o seu ciclo de vida, abrangendo tanto as emissões operacionais como as emissões incorporadas<sup>3</sup>. Isto implica uma transformação significativa no setor da construção nas próximas décadas.

O setor da construção é responsável pela construção dos edifícios em que vivemos e trabalhamos, pelas instalações industriais que produzem os bens que utilizamos e por todas as infraestruturas que nos servem. O setor é assim indissociável do desenvolvimento da sociedade. Na UE, o setor representa cerca de 9% do PIB e é responsável por 18 milhões de postos de trabalho<sup>4</sup>, representando o segundo maior ecossistema industrial da UE. Além do seu impacto direto, tem ainda impacto significativo noutros setores económicos, uma vez que é um grande consumidor de serviços e produtos intermédios, produzidos pelas indústrias extractivas e transformadoras com maior impacte ambiental. Pela sua importância direta na economia e pelo impacto significativo em muitos outros setores da economia, o setor da construção assume-se como um setor estratégico para a descarbonização europeia e nacional.

O contexto regulamentar e legislativo em torno desta matéria tem sido cada vez mais assertivo, desde o Pacto Ecológico Europeu e a iniciativa Vaga de Renovação em 2020, passando pelo Objetivo 55 (2022), ou mais recentemente a revisão da Diretiva do Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) e o novo Regulamento dos Produtos de Construção (RPC), numa tentativa de acelerar a transição do setor tornando-o cada vez mais sustentável, aumentando a eficiência energética, as taxas de renovação dos edifícios existentes, a digitalização e a transparência.

No entanto, e apesar deste contexto cada vez mais exigente, a construção continua a enfrentar desafios muito significativos na redução das suas emissões. O setor tem características únicas que dificultam a sua descarbonização, nomeadamente pela diversidade de atores, empresas e setores e pela sua dispersão no território. O setor da construção tem uma elevada dependência de matérias-primas e é composto por vários setores interligados, que por sua vez também enfrentam dificuldades específicas na descarbonização das suas atividades. Por outro lado, é um setor composto essencialmente por micro e pequenas empresas, organizadas localmente e com baixa capitalização, o que torna difícil atingir a escala necessária para algumas medidas de descarbonização. Verifica-se a necessidade de alinhamento nas normas, bases de dados e metodologias utilizadas para a contabilização das emissões, uma vez que a falta de normalização aumenta a dificuldade na comunicação e monitorização do progresso a nível global. Descarbonizar a construção é de máxima urgência, requer uma ação coordenada e uma escala abrangente, mas para ser possível atingir os objetivos propostos, os roteiros e planos de ação a nível europeu e nacional são imperativos para guiar a ação do setor.

De igual forma, a nível nacional, o setor da construção é um dos pilares da economia portuguesa. Com mais de 100 mil empresas e 430 mil trabalhadores<sup>5</sup>, o setor contribui para o desenvolvimento económico através de um efeito multiplicativo na cadeia de fornecimento e pela criação direta de emprego.

<sup>1</sup> Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas, (2019). Acordo de Paris. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELE-X:2016A1019\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELE-X:2016A1019(01))

<sup>2</sup> EEA - [https://commission.europa.eu/news-and-media/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17\\_en#:~:text=Collectively%20%20buildings%20in%20the%20EU,%20usage%2C%20renovation%20and%20demolition.](https://commission.europa.eu/news-and-media/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en#:~:text=Collectively%20%20buildings%20in%20the%20EU,%20usage%2C%20renovation%20and%20demolition.) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778823009465#b0015>

<sup>3</sup> As emissões incorporadas são as que resultam da extração, produção e transporte dos materiais.

<sup>4</sup> European Commission. Construction sector. Disponível em [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction_en)

<sup>5</sup> Gabinete de Estratégia e Estudos (2024) – Estatísticas setoriais – secção F. Disponível em [https://www.cee.gov.pt/lista-publicacoes/estatisticas-setoriais/F%20-%20Constru%C3%A7%C3%A3o/TOT\\_F.pdf/8794-f-construcao/file](https://www.cee.gov.pt/lista-publicacoes/estatisticas-setoriais/F%20-%20Constru%C3%A7%C3%A3o/TOT_F.pdf/8794-f-construcao/file)

Portugal conta com um conjunto de documentos estratégicos para acelerar a redução das emissões e que enquadram o país relativamente às metas propostas pela UE. O Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030)<sup>6</sup> e Roteiro Nacional para a Neutralidade Carbónica (RNC2050)<sup>7</sup> são os dois principais documentos estratégicos nacionais que definem os planos a curto e longo prazo, respetivamente, para atingir a Neutralidade Carbónica em 2050. O RNC2050 prevê a adoção crescente de fontes de energia renovável (FER), promoção da economia circular e o uso mais eficiente dos recursos nas cadeias de produção.

Existem vários instrumentos que foram implementados nos últimos anos como forma de operacionalizar ou apoiar a transição para a Neutralidade Carbónica, incluindo programas associados aos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento. No contexto do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), foi lançada a medida de apoio à elaboração de roteiros de descarbonização da indústria.

Nasce desta forma o Roteiro C20 (construction-to-zero), de descarbonização para a fileira da construção e atividades industriais associadas. O Roteiro C20 é um documento estratégico para Portugal atingir as metas traçadas para 2050, com foco na descarbonização, eficiência energética, ambiental e material de toda a cadeia de valor do setor da construção. O C20 parte de uma visão integrada sobre o setor, o ciclo de vida dos edifícios e os desafios emergentes, tendo por foco os produtos e materiais de construção e as suas atividades industriais. Especificamente, o trabalho é desenvolvido para a fileira da construção como um todo e com ênfase especial em cinco das mais importantes atividades industriais da construção: Produtos de Betão (CAE 23610), Betão Pronto (CAE 23630), Argamassas (CAE 23640), Misturas Betuminosas (CAE 23991) e Outras Obras de Carpintaria para a Construção (CAE 16230). Englobando as estratégias nacionais em matéria de transição climática e articulando-se com outros roteiros existentes à data, apresenta as trajetórias para atingir a Neutralidade Carbónica em 2050 e as opções de descarbonização para cada setor.

O Roteiro C20 estabelece-se como um documento estratégico e de planeamento, relativamente ao futuro do setor da construção ao nível nacional, propondo sinergias dentro do setor da construção e com outras indústrias, integrando a inovação tecnológica dos processos e contribuindo para a redução das emissões de GEE. O presente documento consolida o diagnóstico dos setores, caracteriza os vetores de descarbonização e propõe as trajetórias alinhadas com os objetivos de descarbonização. O documento não propõe uma visão e objetivos próprios dado que estes são os da atual política nacional e europeia, constituindo assim uma especialização setorial. Apesar da sua importância, o âmbito do Roteiro não inclui a adaptação climática do setor, garantindo assim a coerência também com os objetivos definidos no próprio aviso do PRR para a elaboração de roteiros de descarbonização da indústria.

## 2. DIAGNÓSTICO DO SETOR

### 2.1. PONTO DE PARTIDA

#### ATIVIDADES E PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO

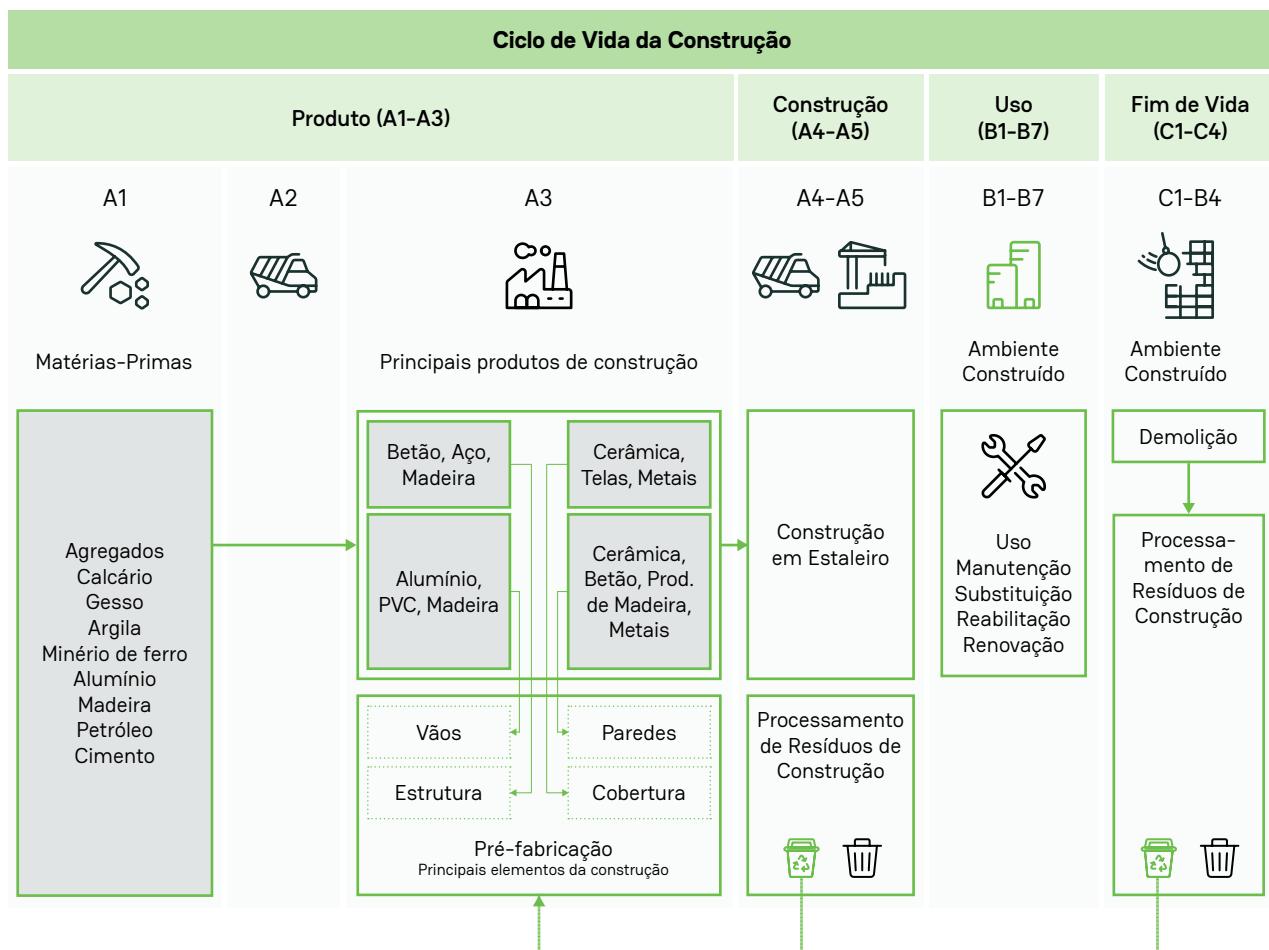
O Setor da Construção é composto por atividades de natureza diversa, mas que se encontram interligadas e são interdependentes. A fileira da construção envolve desde a demolição, preparação dos terrenos, abertura de galerias, drenagens e dragagens, fundações e consolidação de terrenos até à construção completa dos edifícios, que por si também podem ter funções e naturezas diversas. Além destes, envolve ainda a construção de infraestruturas (autoestradas, pontes, túneis, portos, vias-férreas, aeroportos) e indústrias. Compreende ainda os trabalhos especializados nas diversas instalações (canalização, aquecimento, eletricidade) e acabamentos (estucagem, vidros e pintura). Em termos de classificação de atividade económica (CAE), o Setor da Construção (secção F do CAE Rev. 3) comprehende três divisões: a construção de edifícios (41), a engenharia civil (42) e as atividades especializadas de construção (43).

A cadeia de valor do setor da construção é esquematizada na Figura 2, recorrendo aos módulos da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) (A a C)<sup>8</sup> que caracteriza cada etapa de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até à eliminação do produto.

<sup>6</sup> Resolução do Conselho de Ministros nº53/2020. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>

<sup>7</sup> <https://descarbonizar2050.apambiente.pt/>

<sup>8</sup> A avaliação de ciclo de vida é uma metodologia que avalia os impactes ambientais de um produto ao longo do seu tempo de vida, através de 4 fases: produto, construção, uso e fim de vida.



**A1** – Fornecimento de Matérias-Primas; **A2/A4/C2** – Transporte; **A3** – Fabricação; **A5** – Construção e instalação; **B1** – Utilização; **B2** – Manutenção; **B3** – Reparação; **B4** – Substituição; **B5** – Reabilitação; **B6** e **B7** – Uso operacional de energia, e água; **C1** – Desconstrução; **C3** – Processamento de Resíduos; **C4** – Eliminação; **D** – Reutilização, Recuperação, Potencial Reciclagem

Materiais

Processos

Elementos

Figura 2 – Ciclo de vida da fileira da Construção

A cadeia de valor do setor é longa e complexa, começando pela extração e produção de matérias-primas e produtos de construção (A1, A3), passando pelas atividades de construção e pela aplicação dos produtos (A5) e acabando na desconstrução ou demolição (C1). Para além destas etapas, ocorrem ainda operações de logística que incluem o transporte nas diversas fases (A2, A4, C2) e as operações de manutenção ao longo da vida do edifício (B1-B7). Os vários setores de atividade que constituem a fileira da construção contribuem para a emissão direta e/ou indireta de GEE, sendo que a parte mais significativa das emissões está associada aos materiais de construção. Ao longo da cadeia de valor, os maiores contribuidores para os GEE do setor são o processamento das matérias-primas e a sua transformação em produtos, e a operação do ambiente construído<sup>9</sup>.

Entre os principais materiais utilizados na construção, figuram o cimento, o aço, o alumínio, o vidro e a madeira<sup>10</sup>. Destes, o cimento e o aço têm atualmente o contributo mais significativo na pegada de carbono da construção, tanto pela quantidade utilizada como pela pegada incorporada em cada um destes materiais. O betão é um dos materiais-chave na construção, sendo utilizado a nível mundial pela sua resistência e versatilidade face a outros materiais. O cimento, que compõe o betão e representa uma parte significativa da sua pegada de carbono, enfrenta desafios significativos na sua descarbonização devido às emissões inerentes ao próprio processo produtivo.

A par do betão, o aço é um componente estrutural na construção, que consome mais de 50% do aço produzido mundialmente<sup>11</sup>. De forma similar, também enfrenta desafios devido aos impactes inerentes na sua extração e reciclagem e à disponibilidade limitada de fontes de energia de baixo carbono que possam ser utilizadas na sua indústria.

<sup>9</sup> McKinsey & Company. (2021). Call for action: Seizing the decarbonization opportunity in construction. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/call-for-action-seizing-the-decarbonization-opportunity-in-construction>

<sup>10</sup> Marinova, S. et al., (2020). Global construction materials database and stock analysis of residential buildings between 1970-2050. Journal of Cleaner Production.

<sup>11</sup> World Steel Association (s.d.) "Climate Action". Disponível em: <https://worldsteel.org/about-steel/facts/steelfacts/#climate-action>.

Os outros materiais (vidro, alumínio, madeira) são também materiais intensivos energeticamente e são responsáveis por cerca de 24% das emissões incorporadas na construção<sup>12</sup>.

As atividades em estaleiro implicam o consumo de combustíveis (e.g., equipamentos, geradores) e são a principal fonte de emissões na fase de construção e instalação (A4–A5).

Além de analisar a fileira da construção como um todo, o presente Roteiro foca a descarbonização de cinco destes produtos de construção e respetivas indústrias. Os Produtos de Betão (CAE 23610) e o Betão Pronto (CAE 23630), embora incluam produtos finais e utilizações diferentes, derivam ambos do cimento e são os dois bastante utilizados na construção em Portugal. Também as Argamassas (CAE 23640) utilizadas em Portugal são maioritariamente argamassas cimentícias, pelo que utilizam cimento na sua composição. As Misturas Betuminosas (CAE 23991) estão dependentes do betume que é um derivado fóssil. Por outro lado, as Outras Obras de Carpintaria para a Construção (CAE 16230) é por natureza menos intensiva em carbono, mas a sua disponibilidade é limitada, implica manutenção e acarreta grandes distâncias de transporte. Estes produtos foram selecionados por serem produtos amplamente utilizados em Portugal e permitirem uma visão abrangente da cadeia de valor. Contudo, e apesar de não cobrirem a totalidade da cadeia de fornecimento do setor da construção, permitem a exploração de estratégias diversas de descarbonização e que podem vir a ser replicadas nos restantes setores.

Em termos de classificação de atividade económica, as cinco atividades industriais fazem parte da secção C – Indústrias Transformadoras que inclui a transformação de matérias-primas de várias atividades económicas. A Figura 3 apresenta os CAE de cada produto de construção em estudo neste Roteiro.

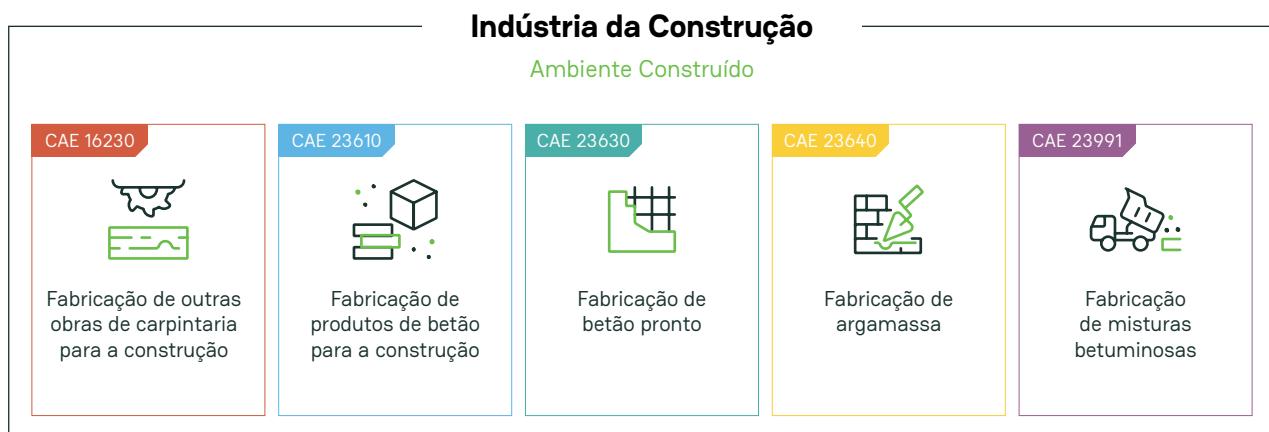


Figura 3 – Cinco produtos de construção em estudo no Roteiro C2Ø

No âmbito do Roteiro C2Ø, foi elaborado um estudo detalhado para cada um dos produtos de construção que pode ser consultado nos respetivos manuais setoriais<sup>13</sup>, sendo que no Roteiro são apresentadas apenas conclusões desses estudos.

## EMPRESAS

O Setor da Construção em Portugal é caracterizado por um número elevado de empresas e de trabalhadores. Possui assim um peso significativo na economia nacional, representando, em 2023, 7,8% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) total português<sup>14</sup>. No mesmo ano, encontravam-se registadas 107 857 empresas, equivalentes a **7,1% do total de empresas em Portugal**, e empregava 430 381 trabalhadores, representando **9,1% do total do emprego nacional**<sup>14</sup>.

Na Figura 4, pode observar-se a variação no número de empresas nos últimos cinco anos, na qual se verifica um aumento de quase 20% do número de empresas (cerca de 17 400 empresas a mais face a 2019). Cerca de 60% das empresas pertencem à construção de edifícios, 35% são de atividades especializadas e apenas 5% são de engenharia civil. O sub-setor da construção de edifícios conta ainda com 48,5% do volume de negócios total e quase 50% dos trabalhadores<sup>15</sup>.

Em termos de dimensão, 86,7% do número total de empresas são microempresas e 11,7% são pequenas empresas, perfazendo um total de 98,4% das empresas do setor. As pequenas empresas dominam as vendas, com mais de 10 910 M€ de euros em vendas, seguidas pelas médias e microempresas<sup>16</sup>.

12 Decarbonising Construction: Building a Low-Carbon Future

13 Disponíveis no website do projeto, <https://construction2zero.pt/>

14 Gabinete de Estratégia e Estudos (2024) – Estatísticas setoriais – secção F. Disponível em [https://www.gee.gov.pt/pt/lista-publicacoes/estatisticas-setoriais/F%20-%20Constru%C3%A7%C3%A3o/TOT\\_E.pdf/8794-f-construcao/file](https://www.gee.gov.pt/pt/lista-publicacoes/estatisticas-setoriais/F%20-%20Constru%C3%A7%C3%A3o/TOT_E.pdf/8794-f-construcao/file)

15 Banco de Portugal. (2025). Análise do setor da construção. Disponível em <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1304>

16 Banco de Portugal. (2025). Quadros do Setor, F – Construção (2023). Disponível em: <https://www.bportugal.pt/QS/qswb/Dashboards>

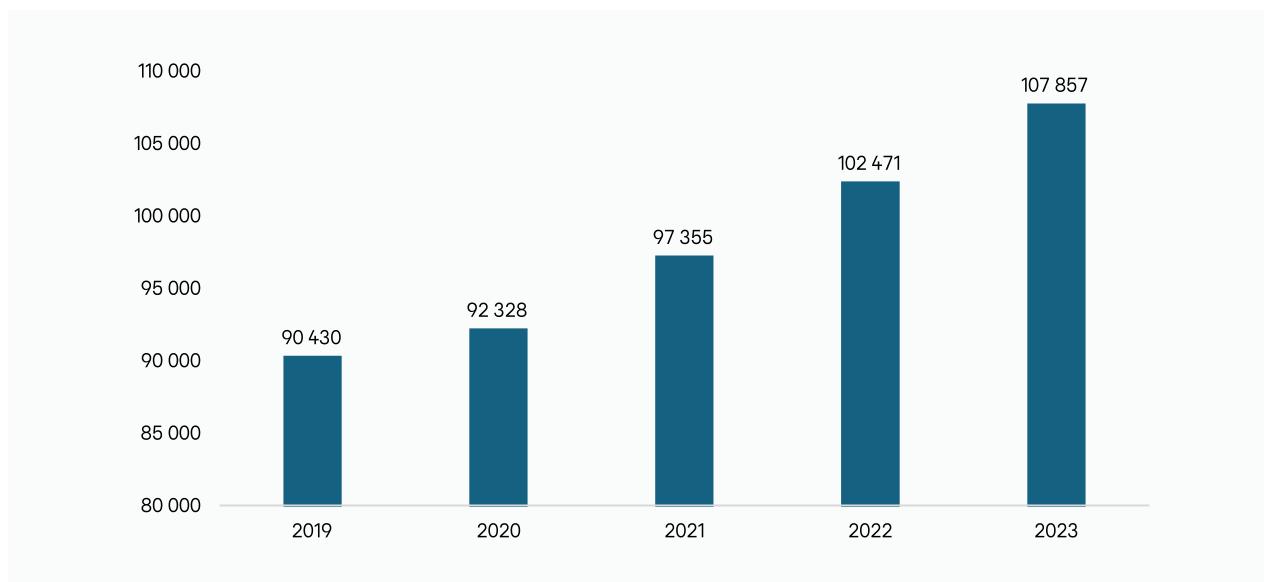


Figura 4 - Nº de empresas no setor da construção entre 2019 e 2023<sup>14</sup>

O Volume de Negócios (VN)<sup>17</sup> do setor ascende a 35,5 mil M€<sup>14</sup>, refletindo uma trajetória de crescimento nos últimos anos. No contexto nacional, o setor representa 6,5% do volume de negócios. Em 2023, o VAB da Construção foi registado em 11,5 mil M€ e, a nível nacional, cresceu em termos reais 0,2% face ao ano anterior<sup>14</sup>.

A evolução do VN e do VAB<sup>18</sup> nos últimos cinco anos é apresentada na Figura 5. Verifica-se que apesar do crescimento do VN, o VAB se mantém estável representando cerca de 32% do VN.

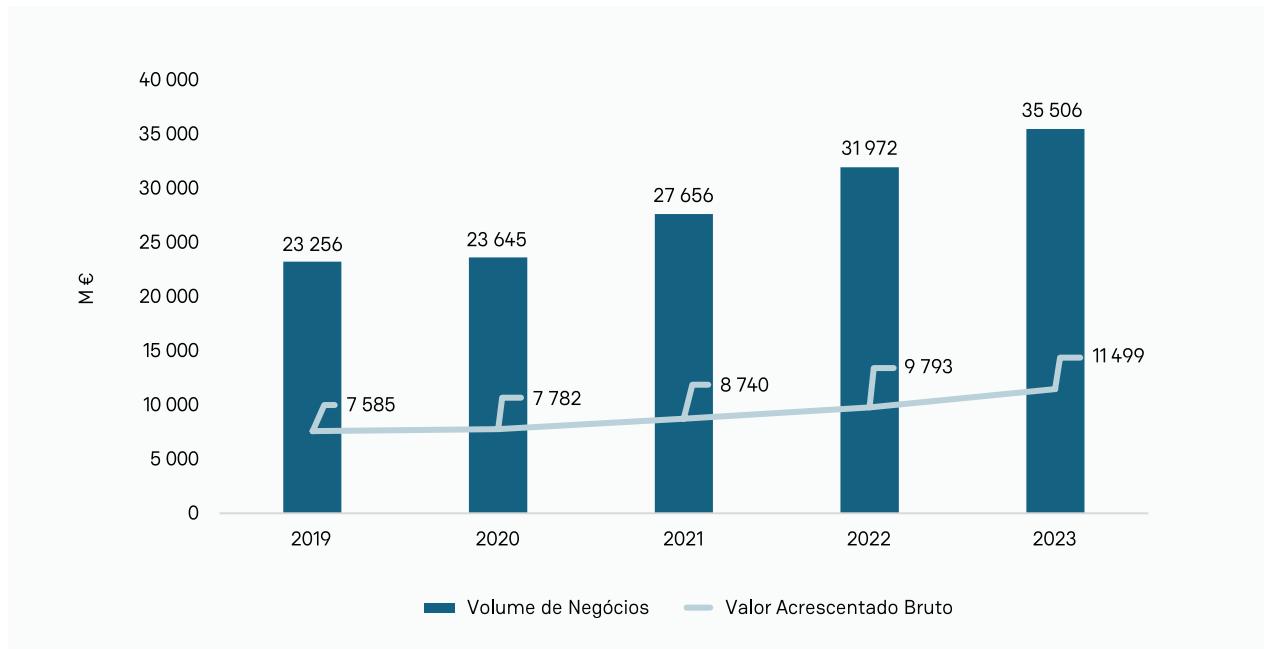


Figura 5 - VN e VAB do Setor da Construção nos últimos 5 anos

O mercado do Setor da Construção é maioritariamente interno. Cerca de 90% das vendas são feitas no mercado interno, o que corresponde a cerca de 30 mil M€<sup>16</sup>.

Entre os cinco produtos de construção em foco neste Roteiro, à exceção das misturas betuminosas, todos apresentam um crescimento significativo no VN entre 2021 e 2023 (Figura 6). Todos os produtos registam mais de 80% do VN no mercado interno. Alguns setores, como o das misturas betuminosas estão também dependentes do investimento público em infraestruturas rodoviárias.

17 O Volume de Negócios é a quantia líquida das vendas e prestações de serviços respeitantes às atividades das empresas

18 O Valor Acrescentado Bruto é o valor bruto da produção deduzido do custo das matérias-primas e de outros consumos no processo produtivo.

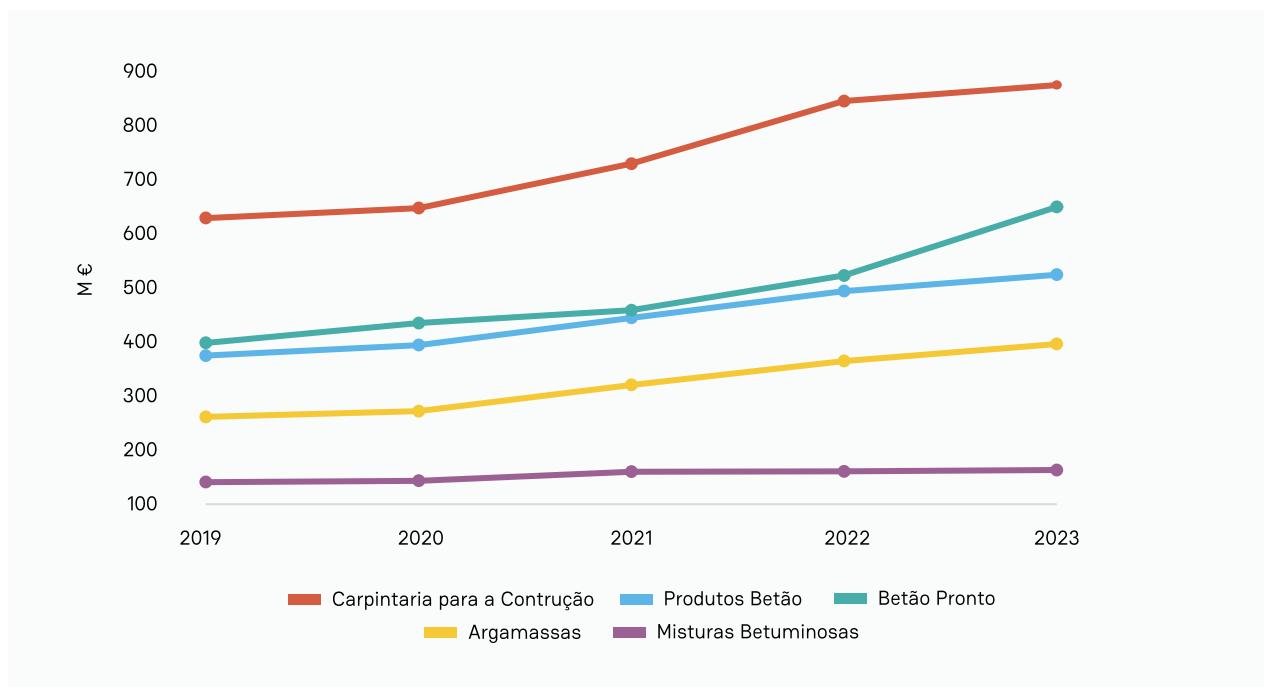


Figura 6 - Volume de negócios (M €) dos cinco produtos de construção entre 2019 e 2023<sup>19</sup>

Relativamente ao número de empresas em 2023 registadas com o CAE 16230 - Outras Obras de Carpintaria para a Construção, existiam 2610 empresas, um número significativamente superior às restantes atividades industriais. Verificavam-se 214 empresas registadas com o CAE de Produtos de Betão em 2023, 41 empresas com o CAE de Betão Pronto, 28 com o CAE de Argamassas e 14 empresas com o CAE de Misturas Betuminosas<sup>20</sup>. Nos últimos cinco anos, estes cinco CAE registaram um número relativamente estável com pequenas variações. Tal como no setor da construção, também nos produtos de construção a maioria das empresas é composta por micro e pequenas empresas (Figura 7).

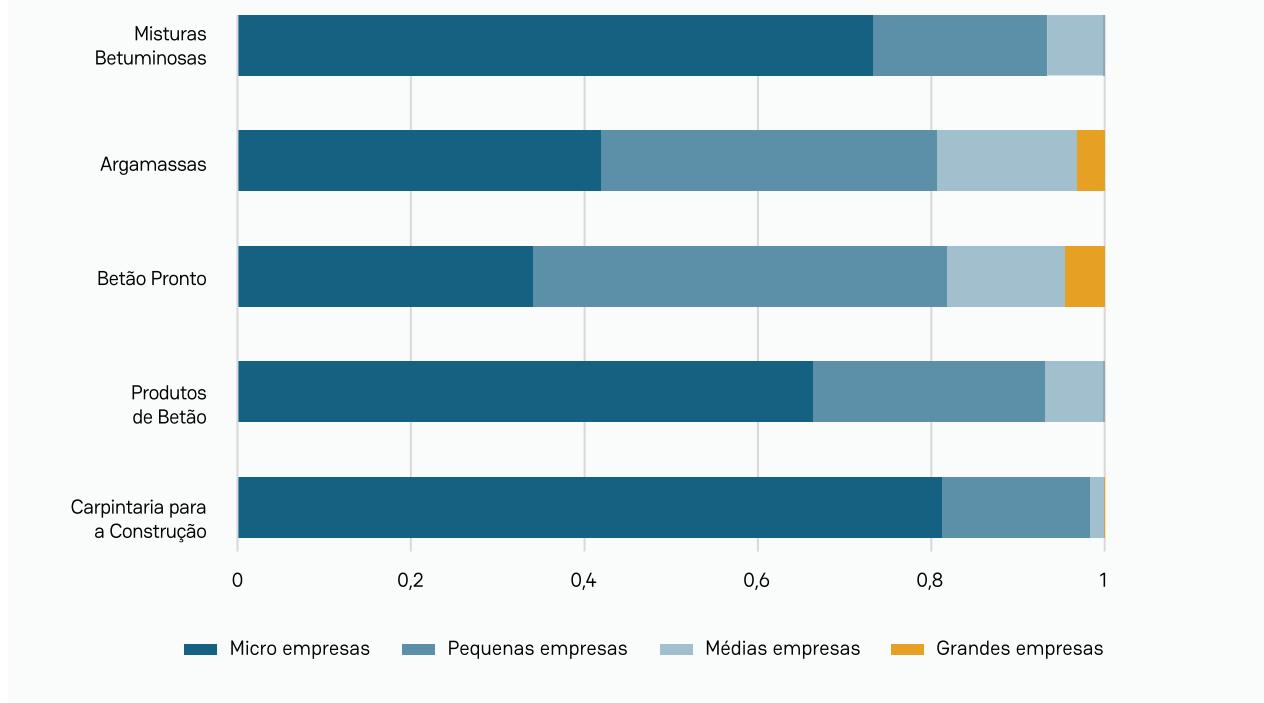


Figura 7 - Percentagem de empresas por dimensão para cada produto de construção<sup>16</sup> (2023)

19 INE. (2025). Base de Dados, Volume de negócios (€). Disponível em: [Portal do INE](#)

20 INE. (2025). Base de Dados, Empresas (Nº). Disponível em: [Portal do INE](#)

Também em número de trabalhadores, em 2023, as empresas registadas com o CAE de Outras Obras de Carpintaria para a Construção apresentam um número muito superior, com 9 973 pessoas ao serviço, Produtos de Betão com 2 848, Betão Pronto com 1 264, Argamassas com 803 e com o CAE de Misturas Betuminosas com 98 trabalhadores<sup>21</sup>. Com base nestes números, é possível concluir que o setor é fragmentado, com um grande número de empresas e muito dependente de mão-de-obra, o que torna difícil ao setor responder de forma rápida e concertada a temas transversais como é o caso da sustentabilidade e descarbonização. Desse ponto de vista, micro e pequenas empresas podem não ter o mesmo nível de resposta e dinamismo que grandes empresas, especialmente com a necessidade de incorporar novas práticas e materiais que conduzam à descarbonização.

## ENERGIA E EMISSÕES

O consumo de energia final do Setor da Construção e dos cinco produtos de construção, em 2023, estimado a partir de dados da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), encontra-se sintetizado na Tabela 1. Os valores apresentados encontram-se desagregados segundo os diferentes vetores energéticos consumidos e segundo o tipo de consumo, nomeadamente:

- **GPL** – Gás de petróleo liquefeito que se assume ser consumido maioritariamente para geração de calor;
- **Gasóleo consumido na frota** das empresas do setor e desagregado em consumos em veículos ligeiros de passageiros, ligeiros de mercadorias e pesados de mercadorias (onde se assume que se incluem as autobetoneiras no caso da Fabricação de betão pronto);
- **Gasóleo consumido nos equipamentos**, i.e., maquinaria diversa;
- **Outros produtos petrolíferos** que correspondem a fuelóleo no caso do setor da Construção e Obras Públicas, segundo os dados do Balanço Energético Nacional. No entanto, para os restantes subsetores não existe esta informação desagregada por vetor energético, pelo que se optou por manter a designação agregada “outros petróleos”. Assume-se que este vetor energético é essencialmente consumido em equipamentos / maquinaria;
- **Gás natural** que se assume ser consumido maioritariamente para geração de calor;
- **Eletricidade** que foi desagregada em eletricidade proveniente da rede elétrica nacional e eletricidade gerada nas próprias instalações para autoconsumo através de solar fotovoltaico (solar PV). Não existe informação detalhada sobre os processos e usos onde esta eletricidade é consumida, tendo-se considerado que em 2023 o consumo de eletricidade na frota e na maquinaria de construção seria vestigial. O consumo de eletricidade nos equipamentos usados na fabricação de argamassas é maioritário, segundo informações do subsetor, mas devido a falta de informação detalhada não foi possível desagregar os consumos de eletricidade para todos os subsetores;
- **Biomassa** - Lenhas e Resíduos vegetais (resíduos renováveis) que se assume serem consumidos maioritariamente para geração de calor.

O Anexo Metodológico detalha os diversos pressupostos considerados para esta análise.

Tabela 1 - Síntese dos consumos de energia diretos para os subsetores em estudo no ano de 2023<sup>22</sup>

Subsetor / Vetor Energético (TJ)	GPL	Gasóleo				Outros Petróleos	Gás natural	Eletricidade		Biomassa	Total
		Frota ligeiros Passageiros	Frota Ligeiros Mercadorias	Frota Pesados Mercadorias	Equipamentos			Rede elétr.	Solar PV próprio		
<b>Construção e Obras Públicas</b>	414,49	735,92	662,33	73,59	1 471,85	872,03	965,18	1 399,06	20,99	3,52	<b>6 618,96</b>
<b>Carpintaria para a Construção</b>	0,38	2,87	1,92	0,00	1,20	0,00	0,08	192,97	2,89	0,00	<b>202,31</b>
<b>Produtos de Betão</b>	0,00	20,72	13,81	0,00	8,63	0,00	0,00	87,17	1,60	0,00	<b>131,94</b>
<b>Betão Pronto</b>	0,00	55,14	13,79	206,79	14,51	0,00	0,00	36,84	0,55	0,00	<b>327,63</b>
<b>Argamassas</b>	6,87	103,62	69,08	0,00	19,19	0,75	73,81	69,25	1,04	0,00	<b>343,60</b>
<b>Misturas Betuminosas</b>	9,67	0,52	0,35	0,00	0,22	0,92	5,36	14,19	0,21	12,43	<b>43,88</b>

21 INE. (2025). Base de Dados, Pessoal ao serviço (N.º). Disponível em: [Portal do INE](#).

22 Balanço Energético Nacional 2023 para Construção e Obras Públicas. Para restantes subsetores, informação fornecida pela DGEG referindo-se a vendas de comercializadores de energia a empresas com as CAE: 16230 Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção; 23610 Fabricação de produtos de betão para a construção; 23630 Fabricação de betão pronto; 23640 Fabricação de argamassas e 23991 Fabricação de misturas betuminosas. Essa informação foi ajustada pela equipa técnica com diversos pressupostos em função de feedback das associações respetivas (ver Anexo Metodológico).

O consumo de energia do conjunto dos subsetores em estudo representava, em 2023, 1,1% do consumo de energia final total nacional e 4,3% do consumo de energia final de toda a indústria transformadora, de acordo com os dados do Balanço Energético Nacional publicados pela DGEG<sup>23</sup>.

Em termos de perfil energético de cada um dos subsetores em estudo, destaca-se o peso relativo significativo do **gasóleo** em praticamente todos os subsetores, com valores entre 33% e 89% do consumo total de cada subsetor, com exceção da Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção e da Fabricação de misturas betuminosas em que é de apenas 3% e 2%, respetivamente (Tabela 2). A **eleticidade** é o segundo vetor energético com maior peso em quase todos os subsetores, sendo exceção os seguintes dois setores que surgem como mais eletrointensivos: Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção onde a eleticidade representa 97% do consumo de energia final do subsetor e a Fabricação de produtos de betão para a construção onde representa 67% do consumo de energia.

No perfil energético, foi ainda considerado que cerca de 1,5% a 1,8% dos consumos de eletricidade seriam satisfeitos com solar fotovoltaico (PV) instalado nas próprias instalações das empresas do setor (ver Anexo Metodológico). A restante eletricidade seria proveniente da rede elétrica nacional.

*Tabela 2 – Peso relativo dos diferentes vetores energéticos no consumo de energia final por subsetor em 2023*

Subsetor / Vetor Energético (%)	GPL	Gasóleos	Outros petróleos	Gás natural	Eleticidade	Biomassa	Total
<b>Construção e Obras Públicas</b>	6%	45%	13%	15%	21%	0,1%	<b>100%</b>
<b>Carpintaria para a Construção</b>	0%	3%	0%	0%	97%	0,0%	<b>100%</b>
<b>Produtos de Betão</b>	0%	33%	0%	0%	67%	0,0%	<b>100%</b>
<b>Betão Pronto</b>	0%	89%	0%	0%	11%	0,0%	<b>100%</b>
<b>Argamassas</b>	2%	56%	0%	22%	20%	0,0%	<b>100%</b>
<b>Misturas Betuminosas</b>	22%	2%	2%	12%	33%	28,0%	<b>100%</b>

Note-se que, além destes consumos de energia final, são ainda consumidos pelo subsetor da Construção e Obras Públicas **derivados de petróleo para fins não energéticos**, nomeadamente: lubrificantes (39 356 GJ), asfaltos (6 912 491 GJ) e solventes (3 015 GJ)<sup>24</sup>.

Os consumos de energia final em 2023 anteriormente apresentados resultam nas emissões de **GEE diretas de âmbito 1** – resultantes de atividades que ocorrem dentro das empresas, sendo controladas por estas – e **indiretas de âmbito 2** – associadas à energia final produzida a montante e usada pelas empresas, e que neste caso se refere apenas à eletricidade. As emissões são apresentadas na Tabela 3 e na Figura 8.

*Tabela 3 – Síntese de emissões de GEE de âmbito 1 e 2 para os subsetores em estudo no ano de 2023, em ktCO<sub>2</sub>e<sup>25</sup>*

Subsetor / Vetor Energético (ktCO <sub>2</sub> e)	GPL	Âmbito 1						Âmbito 2		Total	
		Gasóleo				Outros petróleos	Gás natural	Biomassa	Eleticidade		
		Frota Ligeiros Passag.	Frota Ligeiros Merc.	Frota Pesados Merc.	Equipamentos				Rede elétrica	Solar PV próprio	
<b>Construção e Obras Públicas</b>	26,18	51,82	46,88	5,25	109,42	67,71	54,49	0,00	41,58	0,00	<b>403,34</b>
<b>Carpintaria para a Construção</b>	0,02	0,20	0,14	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	5,74	0,00	<b>6,19</b>
<b>Produtos de Betão</b>	0,00	1,46	0,98	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	2,59	0,00	<b>5,67</b>
<b>Betão Pronto</b>	0,00	3,88	0,98	14,76	1,08	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	<b>21,79</b>
<b>Argamassas</b>	0,43	7,30	4,89	0,00	1,43	0,06	4,17	0,00	2,06	0,00	<b>20,33</b>
<b>Misturas Betuminosas</b>	0,61	0,04	0,02	0,00	0,02	0,07	0,30	0,00	0,42	0,00	<b>1,51</b>

23 DGEG. (2023). Balanço Energético Nacional 2023. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/media/0s3fsqqu/dgeg-ben-2023.pdf>

24 Os valores de emissões apresentados não incluem as emissões de CO<sub>2</sub> associadas à utilização de solventes, asfaltos e lubrificantes (ver Anexo Metodológico).

25 Para maior detalhe sobre o cálculo das emissões de GEE apresentadas, ver Anexo Metodológico.

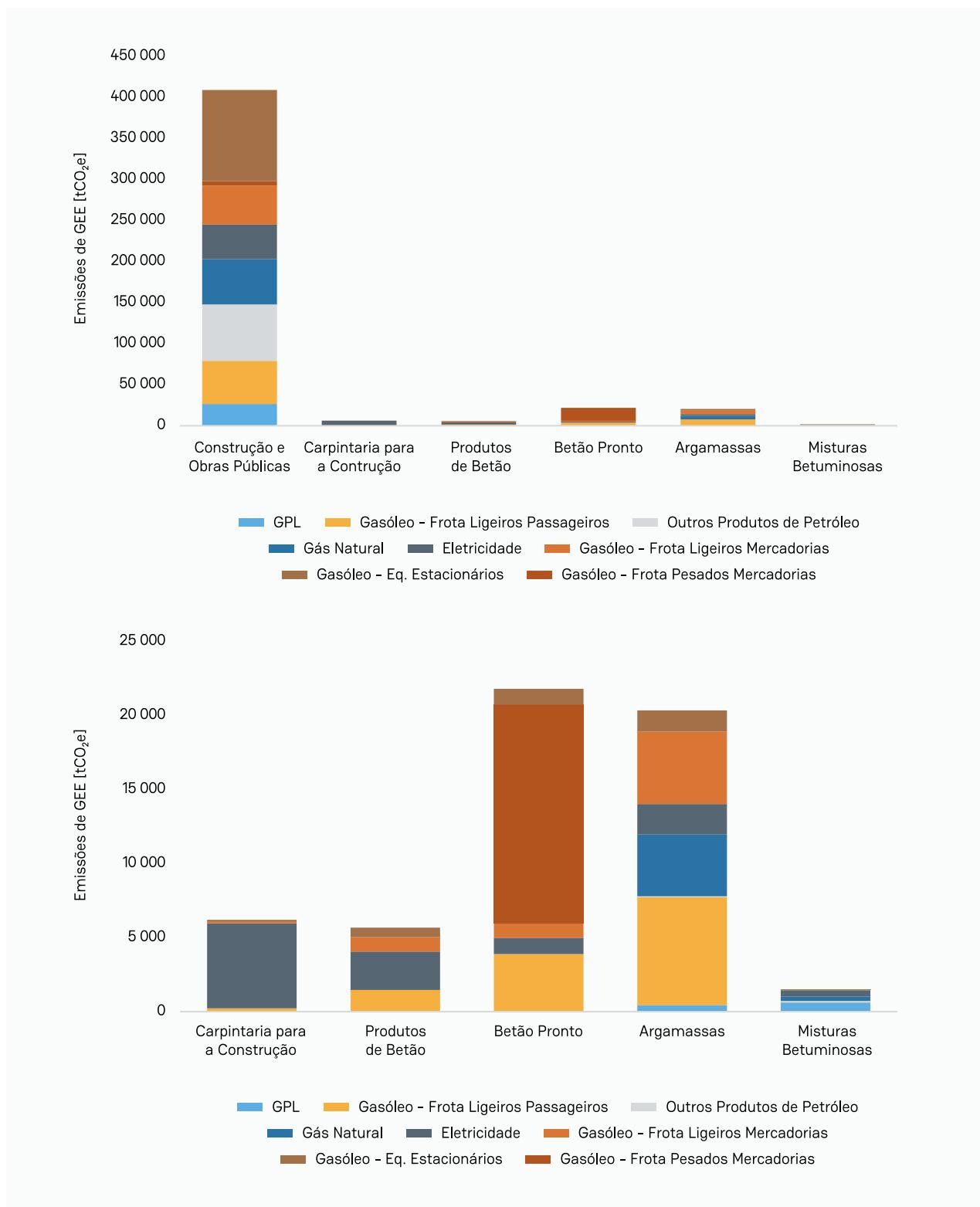


Figura 8 – Emissões de GEE em 2023 para os subsetores em estudo com (em cima) e sem (em baixo) o setor da construção e obras públicas

A relevância das fontes de emissões de âmbito 1 e 2 variam consoante o subsetor considerado, o que tem implicações para as estratégias de descarbonização:

- Na **Construção e Obras Públicas**, a combustão do gasóleo é responsável por cerca de 53% das emissões de GEE em 2023, seguindo-se a combustão de fuelóleo/outros produtos petrolíferos (17%) e gás natural (10%). Dada a importância do gasóleo para as emissões deve referir-se que neste subsetor se estima que as emissões devido à combustão do gasóleo sejam repartidas da seguinte forma: 27% das emissões devido a gasóleo consumido em maquinaria de construção; 13% de emissões devido a gasóleo consumido na frota de ligeiros de passageiros; 12% em ligeiros de mercadorias, e apenas 1% de emissões devido a gasóleo consumido em pesados de mercadorias;
- Na **Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção**, 93% das emissões de GEE são de âmbito 2 associadas à eletricidade proveniente da rede elétrica nacional e o restante 7% devido à combustão de gasóleo;
- Na **Fabricação de produtos de betão para a construção**, 54% das emissões de GEE em 2023 são causadas pela combustão de gasóleo e os restantes 46% são de âmbito 2 associadas à eletricidade proveniente da rede elétrica nacional. Estima-se que as emissões devido à combustão do gasóleo sejam repartidas da seguinte forma: 26% de emissões do subsetor devido a gasóleo consumido na frota de ligeiros passageiros, 17% em ligeiros de mercadorias, 11% das emissões devido a gasóleo consumido em maquinaria, sendo quase nulas (0%) devido a gasóleo consumido em pesados de mercadorias;
- Na **Fabricação de betão pronto**, 95% das emissões de GEE em 2023 são causadas pela combustão de gasóleo e os restantes 5% são associadas à eletricidade proveniente da rede elétrica nacional. Estima-se que as emissões devido à combustão do gasóleo sejam repartidas da seguinte forma: 68% de emissões devido a gasóleo consumido em pesados de mercadorias (i.e., autobotoneiras), 36% devido ao gasóleo consumido na frota de ligeiros de passageiros, 5% das emissões devido a gasóleo consumido em maquinaria e, finalmente, 4% em ligeiros de mercadorias;
- Na **Fabricação de argamassas**, 67% das emissões de GEE em 2023 são causadas pela combustão de gasóleo, 20% são devidas à combustão de gás natural e 10% são associadas à eletricidade proveniente da rede elétrica nacional. Estima-se que as emissões devido à combustão do gasóleo sejam repartidas da seguinte forma: 36% de emissões do subsetor devido a gasóleo consumido na frota de ligeiros de passageiros, 24% em ligeiros de mercadorias, 7% devido a gasóleo consumido em maquinaria e, finalmente, sendo quase nulas (0%) devido a gasóleo consumido em pesados de mercadorias;
- Na **Fabricação de misturas betuminosas**, 40% das emissões de GEE em 2023 são causadas pela combustão de GPL, 28% associadas à eletricidade proveniente da rede elétrica nacional, 20% são devidas à combustão de gás natural e os restantes devido à combustão de gasóleo e de fuelóleo (cada com 5% das emissões).

Além das emissões de âmbito 1 e 2 importa ainda referir as **emissões de âmbito 3** (i.e., emissões associadas a atividades que se verificam a montante/jusante das instalações diretamente controladas pelas empresas do setor e cujos bens/serviços são usados por este). No âmbito deste estudo, foram consideradas as seguintes emissões de âmbito 3:

- emissões associadas à produção das principais matérias-primas usadas apenas no setor da Construção e Obras Públicas, ou seja, o carbono incorporado nas mesmas para os principais materiais de construção intensivos em carbono: aço, cimento, vidro e tijolos cerâmicos;
- as emissões causadas pelo seu transporte até Portugal, e
- as emissões causadas pelas deslocações regulares dos trabalhadores das empresas de todos os subsetores em estudo para o seu local de trabalho.

As emissões do **carbono incorporado nos principais materiais de construção** são apresentadas nas tabelas seguintes (Tabela 4 e Tabela 5) e totalizam 13 687 ktCO<sub>2</sub>e, das quais 64% correspondem ao aço, 19% ao cimento, 16% aos tijolos e 1% ao vidro. Estes cálculos consideram uma estimativa do uso de materiais em Portugal para 2023 combinada com dados de produção e importação, tendo em conta a intensidade carbónica de cada produto em cada país de origem (ver Anexo Metodológico).

Tabela 4 – Síntese de emissões de GEE de âmbito 3 para o carbono incorporado nos principais materiais de construção usados na Construção e Obras Públicas no ano de 2023, em ktCO<sub>2</sub> por país de origem

Emissões de GEE (ktCO <sub>2</sub> e)	Portugal	União Europeia	China	UK	Turquia	Japão	Outros	Total
<b>Aço</b>	130,77	8 142,73	96,60	0,00	0,00	343,69	0,00	<b>8 713,79</b>
<b>Cimento</b>	2 628,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>2 628,87</b>
<b>Tijolo</b>	2 158,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>2 158,57</b>
<b>Vidro</b>	0,00	135,47	5,72	38,20	1,90	0,00	4,91	<b>186,20</b>
<b>Total</b>	<b>4 918,21</b>	<b>8 278,21</b>	<b>102,32</b>	<b>38,20</b>	<b>1,90</b>	<b>343,69</b>	<b>4,91</b>	<b>13 687,43</b>

Tabela 5 – Síntese de emissões de GEE de âmbito 3 para o carbono incorporado nos principais materiais de construção usados na Construção e Obras Públicas no ano de 2023, em ktCO<sub>2</sub> por tipo de construção

Emissões de GEE (kt CO <sub>2</sub> e)	Total construção	Edifícios	Outra construção	% Emissões dos edifícios no total da construção
<b>Aço</b>	<b>8 713,79</b>	6 428,33	1 686,03	74%
<b>Cimento</b>	<b>2 628,87</b>	2 016,35	469,81	77%
<b>Tijolo</b>	<b>2 158,57</b>	2 158,57	0,00	100%
<b>Vidro</b>	<b>186,20</b>	186,20	0,00	100%
<b>Total</b>	<b>13 687,43</b>	<b>10 789,44</b>	<b>2155,84</b>	<b>79%</b>

As emissões associadas ao **transporte dos principais materiais de construção** foram também calculadas considerando a importação até Portugal no caso do aço e do vidro e ainda uma aproximação muito simplificada para o transporte dentro do território nacional (Anexo Metodológico). Os resultados são apresentados na tabela seguinte (Tabela 6), estimando-se que o transporte de aço representou em 2023 emissões da ordem dos 472,96 ktCO<sub>2</sub>, o de cimento cerca de 135,32 ktCO<sub>2</sub>, o de tijolos 141,10 ktCO<sub>2</sub> e o de vidro aproximadamente 47,05 ktCO<sub>2</sub>, perfazendo um total de 796,42 ktCO<sub>2</sub>.

Tabela 6 – Emissões de GEE de âmbito 3 para o transporte dos principais materiais de construção usados na Construção e Obras Públicas no ano de 2023, em ktCO<sub>2</sub>e

Material	Emissões de GEE (ktCO <sub>2</sub> e)	% do total
<b>Aço</b>	472,96	54%
<b>Cimento</b>	135,32	19%
<b>Tijolos</b>	141,10	20%
<b>Vidro</b>	47,05	6%
<b>Total</b>	<b>796,42</b>	<b>100%</b>

Dada a maior magnitude do setor da **Construção e Obras Públicas** em termos de consumo de energia e de emissões apresenta-se seguidamente **uma síntese das emissões para os três âmbitos em estudo** (1, 2 e 3), na Tabela 7. O total de emissões de GEE em 2023 é assim de 14 667 ktCO<sub>2</sub>e com apenas 2,5% das emissões provenientes da combustão de combustíveis fósseis nas instalações e frota destas empresas (âmbito 1) e apenas 0,3% das emissões provenientes da geração da eletricidade que circula na rede elétrica nacional e que é consumida pelas empresas deste subsetor (âmbito 2). Cerca de 97% das emissões estimadas são de âmbito 3 e sobretudo associadas ao carbono incorporado nos quatro materiais de construção mais intensivos em carbono utilizados (~91% das emissões estimadas em 2023). O aço é responsável por 64% das emissões contabilizadas no total do carbono incorporado nos materiais de construção, seguindo-se o cimento com 19%.

Tabela 7 – Síntese das emissões de GEE por Âmbito para o setor da Construção e Obras Públicas em 2023 em ktCO<sub>2</sub>e

Construção e obras públicas	Emissões GEE (ktCO <sub>2</sub> e)	%
<b>Âmbito 1</b>	<b>361,76</b>	<b>2,5%</b>
Frota Ligeiros Passageiros	51,82	0,4%
Frota Ligeiros Mercadorias	46,88	0,3%
Frota Pesados Mercadorias	5,25	0,0%
Equipamentos Construção - gasóleo	109,42	0,7%
Equipamentos Construção - fuelóleo	67,71	0,5%
Caldeiras - gás natural	54,49	0,4%
Caldeiras - GPL	26,18	0,2%
Resíduos renováveis	0,01	0,0%
<b>Âmbito 2 (Eletricidade)</b>	<b>41,58</b>	<b>0,3%</b>
<b>Âmbito 3</b>	<b>14 264,24</b>	<b>97,3%</b>
Carbono incorporado nos materiais	13 709,37	93,5%
Transporte de materiais	554,87	3,8%

## 2.2. FATORES DE TRANSIÇÃO E BARREIRAS

Atualmente, o setor da construção apresenta os primeiros sinais de mudança necessários para atingir os objetivos de Neutralidade Carbónica em 2050, embora os setores abrangidos pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão, como é o caso do cimento e do aço, já tenham iniciado o seu processo de descarbonização há vários anos. Governos e entidades financeiras têm feito um esforço para colocar a descarbonização como prioridade. Do lado dos clientes e consumidores também existe uma procura crescente por projetos com baixo carbono, o que impulsiona as empresas de construção neste compromisso de descarbonização. A sustentabilidade ganhou relevo e hoje, a descarbonização é identificada em muitas empresas como estratégica, sendo uma das principais prioridades comerciais, levando estas organizações a comprometerem-se em reduzir as emissões e, para isso, a começarem a implementar várias medidas de redução de consumo.

Esta motivação que hoje se observa nas empresas é incentivada por vários fatores que, de forma crescente, têm vindo a pressionar e a impulsionar a ação no setor. É condicionada, entre outros fatores, pela necessidade de investimento, investigação e desenvolvimento, inovação tecnológica e mão de obra qualificada.

### POLÍTICAS E REGULAMENTAÇÃO

O ritmo de legislação e regulamentos dedicados ao setor da construção tem-se intensificado na última década tanto a nível europeu como a nível nacional (Figura 9 e Figura 10). Vários documentos estratégicos e regulamentares têm orientado as políticas europeias, não só no combate às alterações climáticas (e.g. Acordo de Paris, Objetivo 55), mas também na promoção da economia circular (e.g. PAEC), com foco específico no setor da construção (e.g. EPBD). É notória a tentativa de estabelecer um novo paradigma para o desenvolvimento urbano e para a construção na Europa.

Observa-se um enfoque significativo na transição energética, no aumento da competitividade da indústria, na descarbonização da economia e no bem-estar das populações. Especificamente para os edifícios, as políticas têm visado a valorização dos resíduos de construção e demolição (RCD), o aumento da taxa de renovação dos edifícios e a sua eficiência energética. Mais recentemente, o Regulamento dos Produtos de Construção (RPC)<sup>26</sup> vem estimular a comunicação de dados ambientais dos produtos, nomeadamente através do Passaporte Digital do Produto (PDP).

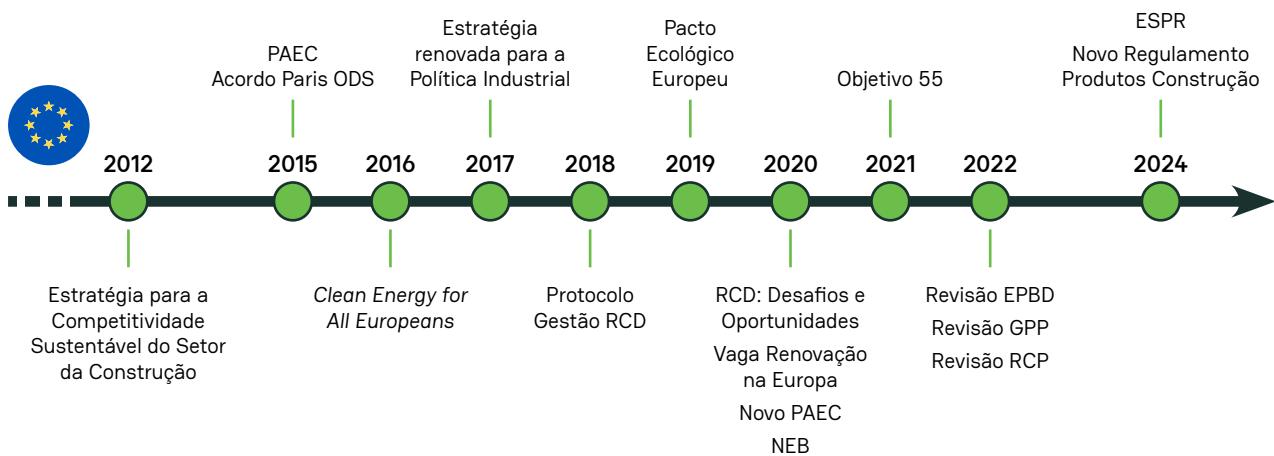
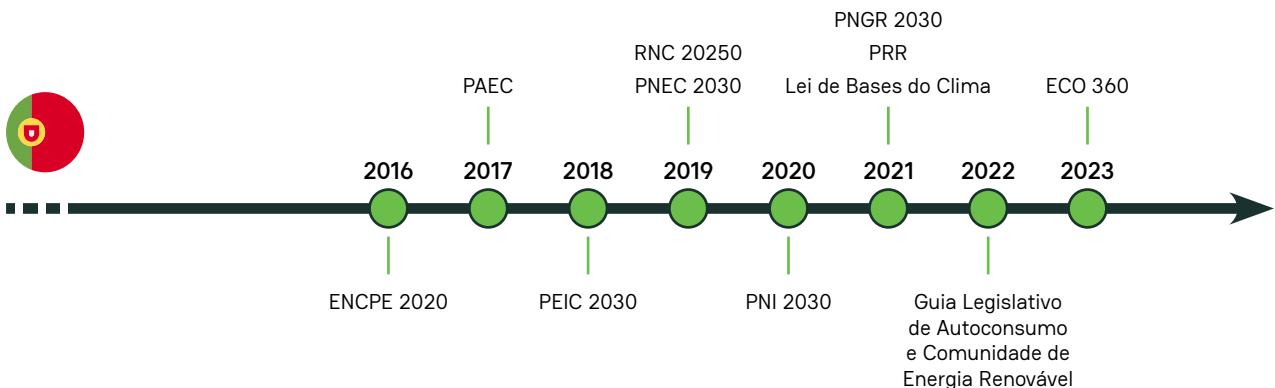


Figura 9 - Linha temporal com principais marcos legislativos para a sustentabilidade dos edifícios na Europa

Em linha com a Europa, Portugal segue as mesmas tendências, transpondo muitas destas diretrizes europeias alinhando o seu posicionamento com as metas europeias até 2030 e 2050. Em 2019, o Roteiro para a Neutralidade Carbónica assume o compromisso de descarbonizar as atividades económicas até 2050, definindo vetores de descarbonização e as medidas necessárias em cada setor. O PRR, lançado em 2021, na sua componente de transição climática, promove os Roteiros de descarbonização da indústria e inclui um programa direcionado exclusivamente a melhorar a eficiência energética dos edifícios.

<sup>26</sup> Regulamento (UE) 2024/3110 do Parlamento Europeu e do Conselho. (2024). Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:32024R3110>



*Figura 10 - Linha temporal com principais marcos legislativos para a sustentabilidade dos edifícios em Portugal*

À medida que a regulamentação se torna mais extensa, também os objetivos e metas a atingir se vão tornando mais ambiciosos, seja através da limitação imposta aos impactes ambientais das atividades de construção, da obrigatoriedade de os comunicar, da forma cada vez mais eficiente de utilizar os recursos ou da rapidez com que se pretende atingir os objetivos. Apesar de se perspetivar alguma incerteza a nível regulatório na Europa, como o retrocesso na Diretiva de Reporte de Sustentabilidade Corporativo (CRSD) é disso prova, é ainda assim expectável que as tendências regulatórias se tornem progressivamente mais intensas. Todavia, cumprir as metas já definidas e em vigor, afigura-se uma tarefa árdua que implica mudanças profundas no setor da construção, nos próximos anos. Como boa prática, o setor deve ser capaz de antecipar as mudanças regulatórias, facilitando a sua adaptação a um futuro inevitável e mantendo a competitividade.

## **PREÇOS CRESCENTES DE CARBONO**

Este instrumento fundamental para combater as alterações climáticas permite reduzir as emissões industriais e impulsionar o investimento em tecnologias limpas. Como parte dos esforços para reduzir as emissões de GEE, cada vez mais países aumentam o uso das taxas de carbono através de impostos ou de sistemas de comércio de emissões. Além disso, nos países que já têm sistemas implementados, os preços do carbono têm vindo a aumentar cada vez mais. Esta tendência transmite um sinal claro às empresas para reduzir a sua dependência de combustíveis fósseis.

## **MODERNIZAÇÃO E COMPETITIVIDADE**

A sustentabilidade e a descarbonização impulsionam a inovação em tecnologias limpas, acelerando a substituição de sistemas obsoletos mais rapidamente e modernizando as atividades industriais. Noutros casos implicam disruptões tecnológicas, com investimentos avultados e retornos a longo prazo. Além disso, a redução dos consumos energéticos e uma menor utilização de matérias-primas virgens podem contribuir para uma descida acentuada dos custos operacionais no setor da construção, embora seja de ressalvar que a disponibilidade de matérias-primas alternativas e de combustíveis alternativos estão dependentes de infraestruturas que importa desenvolver, tais como sistemas de seleção, triagem e encaminhamento de resíduos. Por outro lado, com a crescente procura por produtos de baixo carbono, a descarbonização abre portas a novos mercados e a uma maior exportação dos produtos. Em simultâneo, importa acautelar um “level playing field” para que a importação de produtos de países extra-comunitários, potencialmente com maior pegada de carbono, não crie distorções de concorrência.

Assistimos a uma mobilização do setor para o tema da descarbonização, com cada vez mais empresas a desenvolverem as suas estratégias de descarbonização, um mercado que procura de forma crescente projetos de baixo carbono e uma regulamentação cada vez mais apertada. No entanto, a preparação real das empresas de fabricação de outras obras de carpintaria para a construção, de produtos de betão para a construção, de betão pronto, de argamassas e de misturas betuminosas, para a descarbonização é baixa, e são identificadas várias barreiras no terreno. Na auscultação ao setor foi possível perceber que a descarbonização ainda representa um desafio para as empresas, nomeadamente no planeamento a curto e médio prazo, bem como na identificação das melhores soluções disponíveis para descarbonizarem as suas operações. A maioria das empresas auscultadas, apesar de ter uma consciência clara da urgência do tema, não tinha ainda definido nem implementado um plano de ação para a descarbonização.

## **MERCADO FRAGMENTADO**

As práticas de contratação operam num mercado fragmentado, com subcontratações em que normalmente se prioriza o custo e a rapidez do serviço, em detrimento de práticas mais sustentáveis e da redução do carbono incorporado nos produtos e serviços.

## TECNOLOGIA

As tecnologias para produzir cimento e aço de baixo carbono, que constituem o ponto crítico das matérias-primas da construção, ainda não estão desenvolvidas totalmente para atualmente serem adotadas em larga escala, e implicam o desenvolvimento de infraestruturas e a elaboração de regulamentação. Os cimentos de baixo carbono estão em desenvolvimento, embora enfrentem desafios significativos nas emissões de processo, na substituição do clínquer e na captura de carbono. Além disto, a ampla oferta, o custo mais acessível, o bom desempenho, a resistência, a durabilidade, a confiança e o conhecimento no uso e aplicação do cimento Portland usado atualmente, tornam o cenário mais desafiador. O aço de baixo carbono é desafiado pela escassez de matéria-prima, os elevados custos da captura de carbono e do hidrogênio enquanto fonte energética renovável. Materiais alternativos são percecionados como um risco pela indústria e pelos consumidores porque acarretam uma complexidade operacional elevada e custos superiores. Salienta-se um acelerar no desenvolvimento destas tecnologias suportado pelos projetos atualmente em curso e que vão permitir a sua aplicação mais generalizada assim as políticas europeias e nacionais relacionadas com a descarbonização o tornem possível ([Map of Innovation Projects](#)).

## REGULAÇÃO INSUFICIENTE E FALTA DE INCENTIVOS À INOVAÇÃO

As normas e os regulamentos no setor existem a vários níveis: para os materiais, para o design e para práticas a nível nacional e até municipal, o que gera complexidade no design e na operação. Por outro lado, há uma certa dificuldade em acompanhar o ritmo mais rápido da inovação, o que muitas vezes prolonga situações ineficientes por falta de atualização, como por exemplo na integração de maior quantidade de matéria-prima reciclada.

Sendo um setor relutante na adoção de novas práticas e tecnologias na produção e na construção, e com pequenas margens financeiras, existe ainda uma dificuldade generalizada de investir em inovação, como é o caso da digitalização. Incentivos podem ter um papel acelerador na adoção de novas tecnologias.

## CONTABILIZAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS

Atualmente, as metodologias, ferramentas e métricas que existem para contabilizar as emissões de carbono dos produtos, não são consistentes e generalizadas dentro do setor. Não existe uma estrutura única para medir e comparar o desempenho em termos de carbono e isso limita a capacidade dos vários intervenientes no setor de comparar produtos e projetos. Além de resultar em múltiplas interpretações, limita a capacidade do setor de escolher e analisar diferentes opções. O RPC pode vir a satisfazer algumas destas necessidades, através do princípio de uma declaração única relativa à sustentabilidade ambiental dos produtos.

Por outro lado, há ainda desafios económicos e sociais que impactam indiretamente a capacidade do setor da construção de descarbonizar. A escassez de mão de obra qualificada que compromete a execução de grandes projetos nacionais, o custo elevado dos materiais de construção, a baixa produtividade e a instabilidade económica internacional são fatores que atrasam a implementação de medidas de descarbonização.

## 2.3. OBJETIVOS DE DESCARBONIZAÇÃO

As principais tendências apontam para a eletrificação da maioria dos processos industriais e a substituição dos combustíveis fósseis por alternativos. Ao nível dos produtos, a otimização dos processos industriais que aumentem a eficiência energética e material é central. A digitalização terá um papel fundamental no planeamento e execução dos projetos, permitindo ganhos de eficiência muito significativos.

A nível europeu, os principais produtores de cimento e aço já estabeleceram compromissos de descarbonização para 2030 e 2050. Em Portugal, também no setor do cimento já se estabeleceram metas muito concretas no Roteiro da Indústria Cimenteira Nacional para a Neutralidade Carbónica 2050<sup>27</sup>: até 2030 redução de cerca de 48% das emissões, comparativamente a 1990, ao longo de toda a cadeia de valor (5C: clínquer, cimento, betão, construção e (re)carbonatação) e de cerca de 36% se considerarmos apenas a cadeia até ao cimento e a redução total de emissões em 2050. Ao nível do aço não foram estabelecidos compromissos por parte da indústria portuguesa, apesar de a descarbonização da siderurgia ser uma parte integrante da estratégia nacional de transição energética para a Neutralidade Carbónica até 2050 e do RNC2050.

Relativamente aos produtos de construção abordados neste Roteiro, o setor das madeiras encontra-se de momento a desenvolver o Roteiro para a descarbonização das suas indústrias<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> Disponível em <https://www.atic.pt/wp-content/uploads/2021/03/Roteiro.pdf>

<sup>28</sup> Decarbwood: Roteiro para a Descarbonização das Indústrias de Madeira. Disponível em <https://decarbwood.pt/>

### **3. VTORES E MEDIDAS DE DESCARBONIZAÇÃO**

A descarbonização do setor da construção necessita de várias estratégias e tecnologias para reduzir as emissões de GEE. O setor é responsável por emissões diretas de CO<sub>2</sub> significativas, provenientes do transporte de pessoas e materiais para a obra e da operação de máquinas em obra. É ainda responsável por emissões indiretas que são principalmente causadas pelas emissões incorporadas nos materiais e produtos de construção que utiliza.

Neste enquadramento, os principais vetores de descarbonização (Figura 11) para o setor envolvem a diminuição de combustíveis fósseis, o aumento da eficiência na utilização de energia, dos transportes e logística, e a utilização de matérias-primas menos intensivas em carbono. É ainda detalhada a opção de captura de carbono e compensação de emissões de GEE que deve ser encarada como complementar às anteriores e não como alternativa.

As opções de mitigação apresentadas de seguida são também aplicáveis aos produtos de construção.



Figura 11 – Vetores de descarbonização aplicáveis ao setor da Construção

#### **3.1. EFICIÊNCIA DE RECURSOS, MATERIAIS E PROCESSOS**

A otimização da utilização de matérias-primas, recursos e processos produtivos para reduzir desperdícios é fundamental na descarbonização do setor da construção e produtos de associados. Este vetor de descarbonização afeta todos os âmbitos de emissões, com significativo impacte na extração de matérias-primas e na geração de resíduos (emissões de âmbito 3). É possível reduzir a quantidade de matérias-primas utilizadas nos vários setores tanto através da otimização dos processos produtivos em que se reduz a quantidade de desperdícios, como pela incorporação de matérias-primas recicladas ou reaproveitadas. Por outro lado, o aumento na eficiência dos recursos e dos processos, por exemplo através da modernização de tecnologias, reduz de imediato a utilização de energia e impacta diretamente as emissões de âmbito 1 e 2.

Neste vetor de descarbonização estão contempladas medidas de economia circular, através da incorporação de resíduos quer das próprias indústrias (e.g. asfalto em fim de vida) quer de outras indústrias (e.g. escórias de fundição no coprocessamento do cimento), reduzindo assim o consumo de matérias-primas e fechando o ciclo dos produtos.

## 3.2. ENERGIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Este vetor de descarbonização agrupa dois grandes eixos significativos no domínio da energia:

1. Substituição de combustíveis fósseis por alternativas renováveis
2. Práticas de eficiência energética no processo produtivo

Nos processos de fabrico e outras atividades do setor que envolvam a queima de combustíveis, como por exemplo aqueles que usam **gás natural, GPL, gasóleo ou fuelóleo, estes podem ser substituídos por alternativas menos poluentes** como o biometano<sup>29</sup> (alternativa ao gás natural) ou os biocombustíveis. Estes são usados nos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, na produção de águas quentes sanitárias e nos refeitórios. O hidrogénio renovável (produzido a partir de eletrólise da água) produzido em Portugal<sup>30</sup> apresenta-se também como uma alternativa ao gás natural. No entanto, o hidrogénio como alternativa ao gás natural está ainda em início de desenvolvimento, é dispendioso e poderá justificar-se apenas nos casos em que é necessário calor de processo (i.e. para fornos e fornalhas) o que não é o caso do setor.

As medidas incluídas neste vetor influenciam a redução de emissões de âmbito 1 e 2 e contemplam a **substituição de combustíveis fósseis por renováveis na maquinaria**, ou seja, sem investir em novos equipamentos pode-se proceder à substituição do gasóleo por combustíveis alternativos de baixo carbono como o biodiesel ou o HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*). A sua incorporação pode ser parcial ou total e feita de forma progressiva.

Uma outra opção é a **utilização de novos equipamentos mais eficientes em obra e/ou elétricos/H<sub>2</sub>**. Neste caso pretende-se substituir equipamentos em fim de vida por equipamentos de última geração. A eletrificação destes veículos de obra é uma tendência crescente e já existem no mercado algumas opções a hidrogénio. Além disso, estes veículos também começam a ser equipados com sistemas digitais que otimizam o trabalho no terreno. A **eletrificação** de equipamentos e processos permite também substituir os combustíveis fósseis, mas pode encontrar dificuldades a nível tecnológico, sobretudo nos fornos e caldeiras, além de exigir um investimento inicial mais elevado.

Ao nível da energia elétrica, o aumento de energia **renovável para consumo próprio, como a utilização de painéis de solar fotovoltaicos**, traz benefícios significativos, tanto ao nível ambiental como económico, contribuindo para a redução das emissões de GEE. As empresas podem gerar a sua própria eletricidade, reduzindo a dependência de fontes externas, o que permite uma melhor gestão dos custos energéticos devido à volatilidade do mercado da energia. Outra alternativa poderá ser a **aquisição de eletricidade renovável** gerada por terceiros através de PPA (Power Purchase Agreement)<sup>31</sup>. As **comunidades de energia** constituem mais uma opção na compra de energia renovável, através de ações energéticas coletivas para apoiar a transição para energias mais limpas. Estas comunidades de energia permitem unir esforços e investir em energias renováveis, sendo especialmente relevantes no caso de clusters industriais com a mesma localização.

O **aumento da eficiência energética é a opção mais custo-eficaz para alcançar a descarbonização a curto prazo** e a nível mundial a medida mais relevante para a neutralidade carbónica até 2050 de acordo com a IEA<sup>32</sup>. Além disso, a maioria das medidas de eficiência resulta em poupanças de custos para as indústrias, reduzindo as faturas de energia e ajudando a amortecer os efeitos de picos inesperados de preços.

O **mapeamento analítico do consumo de energia** é uma das medidas mais fundamentais que antecede qualquer medida de eficiência energética, uma vez que permite identificar as áreas críticas dentro da empresa e definir estratégias para atuação, i.e., as medidas de eficiência energética a implementar em cada indústria. Entre as ações prioritárias no mapeamento dos consumos, destaca-se a implementação de sistemas de monitorização e gestão energética (por ex. ISO 50001) que permitem o controlo dos consumos e permitem a melhoria contínua.

A par destas medidas, é também fundamental existir um **plano de manutenção preventiva** para garantir a máxima optimização de todos os equipamentos e processos e o seu funcionamento contínuo sem avarias. A **digitalização** para controlo de consumos energéticos e para otimização de equipamentos através de ferramentas de simulação ou Inteligência Artificial pode ter um papel transformador nesta matéria.

De grande relevância é a escolha de **equipamentos com maior eficiência**, isto é, utilizando as melhores tecnologias disponíveis, e que tenham uma maior longevidade, com um maior tempo de vida útil.

<sup>29</sup> O biometano (também conhecido como gás natural renovável) tem uma composição idêntica ao gás natural (~85 a 95% de metano), mas ao contrário deste que tem uma origem fóssil, tem origem renovável. É produzido a partir do biogás que por sua vez tem origem na decomposição de matéria orgânica diversa como por exemplo a fração orgânica dos resíduos domésticos, industriais, os resíduos agrícolas e/ou da pecuária.recentemente foi aprovado o PAB – Plano de Ação para o Biometano (Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2024 de 15 de março de 2024) no âmbito do qual se antecipam que venham a surgir diversos incentivos à produção e consumo de biometano em Portugal. Atualizar as notas de rodapé a partir daqui.

<sup>30</sup> Exemplo do vale de hidrogénio na região da Nazaré: <https://www.nghv.pt/>

<sup>31</sup> Contratos de longo prazo entre produtores de energia renovável e consumidores, com garantia de origem.

<sup>32</sup> IEA, (2024). Energy Efficiency, <https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand/energy-efficiency>

Por fim, podem ser adotadas diversas medidas para **aumentar a eficiência energética em obra**, tais como reduzir comportamentos ineficientes como manter as máquinas ligadas sem necessidade ("*idling*" sobretudo em terraplanagem para *dumpers* e camiões até devido a questões de climatização) e/ou minimizar operação das alavancas hidráulicas dos escavadores quando o equipamento já está na capacidade máxima. Note-se que pode haver máquinas a trabalhar até 60% do tempo em verão em ralenti em Portugal. As medidas descritas têm maturidade elevada e estão atualmente disponíveis no mercado. No entanto, estas medidas exigem planeamento e uma gestão continuada.

### 3.3. TRANSPORTES E LOGÍSTICA

O setor dos transportes desempenha um papel essencial no cenário de crise climática, que exige respostas urgentes e assertivas. Na União Europeia, o setor é responsável por cerca de 28% das emissões totais de GEE, com o transporte rodoviário contribuindo com aproximadamente 20%<sup>33,34</sup>. Esta parcela significativa reflete o uso predominante de combustíveis fósseis, que são grandes emissores de CO<sub>2</sub>. O setor da construção tem necessidades elevadas de transporte de materiais, em pesados de mercadorias, e pessoas para a obra, em ligeiros de passageiros. Nos setores dos produtos de construção, há também necessidades significativas de transporte quer das matérias-primas para as fábricas para a fabricação dos produtos (montante), quer da sua distribuição das fábricas para armazéns ou diretamente para a obra (jusante).

Ao nível do transporte e logística poderá efetuar-se a **otimização de cargas e transporte** recorrendo a um conjunto de medidas que permitem gerir a frota de forma mais eficaz, devendo, no entanto, dar-se nota de que já muitas medidas são tomadas pelas empresas de construção em Portugal. De entre estas medidas a adotar destacam-se:

1. Manutenção preventiva
2. Capacitação de condutores
3. Otimização de rotas e logística
4. Monitorização de dados e telemetria

Podem ainda considerar-se opções como a alteração de modos de transporte, tanto de cargas como de passageiros, por exemplo, do modo rodoviário para ferroviário, ou do modo aéreo para rodoviário. Outras opções, ao nível da deslocação dos trabalhadores, incluem ainda teletrabalho, mobilidade partilhada, promoção de modos suaves e/ou coletivos.

A **substituição dos combustíveis fósseis na frota automóvel** é já uma solução no mercado para a incorporação de combustíveis alternativos de baixo carbono como o biodiesel, biogás ou o HVO, de forma parcial ou total e assim reduzir o consumo de gasóleo. A longo prazo, é expectável que surjam opções para viaturas pesadas de mercadorias como o hidrogénio ou a eletricidade. No caso das viaturas de ligeiros de passageiros, a eletrificação já é uma opção competitiva para empresas.

### 3.4. ECODESIGN, INOVAÇÃO E DIGITALIZAÇÃO

Procurar promover o desenvolvimento de produtos e processos que integrem princípios de ecodesign desde a fase de conceção, incorporando tecnologias emergentes, materiais sustentáveis e soluções inovadoras, com o objetivo de minimizar impactes ambientais ao longo de todo o ciclo de vida, aumentar a eficiência operacional e reduzir as emissões, assegurando, desta forma, a aceleração da transição para uma economia circular e descarbonizada.

A **digitalização dos fluxos operacionais de produção**, i.e., a integração de tecnologias digitais (software, sensores, automação, IoT, análise de dados) em todas as etapas do processo produtivo: desde a gestão de matérias-primas, transporte para o local, cortes e acabamentos em obra, até à montagem/utilização do produto permite otimizar recursos, reduzir desperdícios, aumentar a eficiência energética e diminuir emissões indiretas de CO<sub>2</sub> associadas a ineficiências operacionais. Como exemplo temos a digitalização recorrendo a modelos 3D que facilitam a construção à escala do edifício (BIM – *Building Integrated Modelling*) ou da cidade (ex. via *Digital Twins*) ou a utilização de drones e Inteligência Artificial para melhorar a análise dos locais de construção garantindo uma alocação eficiente de recursos.

<sup>33</sup> Parlamento Europeu, (2019) Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20191129STO67756/os-numeros-das-emissoes-do-trafego-aereo-e-do-transporte-maritimo-de-mercadorias>

<sup>34</sup> SLOCAT, (2023). Global Status Report on Transport, Climate and Sustainability - 3<sup>rd</sup> Edition <[www.tcc-gsr.com](http://www.tcc-gsr.com)>

## 3.5. CAPTURA DE CARBONO E COMPENSAÇÃO

Como complementar aos vetores de descarbonização anteriormente descritos, consideram-se as tecnologias de captura de carbono e a compensação de emissões de GEE.

**A captura, armazenamento e utilização de CO<sub>2</sub>** (*Carbon capture, utilisation and storage - CCUS*) é uma tecnologia para determinados processos industriais nos quais a eletrificação ou a utilização de gases 100% renováveis não é uma hipótese. Nesses casos, não é possível reduzir todas as fontes de emissões de GEE e o CCUS apresenta-se como uma alternativa viável que captura o residual de emissões. O CO<sub>2</sub> é capturado, transportado e depositado de forma permanentemente em locais adequados a tal ou em que o CO<sub>2</sub> capturado é utilizado na produção de produtos e assegurando que a sua fixação nestes seja permanente. O CCUS é essencial no setor cimenteiro para reduzir as emissões de processo que provêm das matérias-primas utilizadas. De uma forma simplificada, o CCUS envolve que uma entidade que seja emissora destes gases os capture e trate adequadamente para serem transportados para um local de deposição final sendo estas duas últimas operações normalmente efetuadas por empresas externas. O CO<sub>2</sub> capturado e depositado em locais subterrâneos devidamente licenciados para o efeito (CCUS) terá o seu tratamento adequado dentro do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) e com reconhecimento efetivo de redução de emissões no produto.

Outro vetor de descarbonização consiste na compensação de emissões de CO<sub>2</sub> por via de sumidouros como florestas e matos. As plantas nos diversos ecossistemas naturais absorvem CO<sub>2</sub> da atmosfera durante a fotossíntese tendo um balanço líquido de sumidouro de carbono. Este intercâmbio pode ocorrer dentro do mesmo país ou em mercados de carbono internacionais.

A **compensação de emissões deve ser encarada como um complemento da mitigação** de emissões e não como a principal forma de mitigar. Deverá ser encarada como uma solução para se poder atingir a neutralidade carbónica lidando com a fração das emissões de geradas que não podem ser evitadas (como por exemplo em algumas das deslocações aéreas). Em Portugal, em janeiro de 2024 foi criado o **Mercado Voluntário de Carbono (MVC)** nacional que irá facilitar o investimento em projetos de mitigação em território nacional por “indivíduos, instituições públicas, organizações privadas ou empresas que pretendam compensar emissões de GEE de uma determinada atividade, serviço ou evento”<sup>35</sup>. No portal [www.mvcarbono.pt](http://www.mvcarbono.pt) pode ser consultada informação sobre o funcionamento do mercado, sobre os requisitos para participação e sobre as metodologias de carbono, entre outros.

Existe uma grande variação **no preço de mercado voluntário dos créditos de carbono**, com soluções desde 1 a 35 €/tCO<sub>2</sub> dependendo da tipologia do projeto e do conjunto de outros benefícios que o mesmo apresenta, quer ao nível de melhoria da qualidade ambiental (para além da mitigação de emissões de GEE), quer ao nível da melhoria social, como por exemplo o combate à pobreza.

Contudo, no caso da compensação de emissões de CO<sub>2</sub> por via de sumidouros como florestas e matos, as emissões compensadas não podem ser subtraídas às do setor. Devem ser reportadas de forma individualizada, indicando: (a) o âmbito da compensação e/ou neutralização, (b) o volume de emissões de GEE que são compensadas e (c) quais os créditos de carbono que foram utilizados, incluindo o esquema de standard e o tipo de projeto adotados<sup>36</sup>.

## 3.6. SÍNTESE DAS MEDIDAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Com base nos cinco vetores de descarbonização foram estudadas medidas específicas de descarbonização para o setor da construção e para cada um dos produtos de construção em estudo, que são apresentados nas tabelas seguintes. As medidas foram avaliadas em sede de auscultação ao setor, com especialistas em cada uma das indústrias e do setor da construção, através de dois workshops, entrevistas e acelerador de empresas. O resultado da avaliação realizada pelos especialistas, às medidas de descarbonização em cada setor, pode ser consultado em relatório próprio, disponível no website do projeto<sup>37</sup>. Para efeitos de modelação foi necessário adaptar algumas das medidas para assegurar a total correspondência às fases de ciclo de vida do produto e, nalguns casos, algumas medidas foram agregadas numa só medida, que foi efetivamente modelada.

A Tabela 8 apresenta cada medida de descarbonização e a sua taxa de implementação no ano de referência e a que se prevê adotar em cada decénio. Para cada uma, são ainda apresentados os vetores energéticos impactados, para efeitos de modelação.

<sup>35</sup> República Portuguesa (2024). <https://www.portugal.gov.pt/gc24/comunicacao/comunicado?i=governo-operacionaliza-mercado-voluntario-de-carbono-e-incentiva-o-surgimento-de-projetos->

<sup>36</sup> Turismo de Portugal, I.P. e NOVA Tourism and Hospitality Platform (2021). Guia Neutralidade Carbónica nos Empreendimentos Turísticos – Turismo sustentável: um melhor Futuro para (com) todos. 9 Março de 2021. Disponível em: <https://business.turismodeportugal.pt/SiteCollectionDocuments/sustentabilidade/guia-neutralidade-carbonica-nos-empreendimentos-turisticos.pdf>

<sup>37</sup> <https://construction2zero.pt/>

Tabela 8 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor da Construção

Construção e Obras Públicas						
Medidas de descarbonização		Taxa de implementação considerada (%)				Vetor energético modelado
		2023	2030	2040	2050	
<b>M1</b>	Produção de eletricidade nas instalações por solar PV	1,50%	15%	30%	40%	Consumo total de eletricidade
<b>M2</b>	Eletricidade renovável na rede elétrica nacional	65% e-FER	85% e-FER	90% e-FER	95% e-FER	Consumo total de eletricidade
<b>M3</b>	Eficiência energética em obra adotando comportamentos mais eficientes	-	2%	2%	2%	Consumo de combustível, face a 2023
<b>M4</b>	Utilização de novos equipamentos de construção (mais eficientes) de base fóssil	-	5%	10%	10%	Consumo de combustível, face a 2023
<b>M5</b>	Substituição de combustíveis fósseis por HVO e biodiesel nos equipamentos existentes	Gasóleo e fueóleo	10%	32%	62%	Gasóleo substituído por biodiesel. Fuelóleo 100% substituído por 90% biodiesel e 10% HVO
<b>M6</b>	Utilização de novos equipamentos em obra a eletricidade e hidrogénio renovável	Gasóleo e fueóleo	10%	32%	62%	Gasóleo substituído por 50% eletricidade e 50% H <sub>2</sub> . Fuelóleo substituído por H <sub>2</sub> .
<b>M7</b>	Otimização de cargas e transporte	-	1%	1%	1%	Consumo de combustível, face a 2023
<b>M8</b>	Substituição da frota de veículos de ligérios de passageiros por veículos elétricos	Gasóleo	15%	60%	95%	Consumo de combustível
<b>M9</b>	Substituição da frota de veículos de ligérios de mercadorias por veículos a HVO e elétricos	Gasóleo	15%	45%	70%	Gasóleo substituído por veículos elétricos e HVO
<b>M10</b>	Substituição da frota de veículos pesados de mercadorias por veículos a HVO	100% gasóleo	15%	45%	70%	Consumo de combustível
<b>M11</b>	Privilegiar a utilização de materiais com baixo carbono incorporado	-	aço: 10%; cimento: 26%; tijolo: 20%; vidro: 10%	aço: 55%; cimento: 63%; tijolo: 64%; vidro: 48%	aço: 80%; cimento: 100%; tijolo: 93%; vidro: 85%	Redução da intensidade carbónica do aço, tijolo, cimento e vidro de acordo com trajetórias de Roteiros europeus e nacional
<b>M12</b>	Redução da utilização de materiais virgens devido à reutilização de materiais e elementos de construção	-	aço: 5%; cimento: 5%; vidro: 15%	aço: 10%; cimento: 10%; vidro: 40%	aço: 16%; cimento: 18%; vidro: 50%	Redução da utilização de materiais comparado com 2023

As Tabelas seguintes (Tabelas 9 a 13) apresentam as medidas estudadas para cada produto de construção.

Tabela 9 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor das Outras Obras de Carpintaria para a Construção

Outras Obras de Carpintaria para a Construção						
Medidas de descarbonização		Taxa de implementação considerada (%)				Vetor energético modelado
		2023	2030	2040	2050	
<b>M1</b>	Utilização de matéria-prima de origem certificada (gestão sustentada das florestas)	82%	86%	97%	100%	Consumo de matéria-prima
<b>M2</b>	Substituição de combustíveis fósseis por outros alternativos nos processos de extração e processamento de matérias-primas da carpintaria para a construção	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
<b>M3</b>	Melhoria de eficiência e substituição de combustíveis fósseis por outras alternativas no transporte de matérias-primas e produto final no transporte rodoviário	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível

Tabela 10 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor dos Produtos de Betão

Produtos de Betão						
Medidas de descarbonização		Taxa de implementação considerada (%)				Vetor energético modelado
		2023	2030	2040	2050	
<b>M1</b>	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento de agregados e aumento da reciclagem em fim de vida	0%	15%	45%	70%	Consumo de matéria-prima
<b>M2</b>	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento de matérias-primas	0%	15%	45%	70%	Consumo de energia
<b>M3</b>	Aumento da descarbonatação da matéria-prima	0%	3,5%	6%	8%	Consumo de matéria-prima
<b>M4</b>	Descarbonização da produção de aço	10%	33%	55%	80%	Consumo de matéria-prima
<b>M5</b>	Incorporação do clínquer no cimento	76% <sup>38</sup>	65%	63%	<60%	Consumo de matéria-prima
<b>M6</b>	Substituição de combustíveis fósseis por outros alternativos nos processos de extração e processamento de matérias-primas do cimento e de agregados	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
<b>M7</b>	Utilização de combustíveis alternativos (coprocessamento) na produção de clínquer	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
<b>M8</b>	Melhoria de eficiência e substituição de combustíveis fósseis por outras alternativas no transporte de matérias-primas e no de produto	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
<b>M9</b>	Aumento da eletricidade renovável na rede elétrica nacional	65% e-FER	85% e-FER	90% e-FER	95% e-FER	Consumo total de eletricidade

38 Valor da média nacional de incorporação de clínquer em 2017. Fonte: ATIC. (2021). Roteiro para a Neutralidade Carbônica 2050.

Tabela 11 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor do Betão Pronto

Betão Pronto						
Medidas de descarbonização	Taxa de implementação considerada (%)				Vetor energético modelado	
	2023	2030	2040	2050		
M1	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento de agregados e aumento da reciclagem em fim de vida	0%	15%	45%	70%	Consumo de matéria-prima
M2	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento de matérias-primas	0%	15%	45%	70%	Consumo de energia
M3	Aumento da descarbonatação da matéria-prima	0%	3,5%	6%	8%	Consumo de matéria-prima
M5	Redução de incorporação do clínquer no cimento	-	65%	63%	<60%	Consumo de matéria-prima
M6	Substituição de combustíveis fósseis por outros alternativos nos processos de extração e processamento de matérias-primas do cimento e de agregados	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
M8	Melhoria de eficiência e substituição de combustíveis fósseis por outras alternativas no transporte de matérias-primas e no de produto	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
M9	Aumento da eletricidade renovável na rede elétrica nacional	65% e-FER	85% e-FER	90% e-FER	95% e-FER	Consumo total de eletricidade

Tabela 12 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor das Argamassas

Argamassas						
Medidas de descarbonização	Taxa de implementação considerada (%)				Vetor energético modelado	
	2023	2030	2040	2050		
M1	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento de agregados	0%	15%	45%	70%	Consumo de matéria-prima
M2	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento de matérias-primas	0%	15%	45%	70%	Consumo de energia
M3	Substituição de combustíveis fósseis por outros alternativos nos processos de extração e processamento de matérias-primas do cimento e de agregados	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
M4	Melhoria de eficiência e substituição de combustíveis fósseis por outras alternativas no transporte de matérias-primas e no de produto	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
M5	Aumento da eletricidade renovável na rede elétrica nacional	65% e-FER	85% e-FER	90% e-FER	95% e-FER	Consumo total de eletricidade

Tabela 13 - Síntese das medidas de descarbonização modeladas no setor das Misturas Betuminosas

Mistura Betuminosas						
Medidas de descarbonização		Taxa de implementação considerada (%)				Vetor energético modelado
		2023	2030	2040	2050	
<b>M1</b>	Aumento de eficiência na fase de extração e processamento das matérias-primas	0%	15%	45%	70%	Consumo de matéria-prima
<b>M2</b>	Incorporação de material fresado no pavimento	0%	4%	12%	20%	Consumo de matéria-prima
<b>M3</b>	Incorporação de matérias-primas recicladas nos produtos finais	0%	13%	39%	65%	Consumo de matéria-prima
<b>M4</b>	Descarbonização do processo de produção do betume	0%	13%	39%	65%	Consumo de matéria-prima
<b>M5</b>	Melhoria de eficiência e substituição de combustíveis fósseis por outras alternativas no transporte de matérias-primas e no de produto	0%	15%	45%	70%	Consumo de combustível
<b>M6</b>	Eletrificação dos processos de fabricação	65%	88%	97%	100%	Consumo de combustível
<b>M7</b>	Aumento da eletricidade renovável na rede elétrica nacional	65% e-FER	85% e-FER	90% e-FER	95% e-FER	Consumo total de eletricidade

# 4. TRAJETÓRIAS DE DESCARBONIZAÇÃO

## 4.1. PRESSUPOSTOS

A definição de trajetórias de descarbonização permite projetar o impacte das medidas de mitigação nas emissões de GEE ao longo do tempo, avaliando diferentes níveis de ambição tecnológica, operacional e regulatória.

A partir da situação de referência (o ano de 2023) foram desenvolvidas projeções de evolução económica e produtiva até 2050 em articulação com o setor. Com base nessas projeções foi desenvolvida a trajetória *Business-As-Usual*, onde se assume a manutenção da intensidade carbónica da situação de referência. É a partir da trajetória BAU que são depois desenvolvidas as trajetórias de descarbonização.

Na ausência de projeções específicas para o setor da construção e atividades industriais associadas nos documentos estratégicos de referência a nível nacional, PNEC2030 e RNC2050, foi assumida a projeção para a **produção nacional de cimento**. Esta projeção considera um abrandamento na taxa de crescimento anual, passando de -0,27% entre 2025 e 2034, a -0,23% entre 2035 e 2050. Com base na auscultação ao setor e considerando a elevada incerteza quanto à evolução económica do setor, foi assumido que este abrandamento na taxa de crescimento anual se assemelha ao que acontecerá ao setor da construção e a todos os produtos de construção.

### TRAJETÓRIA BUSINESS-AS-USUAL

A trajetória de referência ***Business-As-Usual*** assume a manutenção da situação atual (2023), do seu perfil tecnológico, energético e carbónico, e a taxa de crescimento anual prevista para o setor, não contemplando qualquer medida de descarbonização.

Foi considerado um cenário de evolução económica conservador no que respeita ao crescimento de atividade, que acompanha a previsão da evolução da produção de cimento considerada na revisão do PNEC2030 e RNC2050, conforme a Tabela 14. Esta projeção de evolução do setor é doravante designada BAU e pressupõe uma manutenção da atividade em níveis próximos dos verificados em 2023.

Tabela 14 – Evolução da produção de cimento considerada na revisão do PNEC2030 e RNC2050

Anos	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Produção nacional de cimento (Mt)	5,63	4,57	4,53	4,47	4,41	4,36	4,31	4,26
Taxa anual de crescimento (%)		15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
	-0,04	-0,002	-0,0027	-0,0027	-0,0023	-0,0023	-0,0023	-0,0023

De referir que para o BAU, para 2025 assume a manutenção da atividade idêntica aos valores de 2023.

Tendo por base esta projeção de crescimento do setor, obtém-se a trajetória BAU onde se considera o crescimento linear das emissões para todos os subsetores (Tabela 15).

Tabela 15 – Evolução das emissões de GEE (ktCO<sub>2</sub>e) de âmbito 1 e 2 na trajetória BAU

Emissões de GEE (ktCO <sub>2</sub> e)	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Construção e Obras Públicas	373,01	372,96	372,91	372,86	372,82	372,78
Carpintaria para a Construção	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59
Produtos de Betão	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94
Betão Pronto	21,68	21,68	21,67	21,67	21,67	21,67
Argamassas	19,69	19,69	19,69	19,68	19,68	19,68
Misturas Betuminosas	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86

Na trajetória BAU assume-se que os vetores energéticos, tecnologias e práticas industriais se mantêm como são hoje, perspetivando-se assim um aumento das necessidades energéticas, e consequentemente de emissões de GEE. A Figura 12 apresenta as emissões de GEE para os seis setores em estudo, tendo em conta a trajetória BAU. Esta trajetória, que considera uma perspetiva de crescimento na produção quase nula, observa-se em 2050 a **manutenção da mesma quantidade de emissões de GEE** que se observa na projeção de referência.

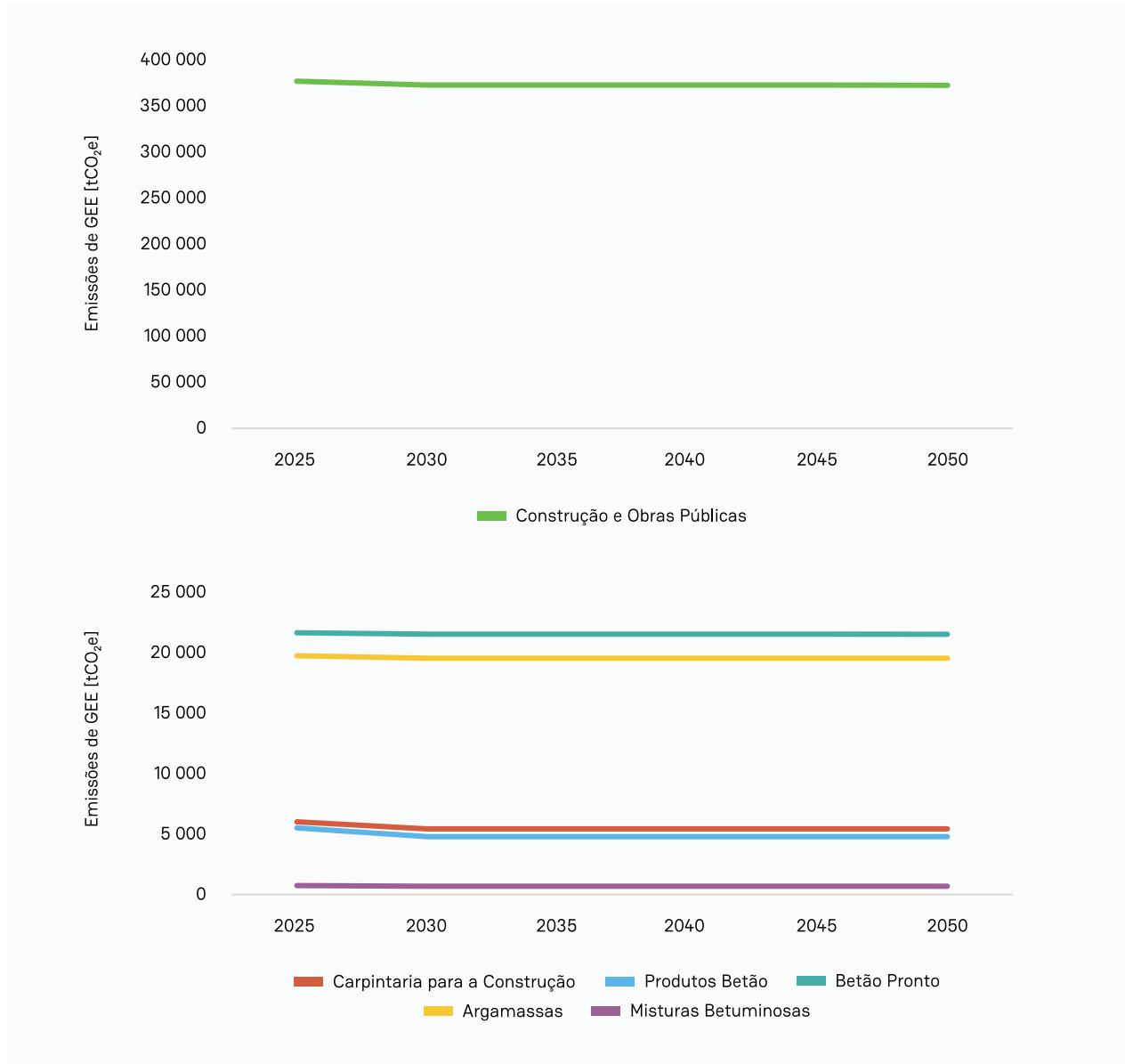


Figura 12 - Emissões de GEE de âmbito 1 e 2 no cenário BAU para o setor da construção (em cima) e os cinco produtos de construção (em baixo)

### TRAJETÓRIA BASELINE

A trajetória **Baseline** assume que a transformação decorre principalmente de fatores exógenos, isto é, que não se encontram na influência direta das empresas de cada setor. Assume as tendências de descarbonização em setores que impactam diretamente cada um dos setores em análise.

### TRAJETÓRIA NEUTRALIDADE CARBÓNICA

A trajetória **Neutralidade Carbónica (NC)** inclui todas as medidas de descarbonização passíveis de implementar pelos respetivos setores. Inclui também as medidas de descarbonização dos setores que o impactam diretamente e que foram incluídas na trajetória Baseline.

Com base no potencial de cada uma das medidas de descarbonização aplicáveis a cada setor, na avaliação de custos e nas projeções de crescimento até 2050, apresentam-se as trajetórias custo-eficientes para o setor da Construção e para cada um dos produtos de construção. Esta trajetória pressupõe o objetivo de Neutralidade Carbónica em 2050.

## 4.2. CONSTRUÇÃO

De acordo com a modelação de trajetórias elaborada para o Setor da Construção, é possível alcançar uma redução de 93% das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário NC, quando comparado com o cenário BAU.

A Figura 13 apresenta a comparação das emissões em cada etapa do ciclo de vida do setor da Construção, na situação de referência (2025) e no cenário Neutralidade Carbónica (2050). Destaca-se que a maior diminuição de emissões ocorre nas fases de extração de matérias-primas, fabricação e transporte:

- **Matérias-primas** – A redução observada resulta essencialmente de duas medidas: a diminuição de utilização de materiais de construção intensivos em carbono, devido à reutilização de materiais e elementos de construção, e a preferência por materiais com baixo carbono incorporado, nomeadamente, aço, cimento, tijolo e vidro.
- **Fabricação** - O decréscimo verificado decorre devido à descarbonização da rede elétrica nacional, bem como da redução do consumo de combustíveis fósseis durante o processo de construção. Esse efeito pode resultar de: a) aumento da utilização de energias renováveis nas atividades de construção, designadamente através da produção local de eletricidade com painéis fotovoltaicos; b) melhorias na eficiência energética nos estaleiros de construção; c) adoção de equipamentos mais eficientes, ainda que de base fóssil.
- **Transporte** – Prevê-se uma diminuição de cerca de 97% nas emissões associadas ao transporte de matérias-primas, abrangendo as componentes rodoviária e marítima. Embora as projeções de descarbonização do transporte marítimo serem ambiciosas, a substituição de combustíveis fósseis por alternativas de baixo carbono não é suficiente para permitir a descarbonização total desta etapa.

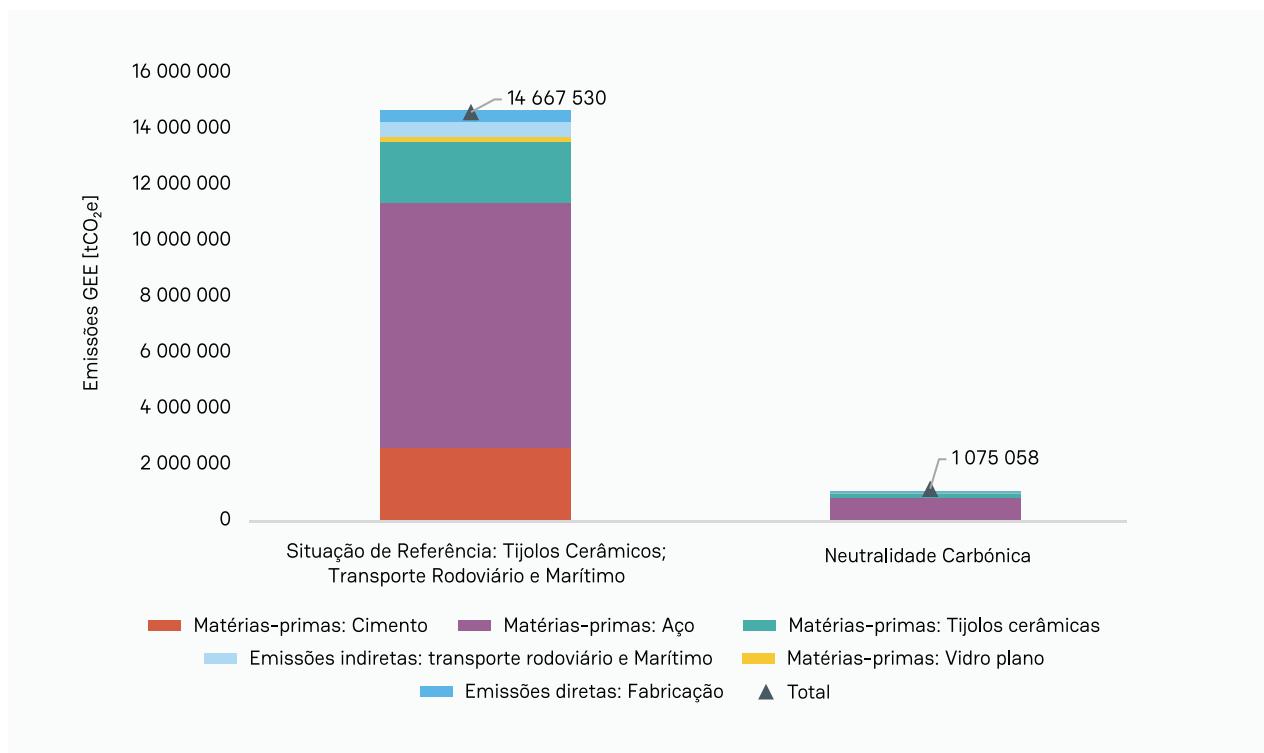


Figura 13 - Comparação da situação de referência (2025) e do cenário Neutralidade Carbónica (2050), para as etapas de ciclo de vida do Setor de Construção

Na Figura 14 pode observar-se o comportamento de cada uma das etapas analisadas ao longo do período em análise, entre 2025 e 2050, para cada um dos cenários apresentados.

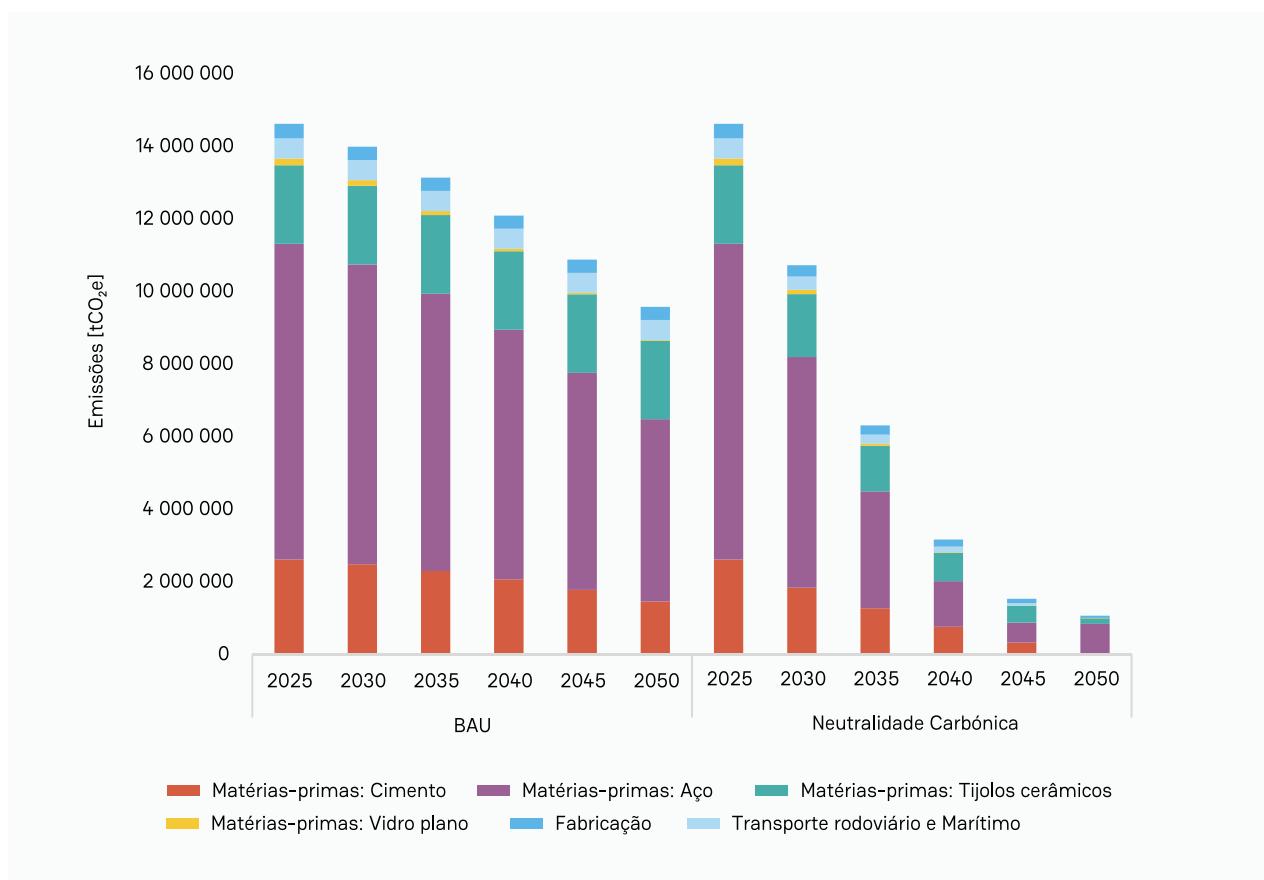


Figura 14 – Comparação das trajetórias BAU e NC, para as etapas de ciclo de vida do Setor de Construção, ao longo do período em análise

A Figura 15, representa a evolução das emissões de GEE associadas ao setor em estudo, no horizonte temporal de 2025 a 2050, considerando as duas trajetórias apresentadas anteriormente.

Na trajetória de **Neutralidade Carbónica**, verifica-se uma diminuição acentuada e regular das emissões, entre 2025 e 2035, sendo que entre 2035 e 2045 existe uma desaceleração progressiva na diminuição de emissões, que se mantém até 2050. Esta redução resulta essencialmente da substituição progressiva dos combustíveis fósseis por alternativas de menor intensidade carbónica e da descarbonização gradual da rede elétrica nacional e das medidas que impactam diretamente a etapa das matérias-primas. Após a implementação de todas as medidas identificadas, as emissões não podem ser reduzidas para além de 1075 058 tCO<sub>2</sub>e. O valor remanescente de emissões em 2050 deve-se essencialmente à utilização de aço, cuja produção não é totalmente descarbonizada até 2050, atingindo apenas 80% de redução de emissões. Dado que a total descarbonização na produção de aço deverá ocorrer após 2050, o setor de construção poderá recorrer à adoção de medidas de compensação de emissões de GEE de forma a neutralizar as emissões remanescentes.

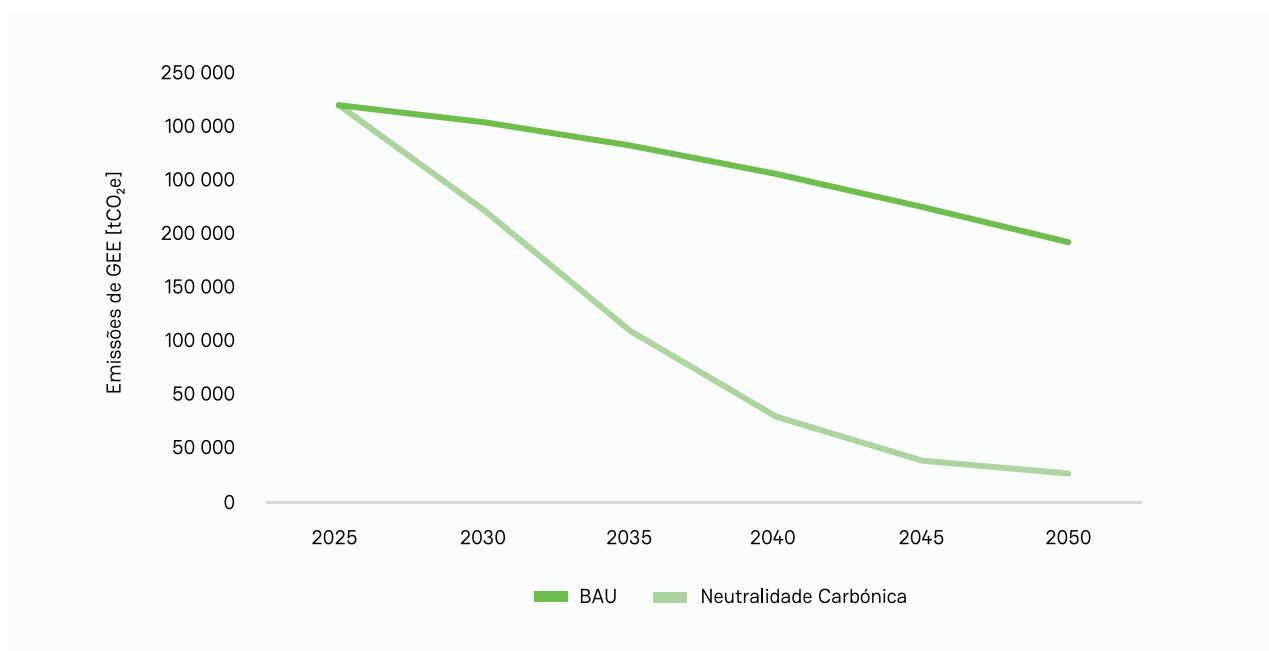


Figura 15 – Trajetórias BAU e Neutralidade Carbónica no setor de Construção

## 4.3. PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO

Para um nível de informação mais detalhado sobre cada um dos produtos de construção, devem ser consultados os Manuais Setoriais desenvolvidos no âmbito do Roteiro C2<sub>Z</sub><sup>39</sup>.

### OUTRAS OBRAS DE CARPINTARIA

De acordo com a modelação de trajetórias elaborada para o setor das Outras obras de Carpintaria, é possível alcançar uma redução de 91% das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário NC, quando comparado com o cenário BAU.

A Figura 16 apresenta a comparação das emissões em cada etapa do ciclo de vida consideradas para as Obras de Carpintaria, nas diferentes trajetórias. Destaca-se que a maior diminuição de emissões ocorre nas fases de extração de matérias-primas, fabricação e transporte:

- **Matérias-primas** – A redução resulta sobretudo da crescente utilização de matéria-prima proveniente de florestas certificadas e de gestão sustentável, o que contribui significativamente para a redução das emissões de GEE;
- **Fabricação** – O decréscimo decorre essencialmente da descarbonização da rede elétrica nacional, uma vez que nesta etapa o único vetor energético considerado é a eletricidade;
- **Transporte** – Prevê-se uma diminuição de cerca de 70% no transporte a jusante e 76% no transporte a montante. Este último integra componente rodoviária e marítima. Apesar de as projeções de descarbonização do transporte marítimo serem ambiciosas, a substituição de combustíveis fósseis não é suficiente para permitir a descarbonização total desta etapa.

39 Disponíveis para consulta no website do projeto, <https://construction2zero.pt/>

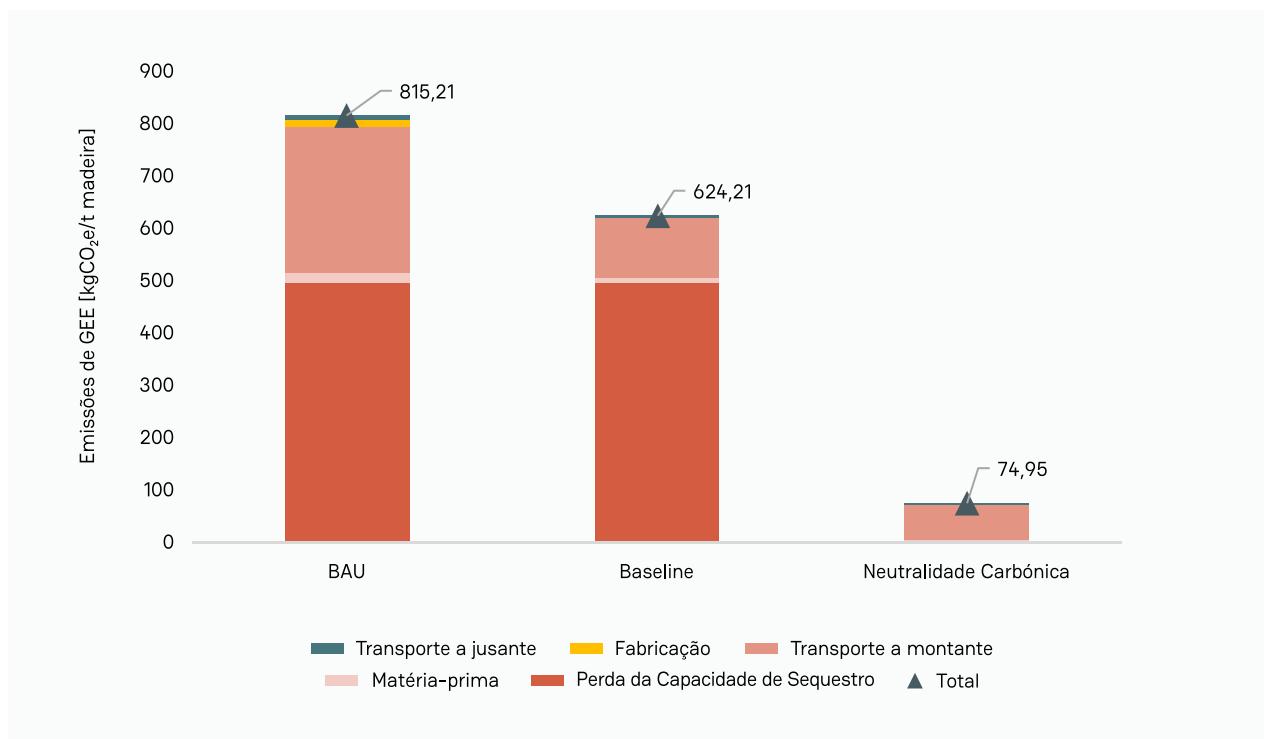


Figura 16 – Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3, para as trajetórias BAU, Baseline e NC, para o setor de Outras Obras de Carpintaria em 2050

A Figura 17, representa a evolução das emissões de GEE associadas ao produto em questão, no horizonte temporal de 2025 a 2050, considerando os três cenários apresentados anteriormente. No cenário de Neutralidade Carbónica, verifica-se a partir de 2035 uma quebra acentuada das emissões, que se mantém até 2050. Esta redução resulta essencialmente da substituição progressiva dos combustíveis fósseis por alternativas de menor intensidade carbónica e da descarbonização gradual da rede elétrica nacional.

Após a implementação de todas as medidas identificadas, as emissões não podem ser reduzidas para além de 57 300 tCO<sub>2</sub>e. No entanto, este valor poderá ser neutralizado através da adoção de medidas de compensação, permitindo alcançar a neutralidade do setor.

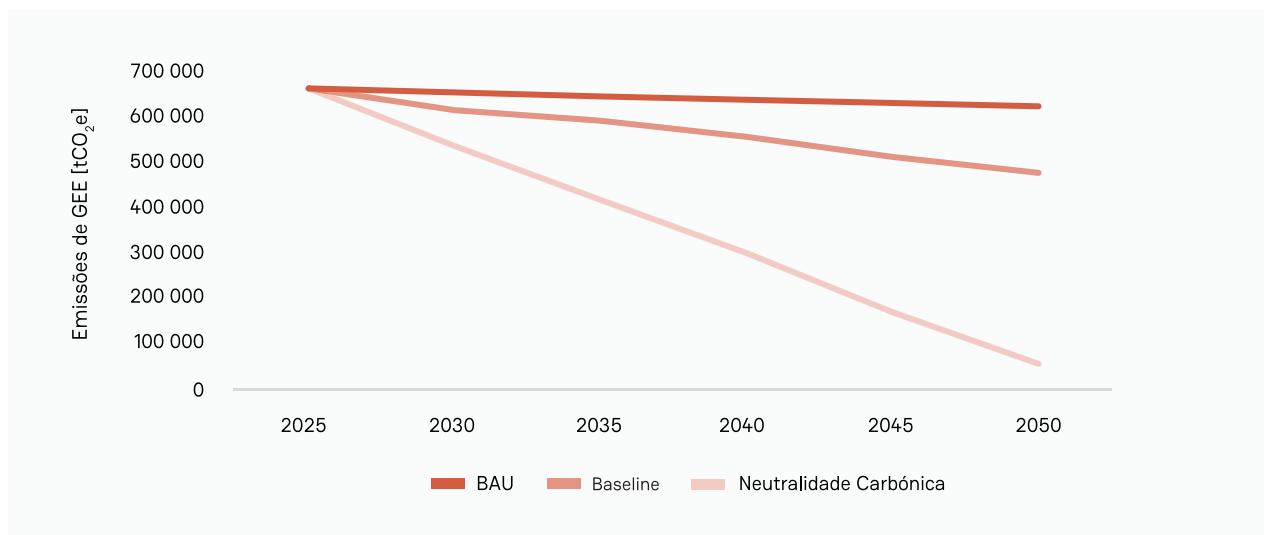


Figura 17 – Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para Outras obras de Carpintaria

## PRODUTOS DE BETÃO

A modelação de cenários elaborada para o setor dos Produtos de Betão, permite alcançar a redução da totalidade das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário NC, quando comparado com o cenário BAU.

A Figura 18, apresenta a comparação das emissões em cada etapa do ciclo de vida consideradas para os Produtos de Betão, nos diferentes cenários. Destaca-se que a maior diminuição de emissões ocorre nas fases de extração de matérias-primas, fabricação e transporte:

- **Matérias-primas** – A redução nesta categoria resulta principalmente da substituição dos agregados e do cimento por matérias-primas alternativas, pelo aumento da eficiência dos processos de extração e pela substituição dos combustíveis fósseis a montante.
- **Fabricação** – A redução decorre essencialmente da progressiva descarbonização da rede elétrica nacional;
- **Transporte** – Prevê-se uma diminuição de cerca de 70% das emissões de GEE no transporte a jusante e a montante, decorrentes da utilização de combustíveis alternativos aos fósseis.

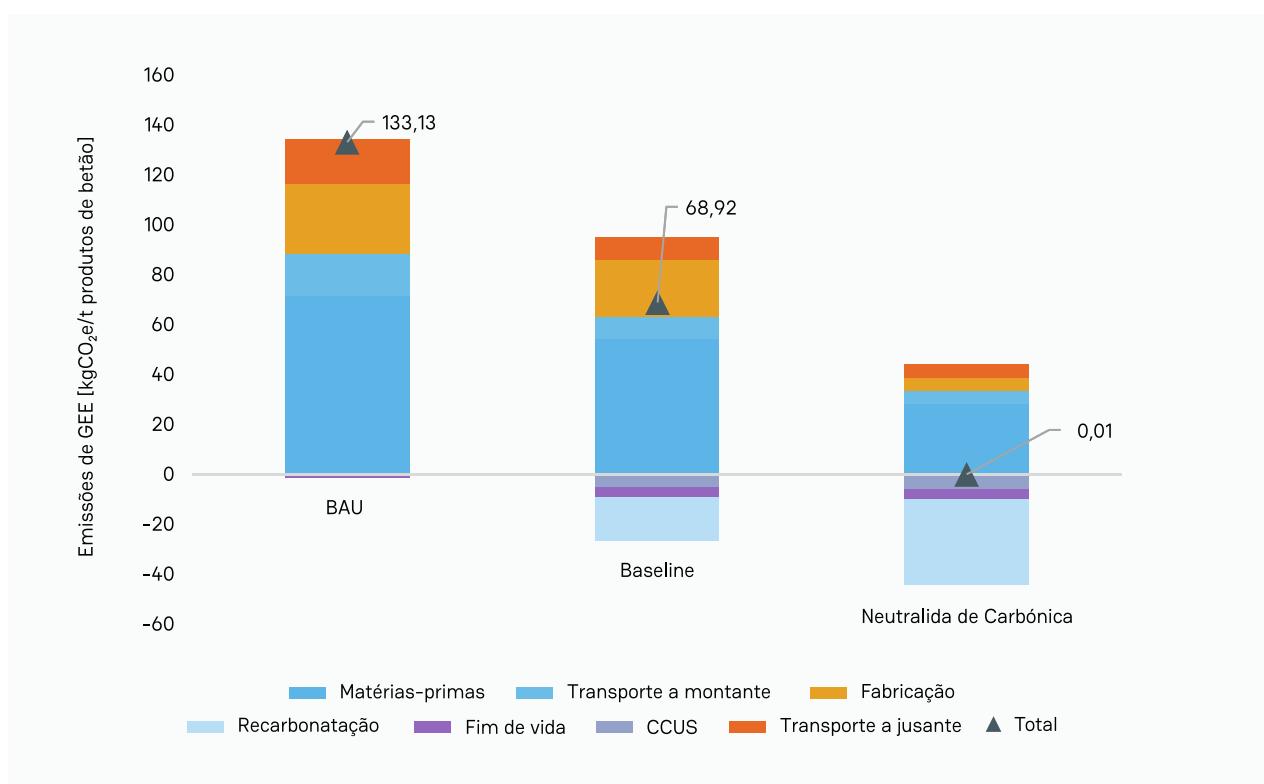


Figura 18 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3 nas três trajetórias, para o setor dos Produtos de Betão em 2050

A Figura 19, ilustra a evolução das emissões de GEE associadas ao produto em questão, no horizonte temporal de 2025 a 2050, considerando os três cenários apresentados anteriormente.

Observam-se em 2030, 2040 e 2045 quebras acentuadas que resultam principalmente de alterações ao nível das matérias-primas, tanto de agregados como do cimento, mas também da implementação de tecnologias de captura e armazenamento de carbono, fundamentais neste setor para assegurar o cumprimento da neutralidade carbónica em 2050.

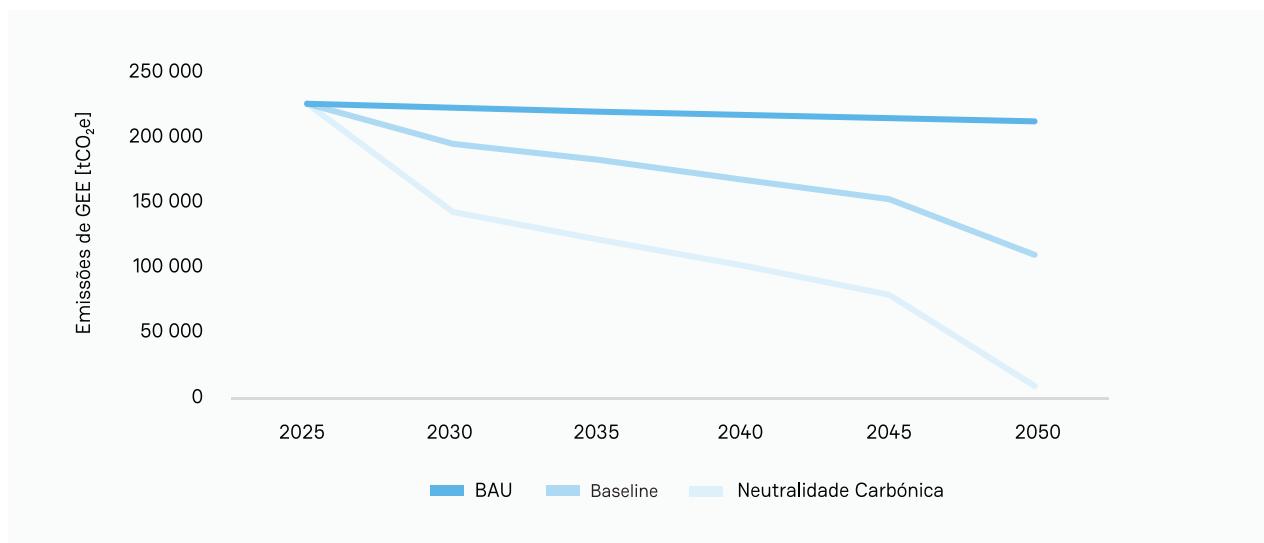


Figura 19 – Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para os Produtos de betão

## BETÃO PRONTO

De acordo com a modelação de trajetórias elaborada para o setor do Betão Pronto, à semelhança do setor dos Produtos de Betão, é possível alcançar uma redução de cerca de 100% das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário NC, quando comparado com o cenário BAU.

A Figura 20, apresenta a comparação das emissões em cada etapa do ciclo de vida consideradas para o setor do Betão Pronto, nos diferentes cenários. Destaca-se que a maior diminuição de emissões ocorre nas fases de extração de matérias-primas, fabricação e transporte:

- Matérias-primas** – Uma vez mais, a redução nesta categoria resulta principalmente da substituição dos agregados e do cimento por matérias-primas alternativas, pelo aumento da eficiência dos processos de extração e substituição de combustíveis a montante.
- Fabricação** – A redução decorre essencialmente da progressiva descarbonização da rede elétrica nacional;
- Transporte** – Prevê-se novamente uma diminuição de cerca de 70% no transporte a jusante e a montante.

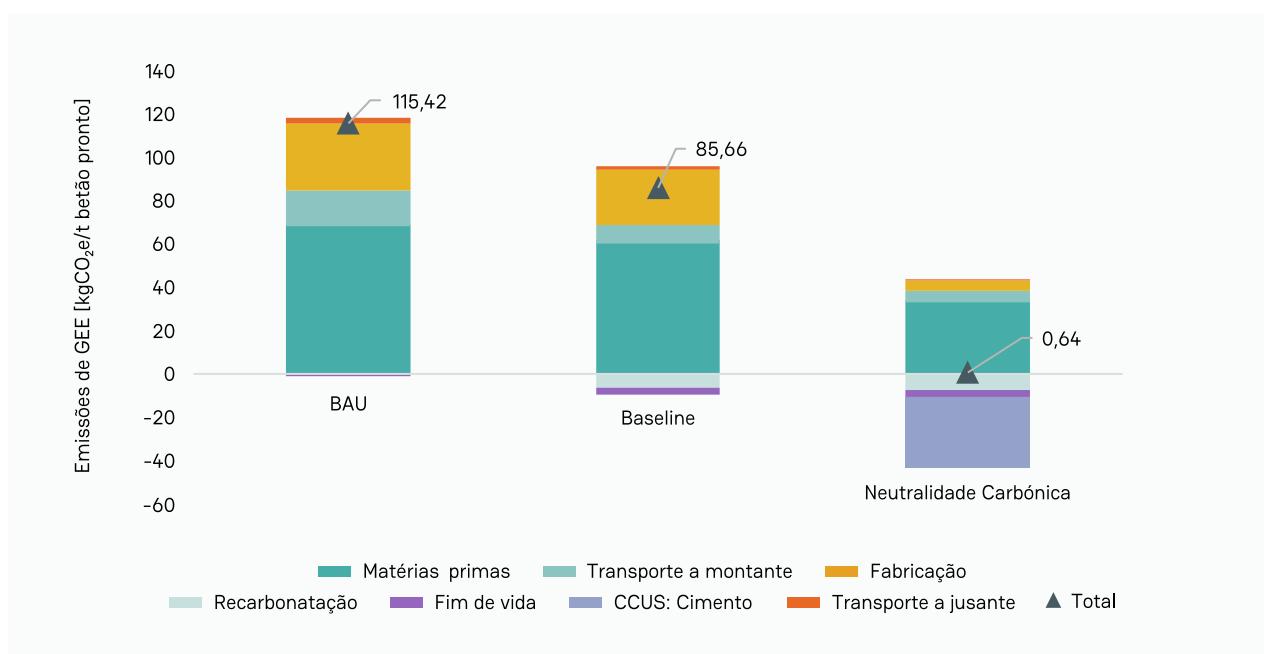


Figura 20 – Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3 para as três trajetórias, para o setor do Betão Pronto em 2050

A Figura 21 ilustra a evolução das emissões de GEE associadas ao Betão Pronto, no horizonte temporal de 2025 a 2050, considerando os três cenários apresentados anteriormente.

Observam-se em 2030 e 2040 quebras acentuadas que resultam principalmente de alterações ao nível das matérias-primas, tanto agregados como do cimento, mas também da implementação de tecnologias de captura e armazenamento de carbono, fundamentais neste setor para assegurar o cumprimento da neutralidade carbónica em 2050.

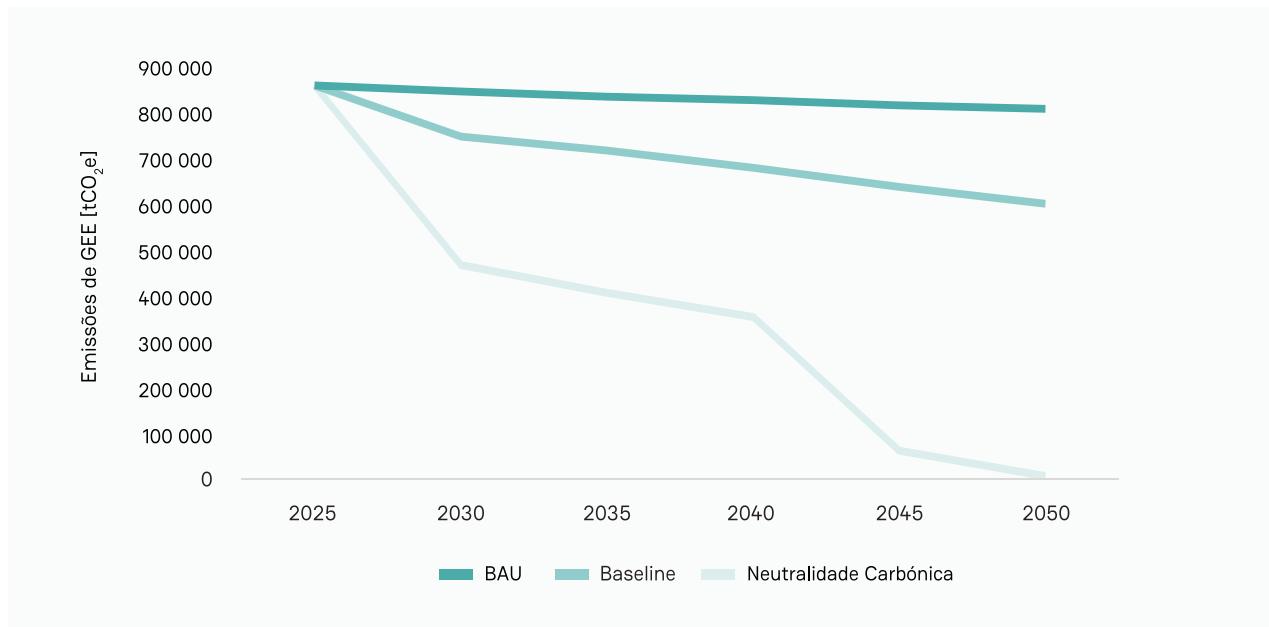


Figura 21 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para o Betão Pronto

## ARGAMASSAS

De acordo com a modelação de trajetórias elaborada para o setor das Argamassas, é possível alcançar uma redução de 96% das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário NC, quando comparado com o cenário BAU.

A Figura 22 apresenta a comparação das emissões em cada etapa do ciclo de vida consideradas na modelação do setor das Argamassas, nos diferentes cenários. Destaca-se que a maior diminuição de emissões ocorre nas fases de extração de matérias-primas, fabricação e transporte:

- **Matérias-primas** – A redução resulta sobretudo da crescente utilização de matéria-prima recicladas;
- **Fabricação** – O decréscimo decorre essencialmente da descarbonização do mix energético, uma vez que nesta etapa o único vetor energético considerado é a eletricidade;
- **Transporte** – Prevê-se novamente uma diminuição de cerca de 70% no transporte a jusante e a montante.

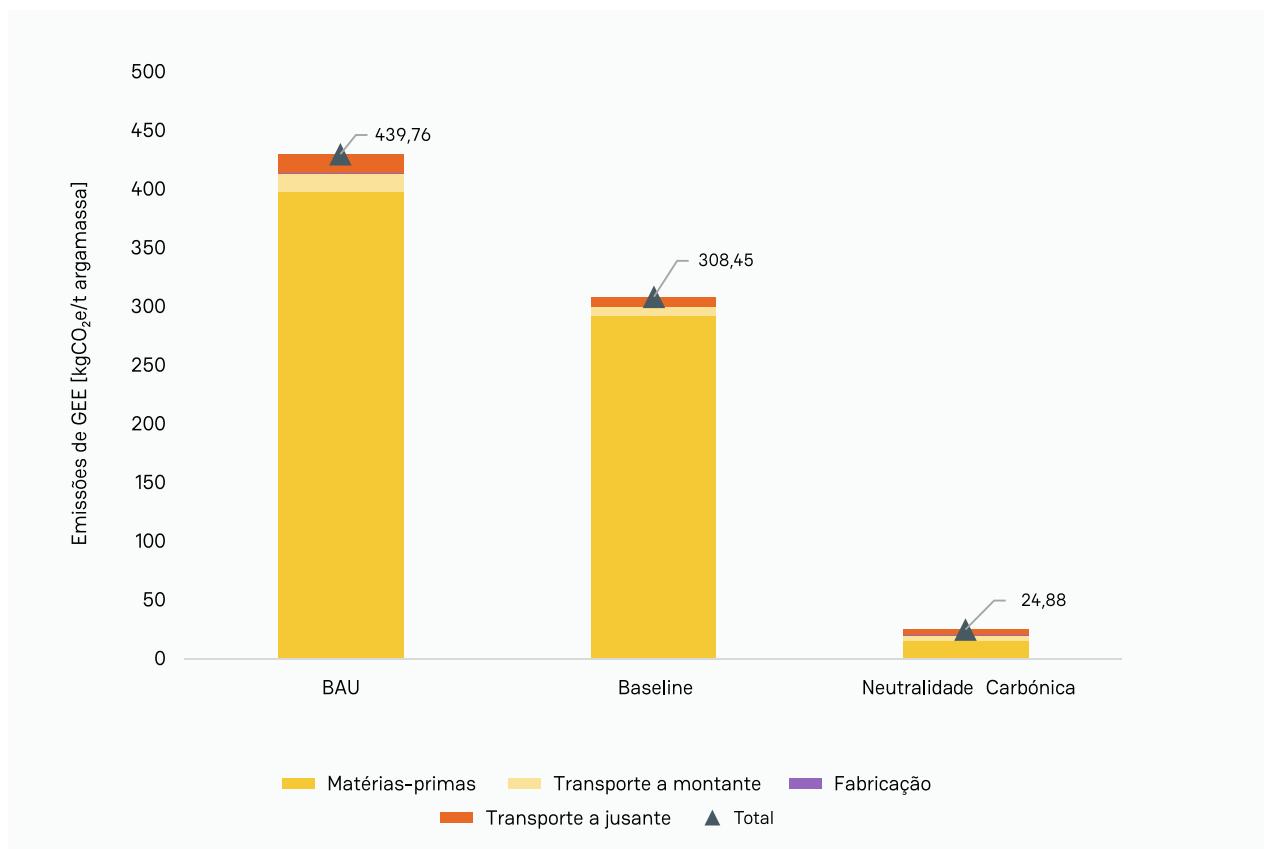


Figura 22 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3, para as três trajetórias do setor das Argamassas em 2050

A Figura 23 representa a evolução das emissões de GEE associadas ao setor das Argamassas, no horizonte temporal de 2025 a 2050, considerando os três cenários apresentados anteriormente. No cenário de Neutralidade Carbónica, verifica-se a partir de 2035 uma quebra acentuada das emissões, que se mantém até 2050. Esta redução resulta essencialmente da incorporação de material reciclado como matéria-prima, da descarbonização do setor do cimento, da substituição progressiva dos combustíveis fósseis por alternativas de menor intensidade carbónica e da descarbonização gradual do mix energético.

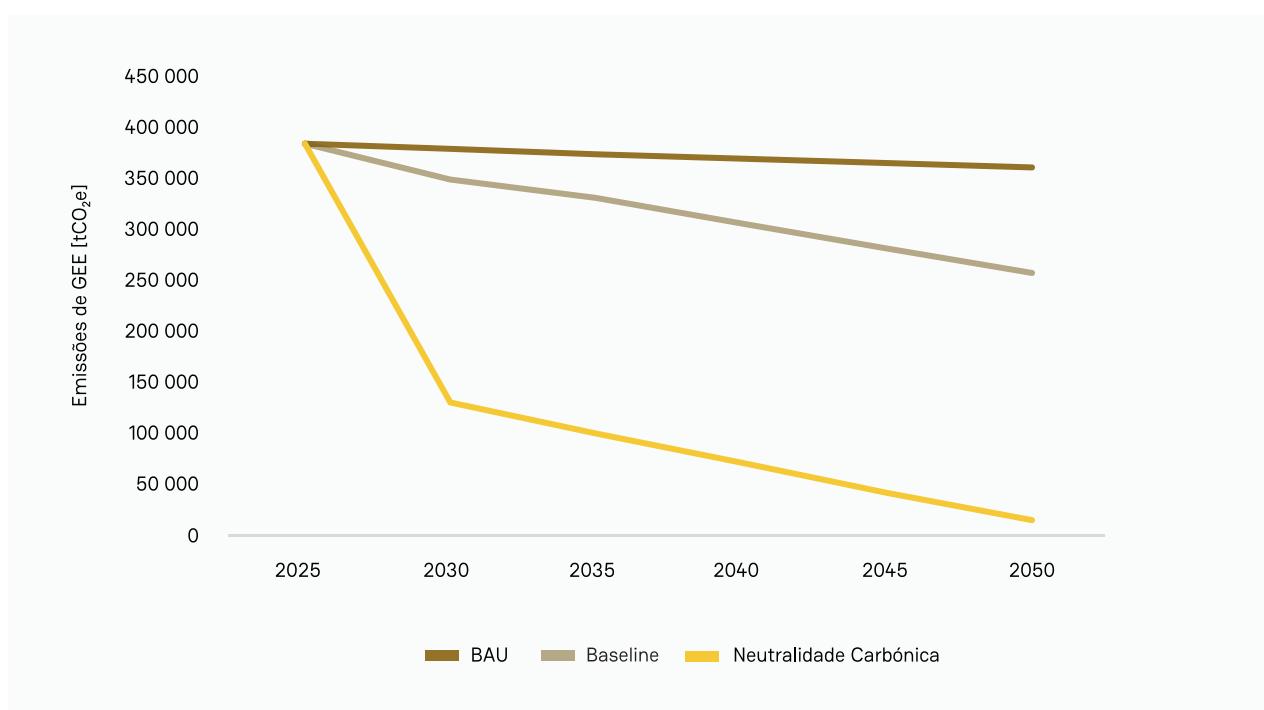


Figura 23 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para as Argamassas

## MISTURAS BETUMINOSAS

De acordo com a modelação de trajetórias elaborada para o setor da Misturas Betuminosas, é possível alcançar uma redução de 78% das emissões globais em 2050, através das medidas definidas no cenário NC, quando comparado com o cenário BAU, passando de cerca de 56 700 tCO<sub>2</sub>e em 2025 para cerca de 11 900 tCO<sub>2</sub>e em 2050. O remanescente pode ser compensado por meio de ações de compensação ou aquisição de créditos de carbono.

A Figura 24 apresenta a comparação das emissões em cada etapa do ciclo de vida consideradas para as Misturas Betuminosas, nos diferentes cenários. Destaca-se que a maior diminuição de emissões ocorre nas fases de extração de matérias-primas, fabricação e transporte:

- **Matérias-primas** – A redução nesta categoria resulta principalmente das metas estabelecidas para o setor das refinarias, que terão um impacte indireto na cadeia de valor associada à produção de betume. Adicionalmente, esta redução é reforçada pela maior incorporação de matérias-primas recicladas no produto final e pela utilização de material fresado na composição do pavimento.
- **Fabricação** – A redução decorre da eletrificação dos processos anteriormente dependentes de fuelóleo, em paralelo com a progressiva descarbonização do mix energético;
- **Transporte** – Prevê-se novamente uma diminuição de cerca de 70% no transporte a jusante e a montante.

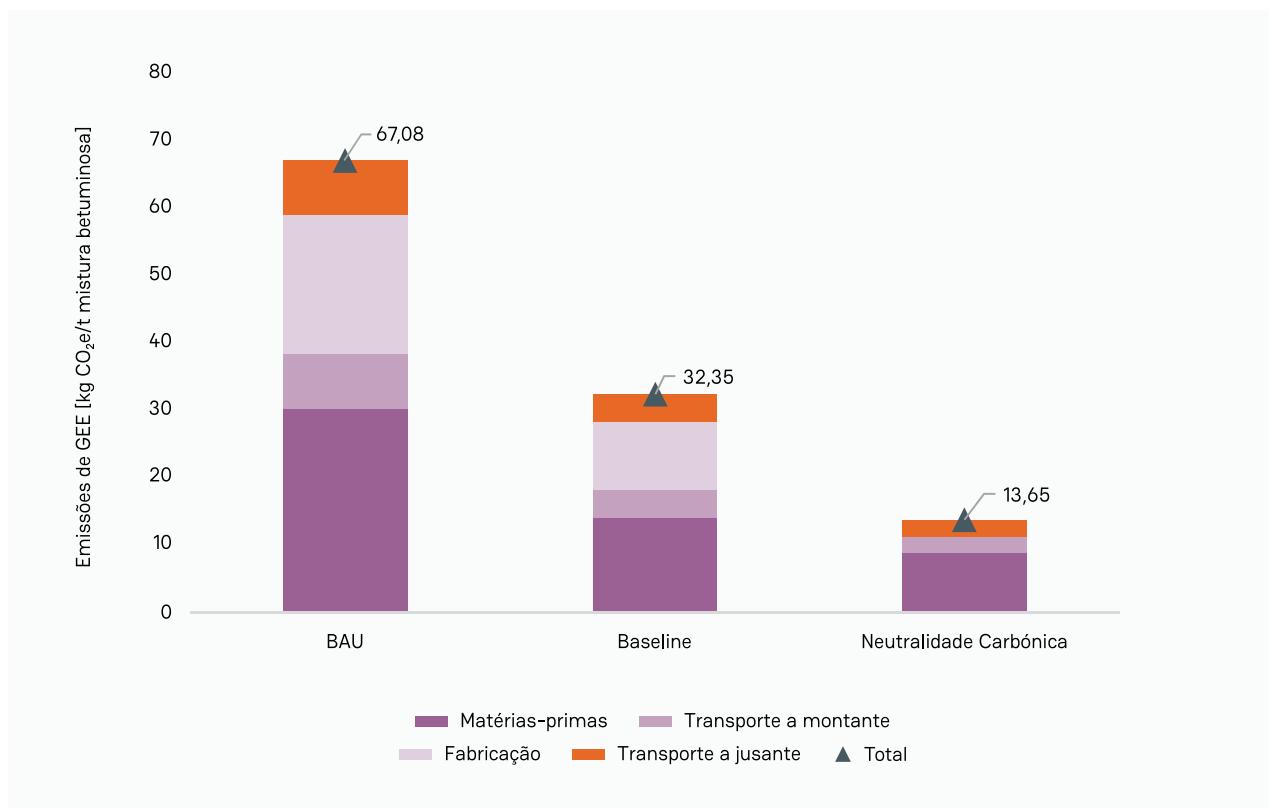


Figura 24 - Comparação das emissões de GEE de âmbito 1, 2 e 3 para as trajetórias do setor das Misturas Betuminosas

A Figura 25 representa a evolução das emissões de GEE associadas ao setor das Misturas Betuminosas, no horizonte temporal de 2025 a 2050, considerando os três cenários previamente definidos.

Na trajetória de **Neutralidade Carbónica**, observa-se uma quebra acentuada das emissões, que se mantém até 2050. Esta redução resulta do conjunto de medidas que foram apresentadas anteriormente, mais concretamente a descarbonização da etapa dos transportes e da eletrificação dos processos de fabricação, o que permite uma redução de 30% e 93%, respetivamente.

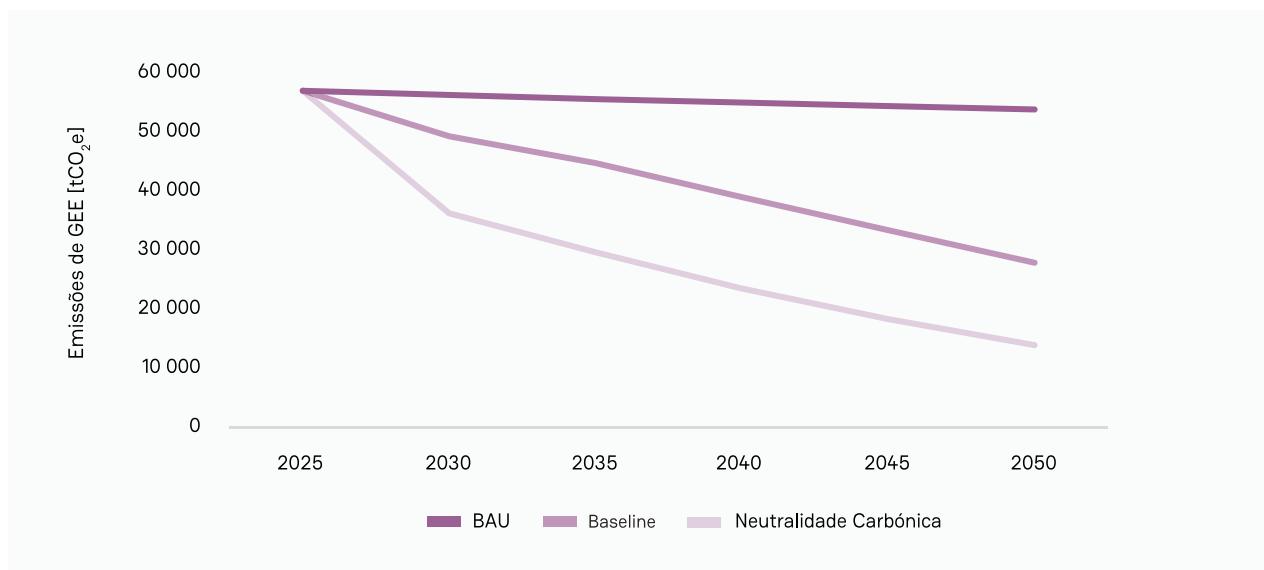


Figura 25 - Trajetórias BAU, Baseline e Neutralidade Carbónica para as Misturas Betuminosas

## 4.4. SÍNTSE

Da análise das trajetórias de descarbonização apresentadas para o Setor de Construção e para os cinco produtos de construção avaliados, constata-se que a proporção da etapa das matérias-primas é muito significativa na situação de referência. Além disso, apesar das reduções projetadas de emissões de GEE serem significativas em todos os seis casos de estudo, a etapa do ciclo de vida relativa às matérias-primas permanece, em 2050, como a principal responsável pelos impactes ambientais, especialmente no setor da Construção.

A extração e transporte das matérias-primas tem impactes ambientais muito adversos por ser um processo muito intensivo em energia (combustíveis fósseis) e incluir atividades que são por si muito poluidoras (e.g. mineração). Não é por isso uma surpresa constatar que esta etapa do ciclo de vida represente, no setor da construção, mais de 80% das emissões totais de GEE.

As trajetórias de descarbonização dos produtos de construção comprovam a possibilidade de atingir a neutralidade carbónica em todos estes setores contribuindo assim para a descarbonização do setor de Construção como um todo. No entanto, a total descarbonização dos setores a montante da construção revela-se uma tarefa com alguns desafios seja ao nível de escala da implementação de tecnologias que permitam uma completa e efetiva descarbonização (e.g. CCUS), seja a incerteza associada ao desenvolvimento de vetores energéticos alternativos, como o hidrogénio, ou o desenvolvimento atempado de algumas das tecnologias até 2050. Por estas razões, a compensação de emissões através da aquisição de créditos de carbono afigura-se como uma solução complementar e temporária para fazer face aos constrangimentos que surjam na transição para a efetiva descarbonização de todos os setores e atingir a neutralidade carbónica em 2050.

## 5. O FUTURO DO ROTEIRO

O presente Roteiro apresenta a trajetória de longo prazo que alinha os objetivos dos setores da construção e dos produtos de construção com os objetivos europeus e nacionais de descarbonização. O desafio é transformar esta trajetória em ações tangíveis, envolvendo vários tipos de partes interessadas e escalas de atuação. A mobilização das autoridades nacionais, das empresas e dos próprios colaboradores ditará o sucesso na convergência com os objetivos assumidos.

O Roteiro C20 reconhece também que a descarbonização da construção não é uma soma de iniciativas isoladas, mas um processo coletivo que atravessa todo o ciclo de vida do ambiente construído. Da extração e transformação de matérias-primas às operações em estaleiro, da logística à manutenção ao longo da vida útil dos ativos, o desempenho climático da fileira resulta de decisões interdependentes e sequenciais. É precisamente nessa natureza de cadeia de fornecimento ou de ciclo de vida que reside a oportunidade de transformar uma ambição setorial em resultados mensuráveis e sustentáveis.

A experiência recente mostra que o setor está pronto para avançar, mas também que o seu ponto de partida é difícil e as metas são exigentes. A construção em Portugal é fragmentada, assente em cadeias de fornecimento sensíveis aos ciclos económicos, o que dificulta a escala de investimento e a difusão rápida de inovação. Em paralelo, as tecnologias de baixo carbono necessárias para a transição, enfrentam constrangimentos técnicos e económicos, ao passo que a ausência de normas e métricas harmonizadas limita a comparabilidade de soluções e a monitorização de progresso. Estes fatores, identificados ao longo do diagnóstico, reforçam que descarbonizar a construção requer coordenação estruturada e alianças de confiança entre a indústria, projetistas, donos de obra, operadores logísticos, reguladores e financiadores.

A visão proposta por este Roteiro assenta, por isso, numa mobilização inclusiva e informada das partes interessadas, fundamentada em dados, orientada por regras comuns e por uma perspetiva temporal alinhada com os marcos nacionais e europeus. O enquadramento regulatório tem vindo a criar as condições para essa convergência, destacando-se RNC2050 e o PNEC 2030, mas também os instrumentos do PRR, passando pela evolução do Regulamento dos Produtos de Construção e pela introdução do Passaporte Digital de Produto. Este enquadramento continuamente mais exigente e alinhado com o princípio da transição dupla, colocará também um desafio de capacitação dos setores. Compete aos líderes setoriais, como a PTPC e a ATIC, transformar esse enquadramento num léxico operacional comum, capaz de orientar escolhas de projeto, de compra e de financiamento.

As áreas prioritárias para essa transição são apresentadas no Roteiro C20 e devem ser entendidas como tarefas partilhadas ao longo da cadeia. A primeira é a qualidade dos dados: regras de contabilização consistentes, fronteiras de sistema comparáveis e repositórios acessíveis que suportem análises de ciclo de vida e declarações ambientais de produto. Sem essa capacidade de avaliar, não há mercado que diferencie o desempenho ou as políticas que o façam escalar. A segunda é a transformação material: reduzir o carbono incorporado nos produtos mais intensivos, com destaque para as trajetórias de descarbonização do cimento e do aço, e acelerar a incorporação de matérias-primas secundárias e de soluções de ecodesign. A terceira é a mudança operacional na obra e na logística, onde práticas de eficiência energética, redução de consumos em vazio, telemetria de frotas e otimização de rotas têm maturidade elevada e impacto imediato em emissões de âmbitos 1 e 2. A quarta é a digitalização transversal, do BIM aos gémeos digitais e à automação, como alavanca de produtividade, redução de desperdício e melhor decisão energética e material. Estas prioridades articulam-se e reforçam-se, e é dessa articulação que resulta a maior parte do potencial custo-eficaz identificado.

A colaboração em cadeia é, assim, uma das principais condições de sucesso. Para que os produtos de baixo carbono tenham uma procura previsível e que justifique o investimento na transformação, é indispensável o diálogo contínuo entre quem especifica, quem fabrica e quem constrói. A matriz do setor confirma essa necessidade, onde o betão e o aço concentram o maior peso nas emissões incorporadas, pelo que qualquer estratégia que não alinhe fornecedores, projetistas e empreiteiros perderá escala e tempo.

Neste quadro, o papel das entidades coletivas é determinante. Enquanto promotoras do Roteiro, a PTPC e a ATIC encontram-se particularmente bem posicionadas para assegurar a governação do presente Roteiro C20. As ações coletivas, onde podemos incluir a concertação entre as várias partes, a curadoria de metodologias e métricas harmonizadas, a construção de orientações técnicas que permitam acelerar a transição, estão alinhadas com a missão de ambas as associações. Contudo, será fundamental envolver também outras associações, academia, empresas e outras entidades neste esforço da transição, refletindo a necessária especialização setorial ou regional das ações propostas no Roteiro C20. Neste contexto, destaca-se o contributo das várias associações dos produtos de construção que são incluídas no âmbito do Roteiro, através das quais foi possível também mobilizar as empresas e especialistas setoriais. O Roteiro C20 deverá ser assim assumido não como propriedade dos seus promotores, mas sim uma orientação transversal para a cadeia de valor da construção, coerente com as orientações europeias e nacionais.

Importa ainda sublinhar que o êxito desta agenda dependerá da qualidade do diálogo com a política pública e com o financiamento. O enquadramento europeu e nacional tem vindo a evoluir no sentido de valorizar o desempenho ambiental dos produtos e das obras, mas que têm também um impacte nos custos da construção e dos seus produtos, como a própria habitação. O setor da construção, indústrias da construção e dos produtos de construção deverão manter um diálogo direto com os decisores, identificando os custos de ajustamento e de transição, bem como os caminhos necessários para mitigar esses impactes e evitar a transferência para os utilizadores finais. O apoio à maturidade tecnológica, a capacitação de recursos humanos, entre outros vetores, contribuirão para a adoção das práticas identificadas no presente Roteiro, mas também para que estas sejam custo-eficientes. Os decisores têm vários instrumentos à sua disposição para apoiar os setores nestas frentes, constituindo assim um fator crítico de sucesso para a transição.

Em síntese, o futuro deste Roteiro mede-se pela capacidade de os setores se articularem e integrarem novas práticas, materiais e processos. Cabe às entidades como a PTPC e a ATIC assegurarem a continuidade e a exigência desse movimento coletivo. O resultado esperado não é apenas o cumprimento de metas: é um setor mais competitivo e mais resiliente, capaz de criar valor económico e social com menor intensidade carbónica, maior eficiência de recursos e liderar a transição em Portugal. É esse o compromisso que este documento convoca e que a fileira portuguesa da construção tem hoje mais condições para cumprir.

# ANEXO METODOLÓGICO

Neste anexo são apresentados os pressupostos usados na estimativa de emissões de âmbito 1, 2 e 3 para o ano de 2023.

## CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE

### EMISSÕES DIRETAS DE ÂMBITO 1 E 2

Em termos de **âmbito espacial**, foi dada prioridade às emissões diretas que se verificam em território nacional e que são reportadas por Portugal no NID – National Inventory Document<sup>40</sup> à UE e à UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).

Importa referir que de acordo com o “The Greenhouse Gas Protocol”<sup>41</sup>, as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) são divididas em diretas (Âmbito 1) e indiretas (Âmbito 2 e Âmbito 3). As **emissões diretas são resultantes de atividades que ocorrem dentro da organização**, sendo controladas por esta, enquanto **as emissões indiretas são consequência das atividades da organização, mas ocorrem em fontes que não pertencem nem são controladas pela mesma**.

As **emissões diretas (Âmbito 1)** relevantes para este estudo resultam das seguintes atividades das empresas do setor:

- **Geração de eletricidade, calor ou vapor nas instalações.** São exemplo emissões que resultam da combustão de combustíveis de diferentes fontes, como por exemplo em caldeiras;
- **Transporte de materiais, produtos, resíduos e funcionários.** Emissões que resultam da combustão de combustíveis em fontes de combustão móveis pertencentes/controladas pela organização como, por exemplo, a frota automóvel das empresas;
- **Emissões fugitivas.** Emissões que resultam de libertações intencionais ou não intencionais, como por exemplo, fugas nas juntas de equipamentos, emissões de hidrofluorocarbonetos (HFC) durante a utilização de equipamentos de refrigeração e ar condicionado.

As **emissões indiretas (Âmbito 2 e Âmbito 3)** são consequência das atividades da organização, mas ocorrem em fontes que pertencem ou são controladas por outras empresas/organizações, nomeadamente, as seguintes:

- **Âmbito 2:** emissões associadas à energia final produzida a montante e usada pelo setor, e que neste caso se refere apenas à eletricidade;
- **Âmbito 3:** emissões associadas a atividades que se verificam a montante/jusante das instalações diretamente controladas pelo setor e cujos bens/serviços são usados pelo setor, nomeadamente:
  - a) produção e transporte de aço, cimento, vidro e tijolos cerâmicos enquanto matérias-primas principais do setor da construção;
  - b) transporte e distribuição dos produtos produzidos;
  - c) captação, tratamento e transporte de água para consumo;
  - d) tratamento dos efluentes líquidos decorrentes do processo de fabrico e das operações da organização;
  - e) transporte para gestão dos resíduos produzidos nas operações;
  - f) deslocações de funcionários em viagens regulares para local do trabalho;
  - g) viagens para representação do setor em feiras/eventos;
  - h) utilização dos produtos.

A Tabela 16 sintetiza os tipos de atividades associadas a cada um dos âmbitos de reporte de emissões de GEE mais relevantes para o setor. No âmbito deste estudo não foi possível considerar: a) as emissões de gases fluorados (ou F-gases) usados em equipamentos de refrigeração, nem b) as emissões resultantes da utilização de solventes, devido a falta de informação. Não foram consideradas todas as emissões de âmbito 1 e 3, por falta de informação.

<sup>40</sup> National Inventory Document Portugal 2025. Submitted under the Artº 26 of Regulation (EU) No. 2018/1999 of the European Parliament and of the Council on the Governance of the Energy Union and Climate Change. APA – Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, 15 Março 2025. Disponível em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Clima/Inventarios/20250509/nid2025\\_15march.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20250509/nid2025_15march.pdf)

<sup>41</sup> The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard, REVISED EDITION <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Tabela 16 - Fontes de emissão de Âmbito 1, Âmbito 2 e Âmbito 3 consideradas para o setor da construção e 5 setores associados

Âmbito 1 – Emissões Diretas	Âmbito 2 – Emissões Indiretas	Âmbito 3 – Emissões Indiretas
Combustão estacionária Gás natural e gasóleo consumido nas instalações (caldeiras, máquinas, motores, balneários e cantinas)	Consumo de eletricidade gerada fora das instalações	Produção das matérias-primas Carbono incorporado e transporte
Combustão móvel Consumo de combustíveis da frota rodoviária incluindo autobetoneiras		Água consumida no processo produtivo*
Processo de produção Emissões de COVs resultantes da utilização de solventes		Transporte de produtos produzidos*
Emissões fugitivas de F-Gases* Utilização de equipamentos de refrigeração e ar condicionado		Transporte de resíduos para tratamento* Deslocações em serviço – Avião Representações em feiras internacionais* Deslocação dos trabalhadores para o local de trabalho*

\* Não considerado devido a falta de informação

Em termos do **âmbito temporal**, foi considerado o ano de 2023 como ano de referência. Foi equacionado em alternativa produzir-se um ano “médio” mais representativo para a atual situação do setor, mas tem-se verificado que o ritmo de substituição tecnológica ao nível da produção de eletricidade renovável na rede elétrica, assim como a adoção de painéis solares PV pelas empresas do setor tem sido acelerado. Por esse motivo, ao usar uma média de 5 anos históricos corre-se o risco de estar a subestimar as reduções de intensidade carbónica que se estão a verificar. O ano de 2023 é aquele para o qual está disponível informação mais recente para o consumo de energia no setor de acordo com a DGEG.

Importa referir que os **valores de energia final consumida apresentam alguma incerteza** por vários motivos:

- Os valores de base foram obtidos a partir da DGEG, quer do Balanço Energético Nacional 2023 para Construção e Obras Públicas, ou via informação especificamente fornecida para os restantes subsetores. Em ambos os casos, a informação tem por base vendas reportadas à DGEG por comercializadores de energia a empresas com as CAE relevantes para este estudo. Se existirem empresas com CAE visadas, mas que não exercem efetivamente a atividade no setor os consumos de energia são contabilizados;
- Se existirem empresas que consomem energia que não é comercializada (ex. eletricidade de solar PV produzido nas instalações para autoconsumo ou aproveitamento de resíduos de madeira para produção de calor), esta também não é contabilizada;
- Devido aos pontos anteriores, foram feitos diversos ajustes e correções nos valores originais da DGEG, tendo por base o feedback de associações do setor, mas que podem não refletir o universo total de empresas.

Foram considerados os potenciais de aquecimento global (PAG) apresentados na tabela seguinte para conversão das emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O em emissões de CO<sub>2</sub>e quando aplicável (Tabela 17).

Tabela 17 - Potencial de aquecimento global (PAG) de gases com efeito de estufa

GEE	PAG
CO <sub>2</sub>	1.00
CH <sub>4</sub>	28.00
N <sub>2</sub> O	265.00

Fonte: Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas IPCC (AR5)

A estimativa das emissões de GEE teve por base o consumo de energia final nas empresas da seção F (Construção e Obras Públicas) que operam com os CAE dos cinco produtos de construção considerados neste Roteiro. No caso da Construção e Obras Públicas, a informação encontra-se publicamente disponível no Balanço Energético Nacional. No entanto, para os restantes subsetores, foi solicitado à DGEG a disponibilização dos consumos anuais de energia final por CAE a 5 dígitos.

Na estimativa de emissões consideram-se todas as atividades de combustão que se verificam dentro das instalações das empresas do setor, nomeadamente:

- devido à queima dos combustíveis fósseis consumidos nas instalações de combustão estacionárias nos diversos processos produtivos e ainda em balneários, cantinas ou outros,
- devido ao consumo de combustíveis das frotas detidas pelas empresas.

As emissões de CO<sub>2</sub> associadas à utilização de solventes, asfaltos e lubrificantes consumidos pelo setor de construção e obras públicas foram calculadas apenas para os lubrificantes. De acordo com a metodologia de estimativa de emissões utilizada pela APA – Agência Portuguesa do Ambiente no reporte nacional à UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, estima-se que o consumo anual de 39 355,92 GJ de lubrificantes origine cerca de 5,77 ktCO<sub>2</sub> em 2023. Já o consumo de solventes não origina emissões diretas de CO<sub>2</sub>, mas sim de compostos orgânicos não voláteis que podem ser convertidos em CO<sub>2</sub>. O consumo de asfaltos origina emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> insignificantes de acordo com as diretrizes do IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change de 2006, uma vez que a maioria dos compostos de hidrocarbonetos leves foram extraídos durante o processo de refinação. Por estes motivos, apenas foram estimadas as emissões de GEE da utilização de lubrificantes que representam 1,4% do total das emissões da construção e obras públicas de âmbito 1 e 2 em 2023.

Os dados de consumo de energia final fornecidos pela DGEG foram, na medida do possível, validados com as associações e empresas do setor. Com base no feedback obtido foram feitos três ajustes:

- 1) Desagregação do consumo total de gasóleo em gasóleo consumido em equipamentos estacionários e frotas automóveis;
- 2) Correção dos valores de consumo de energia final para o setor da Fabricação de argamassas;
- 3) Consideração de geração de solar PV produzida nas instalações das empresas.

Relativamente ao primeiro ponto, os valores fornecidos pela DGEG não permitem identificar onde (em que tipo de equipamentos / veículos) se verifica o consumo. Por esse motivo foi necessário recorrer a pressupostos para efetivar esta desagregação através do feedback obtido em reuniões bilaterais com associações do setor (APEB – Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto e APFAC Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção), assim como no Workshop de auscultação realizado a 2 de julho de 2025 – Medidas de descarbonização: avaliação e custos para o setor – Construção. Com base nessa informação, foi assumida a desagregação apresentada na Tabela 18. Note-se que a mesma apresenta elevada incerteza, sobretudo no que se refere à alocação do total do gasóleo consumido na frota entre diferentes tipos de veículos.

Tabela 18 - Pressupostos quanto à desagregação do consumo de gasóleo entre frota automóvel e equipamentos estacionários

Setor	% do Gasóleo total que é consumido na frota	Alocação do total do gasóleo consumido na frota entre diferentes tipos de veículos		
		Ligeiros Passageiros	Ligeiros Mercadorias	Pesados Mercadorias
Construção e obras públicas	50%	50%	45%	5%
Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção	80%	60%	40%	0%
Fabricação de produtos de betão para a construção	80%	60%	40%	0%
Fabricação de betão pronto	95%	20%	5%	75%*
Fabricação de argamassas	90%	60%	40%	0%
Fabricação de misturas betuminosas	80%	60%	40%	0%

\* As autobetoneiras estão consideradas nesta categoria.

Relativamente ao ponto 2) correção dos valores de consumo de energia final para o setor da Fabricação de argamassas, verificou-se que os valores de energia final reportados pela DGEG para esta CAE referiam valores elevados de resíduos renováveis e não renováveis, respetivamente 182 921 GJ e 86 832 GJ em 2023. Segundo informação da respetiva associação (APFAC), as empresas deste setor consomem essencialmente eletricidade. O gasóleo será consumido essencialmente na frota automóvel (de ligeiros de passageiros maioritariamente) e, em cerca de 10% das empresas, na secagem de agregados, onde o gás natural poderá também desempenhar um papel. Assim, concluiu-se que os dados disponibilizados pela DGEG não traduzem a realidade do setor, possivelmente por estarem registadas empresas com a CAE 23640, mas que na verdade se dedicam a outras atividades. Foi consultada a literatura científica, tendo-se obtido valores de consumo de eletricidade de cerca de 23 kWh/t de argamassa<sup>42</sup>. Tendo em conta o valor de produção anual em 2023 registado pelo INE, obtém-se um valor anual de consumo de eletricidade de cerca de 91 304,70 GJ, cerca de 32% superior ao valor de eletricidade reportado pela DGEG. Decidiu-se assim manter os valores reportados pela DGEG, removendo os valores de resíduos que não foram considerados.

42 Diaz-Basteris, J., Rivero, J. C. S., & Menéndez, B. (2022). Life cycle assessment of restoration mortars and binders. Construction and Building Materials, 326, 126863. Doi: 10.2139/ssrn.3986943

Por fim, no que toca à geração de solar PV que se verifica nas instalações das empresas, foram considerados os valores apresentados na Tabela 19, tendo por base o feedback da APFAC e APEB para 2023 e 2024 que se extrapolou para os restantes setores. Os valores de 2024 foram considerados para 2025.

Tabela 19 – Pressupostos quanto à percentagem do consumo total de eletricidade que é satisfeito com solar PV instalado nas instalações

Setor	% em 2023	% em 2025
<b>Construção e obras públicas</b>	1.50%	10%
<b>Fabricação de outras obras de carpintaria para a construção</b>	1.50%	10%
<b>Fabricação de produtos de betão para a construção</b>	1.84%	28%
<b>Fabricação de betão pronto</b>	1.50%	10%
<b>Fabricação de argamassas</b>	1.50%	10%
<b>Fabricação de misturas betuminosas</b>	1.50%	10%

Para estimar as emissões de GEE utilizou-se a metodologia do NIR – National Emission Inventory Report<sup>43</sup> à UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) multiplicando o valor do consumo de energia final dos combustíveis consumidos nas instalações num dado ano pelo correspondente valor dos fatores de emissão (FE) nesse ano. Os fatores de emissão considerados foram os constantes nas Tabela 20, Tabela 21 e na Tabela 22.

Tabela 20 – Fatores de emissão considerados para todos os combustíveis consumidos em fontes estacionárias, exceto a eletricidade na rede elétrica nacional<sup>44</sup>

Vetor Energético / GEE	Dióxido de carbono (kgCO <sub>2</sub> / GJ)	Metano (gCH <sub>4</sub> /GJ)	Óxido nitroso (gN <sub>2</sub> O/GJ)
<b>Gás Natural</b>	56,4	1,00	0,10
<b>GPL</b>	63,1	1,00	0,10
<b>Gasóleo</b>	74,1	3,00	0,60
<b>Fuelóleo / "Residual Oil"</b>	77,40	3,00	0,60
<b>Lenhas</b>	0,00	11,00	7,00
<b>Gasolina</b>	69,30	9,90	0,60
<b>Querosene</b>	71,9	5,00	0,60
<b>Pneus</b>	85	-	-
<b>Resíduos industriais</b>	81,4	-	-
<b>Resíduos industriais perigosos</b>	107,6	-	-
<b>Resíduos animais lenhas</b>	109,6	-	-

Tabela 21 – Fatores de emissão considerados para os combustíveis consumidos em transportes rodoviários<sup>45</sup>

Tipo de veículo / GEE	Dióxido de carbono (kgCO <sub>2</sub> / GJ)	Metano (gCH <sub>4</sub> /GJ)	Óxido nitroso (gN <sub>2</sub> O/GJ)
<b>Gasóleo - Ligeiro Medium Segment (Euro 6)</b>	70,35	0,03	2,68
<b>Gasóleo - Ligeiro Large SUV Executive (Euro 6)</b>	70,30	0,02	1,95
<b>Gasóleo - Carrinhas N1-II &amp; N1-III (Euro 6)</b>	70,29	0,00	1,85
<b>Gasóleo - Pesados mercadorias 20-28t (Euro V)</b>	70,49	0,47	3,25

43 National Inventory Report Portugal 2023. Submitted Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. APA – Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, April, 15th 2023 Disponível em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Clima/Inventarios/20230404/NIR202315%20April.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20230404/NIR202315%20April.pdf)

44 NID 2025, APA Table 3-29: Emission factors for Greenhouse gases in the building and construction industry, com a exceção de: a) lenhas onde foi considerado o valor de zero, b) Tires, Industrial Waste, Hazardous Industrial Waste e Animal + Wood Waste, cuja fonte é NID 2025, APA Table 3-37: Greenhouse Gases Emission Factors for Cement Industry using the Energy Approach.

45 NID 2025, APA Annex B: Table B-3: Road transportation energy based implied mission factors (t/TJ) for 2023.

Tabela 22 – Fatores de emissão considerados para eletricidade proveniente da rede elétrica nacional<sup>46</sup>

Eletricidade	Fator emissão (kg CO <sub>2</sub> e/ GWh)
Eletricidade Continente (ano 2023)	92,0
Eletricidade Continente (média 5 anos)	156,0
Eletricidade Portugal (ano 2023)	107,0
Eletricidade Portugal (média 5 anos)	167,0

## EMISSÕES INDIRETAS DE ÂMBITO 3 – CARBONO INCORPORADO NOS PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Foram consideradas as **emissões incorporadas que resultam da produção dos principais materiais de construção, nomeadamente aço, cimento, vidro plano e tijolos cerâmicos**, tendo em conta as emissões do processo produtivo e ainda a energia necessária para a sua produção. Para tal, foi feita uma estimativa das quantidades de principais materiais de construção consumidos em 2023 no setor da Construção e Obras Públicas conforme a tabela seguinte.

Tabela 23 – Pressuposto quanto às quantidades (kt) de principais materiais de construção consumidos em 2023 no setor da Construção e Obras Públicas

Quantidade de materiais (kt)	Total construção	Construção de edifícios	Outra construção	Fontes
<b>Cimento</b>	<b>3 904</b>	2 996	910	AICCOPN - Associação dos Industriais de Construção Civil e Obras Públicas. (2023). Conjuntura da Construção - Informação Rápida - Novembro 2024. Disponível em: <a href="https://www.aiccopn.pt/wp-content/uploads/2024/12/Conjuntura_nov2024.pdf">https://www.aiccopn.pt/wp-content/uploads/2024/12/Conjuntura_nov2024.pdf</a> Barbosa et al (2025). Draft Deliverable of the CO2NSTRUCT Horizon Europe Project. Não disponível. Simoes, S.G., Barbosa, J., et al. (2024) Modelling GHG mitigation along the construction value chain: how to consider energy and materials flows in the EU. ECEMP European Climate+Energy Modelling Forum 2024 - Energy Transition Scenarios for a Climate Neutral Europe, 16-17th October 2024, Brussels & online event. <a href="https://www.ecemp.eu/ecemp/ecemp-2024/">https://www.ecemp.eu/ecemp/ecemp-2024/</a>
<b>Aço</b>	<b>4 560,0</b>	3 364	1 196	Barbosa et al (2025). Draft Deliverable of the CO2NSTRUCT Horizon Europe Project. Não disponível.
<b>Tijolos cerâmicos</b>	<b>3 746,0</b>	3 746	0	Fishman, T., Mastrucci, A., Peled, Y., Saxe, S., & van Ruijven, B. (2024). RASMI: Global ranges of building material intensities differentiated by region, structure, and function. Scientific Data, 11(1), 418. <a href="https://doi.org/10.1038/s41597-024-03190-7">https://doi.org/10.1038/s41597-024-03190-7</a>
<b>Vidro plano</b>	<b>266,0</b>	266	0	Simoes, S.G., Barbosa, J., et al. (2024) Modelling GHG mitigation along the construction value chain: how to consider energy and materials flows in the EU. ECEMP European Climate+Energy Modelling Forum 2024 - Energy Transition Scenarios for a Climate Neutral Europe, 16-17th October 2024, Brussels & online event. <a href="https://www.ecemp.eu/ecemp/ecemp-2024/">https://www.ecemp.eu/ecemp/ecemp-2024/</a>

Os materiais considerados correspondem às seguintes classificações de produtos de acordo com a nomenclatura PROD-COM usada pelo INE – Instituto Nacional de Estatística (e que tem correspondência com a Nomenclatura combinada – NC8 também usada pelo INE):

### Cimento

- 23511100 Cement clinker
- 23511210 Portland cement
- 23511290 Other hydraulic cements

<sup>46</sup> APA (2025). Fator de Emissão da Eletricidade - 2025. Amadora. Disponível em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Clima/Inventários/20250808/fe\\_gee\\_eletricidade\\_2025\\_final\\_apc.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventários/20250808/fe_gee_eletricidade_2025_final_apc.pdf)

**Aço**

- 24106110 Ribbed or other deformed wire rod (of non-alloy steel)
- 24106130 Wire rod used for concrete reinforcing (mesh/cold ribbed bars)
- 24106210 Hot-rolled concrete reinforcing bars
- 24106410 Hot-rolled round bars, of stainless steel
- 24106430 Bars and rods of stainless steel, only hot-rolled, only hot-drawn or only extruded (excluding of circular cross-section)
- 24106450 Forged bars, of stainless steel
- 24106470 Bars and rods of stainless steel, cold-formed or cold-finished and further worked, or hot-formed and further worked, n.e.s. (excluding forged products)
- 24102110 Flat semi-finished products (of non-alloy steel)
- 24102121 Ingots, other primary forms and long semi-finished products for seamless tubes (of non-alloy steel)
- 24102122 Other ingots, primary forms and long semi-finished products including blanks (of non-alloy steel)
- 24102120 Ingots, other primary forms and long semi-finished products, of non-alloy steel
- 24102210 Flat semi-finished products (slabs) (of stainless steel)
- 24102221 Ingots, other primary forms and long semi-finished products for seamless tubes (of stainless steel)
- 24102222 Other ingots, primary forms and long semi-finished products (of stainless steel)
- 24102220 Ingots, other primary forms and long semi-finished products, of stainless steel
- 24102310 Flat semi-finished products (of alloy steel other than of stainless steel)
- 24102321 Ingots, other primary forms and long semi-finished products for seamless tubes (of alloy steel other than of stainless steel)
- 24102322 Other ingots, primary forms and long semi-finished products (of alloy steel other than of stainless steel)
- 24102320 Ingots, other primary forms and long semi-finished products, of alloy steel other than stainless steel
- 24103110 Flat-rolled products of iron or non-alloy steel, of a width  $\geq$  600 mm, simply hot-rolled, not clad, plated or coated, in coils
- 24103130 Flat-rolled products of iron or non-alloy steel, of a width  $\geq$  600 mm, not in coils, simply hot-rolled, not clad, plated or coated, with patterns in relief directly due to the rolling process and products of a thickness  $< 4,75$  mm, without patterns in relief (excluding rolled on four faces or in a closed bow pass of a width  $\leq 1\,250$  mm and of a thickness of  $\geq 4$  mm)
- 24103150 Flat-rolled products, of iron or non-alloy steel, of a width  $\geq$  600 mm (excluding 'wide flats'), not in coils, simply hot-rolled, not clad, plated or coated, without patterns in relief; flat-rolled products of iron or steel, of a width  $\geq$  600 mm, hot-rolled and further worked, but not clad, plated or coated
- 24103210 Flat-rolled products of iron or non-alloy steel, simply hot-rolled on four faces or in a closed box pass, not clad, plated or coated, of a width of  $> 150$  mm but  $< 600$  mm and a thickness of  $\geq 4$  mm, not in coils, without patterns in relief, commonly known as 'wide flats'
- 24103230 Flat-rolled products of iron or non-alloy steel, of a width  $< 600$  mm, simply hot-rolled, not clad, plated or coated (excluding 'wide flats')
- 24103510 Flat-rolled products, of tool steel or alloy steel other than stainless steel, of a width  $\geq$  600 mm, not further worked than hot-rolled, in coils (excluding products of high-speed or silicon-electrical steel)
- 24103520 Flat-rolled products of high-speed steel, of a width  $\geq$  600 mm, hot-rolled or cold-rolled 'cold-reduced'
- 24103521 Flat-rolled products of high-speed steel, of a width 600 mm, not further worked than hot-rolled

**Vidro Piano**

- 23111110 Non-wired sheets, of cast or rolled glass, whether or not with absorbent, reflecting or non-reflecting layer, but not otherwise worked
- 23111130 Wired sheets or profiles, of cast or rolled glass, whether or not with absorbent, reflecting or non-reflecting layer, but not otherwise worked
- 23111150 Sheets, of drawn glass or blown glass, whether or not having an absorbent, reflecting or non-reflecting layer, but not otherwise worked
- 23111212 Non-wired sheets, of float, surface ground or polished glass, having a non-reflecting layer
- 23111214 Non-wired sheets, of float, surface ground or polished glass, having an absorbent or reflective layer, of a thickness  $\leq 3,5$  mm
- 23111217 Non-wired sheets, of float, surface ground or polished glass, having an absorbent or reflecting layer, not otherwise worked, of a thickness  $> 3,5$  mm
- 23111230 Non-wired sheets, of float, surface ground or polished glass, coloured throughout the mass, opacified, flashed or merely surface ground
- 23111290 Other sheets of float/ground/polished glass, n.e.c.
- 23121230 Toughened (tempered) safety glass, n.e.c.
- 23121270 Laminated safety glass, n.e.c.

**Tijolos Cerâmicos**

- 23321110 non-refractory clay building bricks (excluding siliceous fossil meals or earths)

Uma vez que a intensidade carbónica destes materiais varia consoante a tecnologia de produção e o combustível utilizado, que por sua vez variam consoante o país de origem, foi ainda necessário identificar os seus locais de produção. Para esse efeito, foram consideradas as quantidades totais produzidas em Portugal e as importadas (por país de origem) recorrendo a dados do INE para 2023, obtendo-se os valores apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 – Origem dos principais materiais de construção consumidos no setor da Construção e Obras Públicas em 2023<sup>47</sup>

Quantidade de material (kt)/Origem	Portugal	União Europeia	China	UK	Turquia	Japão	Outros	Total
Aço	68,8	4 285,6	52,7	0	0	152,8	0	4 560,0
Cimento	3 906,2	0	0	0	0	0	0	3 906,2
Tijolos cerâmicos	3 746,0	0	0	0	0	0	0	3 746,0
Vidro plano	0,0	193,5	8,2	54,6	2,7	0	7,0	266,0

Em termos de intensidade carbónica, assumiram-se os valores médios por origem, constantes em diversas fontes conforme as tabelas seguintes.

Tabela 25 – Pressupostos para estimativa das emissões de GEE associadas à produção do aço usado na construção

Origem	% do aço consumido	Intensidade carbónica do aço considerada (tCO <sub>2</sub> /t aço)	Fonte
Portugal	1,5%	1,90	Barbosa et al (2025). Draft Deliverable of the CO2NSTRUCT Horizon Europe Project. Não disponível.
UE (Espanha, França, Alemanha, Itália, Irlanda etc.)	94,0%	1,90	Cabon Market Watch (2022). Decarbonising steel - options for reforming the EU's emissions trading system Briefing, March 2022. Disponível em: <a href="https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2022/03/CMW_Decarbonising_Steel_v02.pdf">https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2022/03/CMW_Decarbonising_Steel_v02.pdf</a>
China	1,2%	1,83	Comissão Europeia (2023). Default values for the transitional period of the CBAM between 1 october 2023 and 31 december 2025. Disponível em: <a href="https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-12/Default%20values%20transitional%20period.pdf">https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-12/Default%20values%20transitional%20period.pdf</a>
Japão	3,4%	2,25	

Tabela 26 – Pressupostos para estimativa das emissões de GEE associadas à produção do cimento usado na construção

Origem	% do cimento consumido	Intensidade carbónica do cimento considerada (tCO <sub>2</sub> /t cimento)	Fonte
Portugal	100%	0,673	Considerou-se que todo o cimento utilizado tem origem nacional. ATIC (2021). Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050. Por um Futuro Sustentável. Março 2021. <a href="https://www.atic.pt/roteiro-2050-/">https://www.atic.pt/roteiro-2050-/</a>

Tabela 27 – Pressupostos para estimativa das emissões de GEE associadas à produção dos tijolos cerâmicos usados na construção

Origem	% do tijolo consumido	Intensidade carbónica dos tijolos considerada (tCO <sub>2</sub> /t tijolo)	Fonte
Portugal	100%	0,58	United Nations Framework Convention on Climate Change. (s.d.). Indicators Annex I. <a href="https://di.unfccc.int/indicators_annex1">https://di.unfccc.int/indicators_annex1</a> APA (2025). Fator de Emissão da Eletricidade - 2025. Amadora. Disponível em: <a href="https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20250808_fe_gee_eletricidade_2025_final_apc.pdf">https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20250808_fe_gee_eletricidade_2025_final_apc.pdf</a> DGEG (2024). Balanço Energético Nacional 2023. Lisboa, <a href="https://www.dgeg.gov.pt/media/0s3fssqu/dgeg-ben-2023.pdf">https://www.dgeg.gov.pt/media/0s3fssqu/dgeg-ben-2023.pdf</a> IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 2: Energy. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. <a href="https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html">https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html</a>

47 INE, Importações (kg) de bens por Local de origem e Tipo de bens (Nomenclatura combinada - NC8), tendo-se assumido que para o cimento e tijolos cerâmicos as necessidades nacionais são inteiramente satisfeitas com produção nacional.

Tabela 28 - Pressupostos para estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> associadas à produção do vidro usado na construção

Origem	% do vidro consumido	Intensidade carbónica do vidro considerada (tCO <sub>2</sub> /t vidro)	Fonte
Portugal	0%	n.a.	n.a.
UE (França, Alemanha, Itália, etc.)	72,8%	0,70	Barbosa et al (2025). Draft Deliverable of the CO2NSTRUCT Horizon Europe Project. Não disponível. INE, Importações (kg) de bens por Local de origem e Tipo de bens (Nomenclatura combinada - NC8)
China	3,1%		Comissão Europeia (2021). Update of benchmark values for the years 2021 – 2025 of phase 4 of the EU ETS Benchmark curves and key parameters - Updated final version issued on 12 October 2021. Disponível em: <a href="https://climate.ec.europa.eu/document/download/fd041819-e22e-4e77-a267-6ab4405328aa_en?filename=policy_ets_allowances_bm_curve_factsheets_en.pdf">https://climate.ec.europa.eu/document/download/fd041819-e22e-4e77-a267-6ab4405328aa_en?filename=policy_ets_allowances_bm_curve_factsheets_en.pdf</a>
Reino Unido	20,5%		
Turquia	1,0		
Outros	2,6%		

n.a. – não aplicável, não há produção de vidro plano em Portugal.

Contudo, é importante referir que existe uma incerteza substancial na estimativa destas emissões.

## EMISSÕES INDIRETAS DE ÂMBITO 3 - TRANSPORTE DOS PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Para o cálculo das **emissões associadas ao transporte dos materiais de construção desde o seu local de produção até ao estaleiro**, foram considerados os fatores de emissão que constam na Tabela 29, tendo em conta o tipo de transporte, terrestre (camião) e/ou marítimo (barco).

Tabela 29 - Fator de emissão por tipo de transporte

Tipo transporte	Fator de emissão <sup>48</sup>
Camião	126,3 g/t.km
Barco	13,2 g/t.km

Foram considerados os locais de origem de aço e vidro plano fora de Portugal conforme descrito na seção anterior, desagregando-se a origem dentro da União Europeia conforme os dados do INE para 2023. Com a exceção de Espanha assumiu-se que o aço e vidro plano chegam a Portugal por via marítima (destino porto de Sines) sendo depois transportados uma distância média de cerca de 286 km em território nacional por camião. Assume-se que aço e vidro com origem em Espanha é transportado por camião até à fronteira de Portugal percorrendo depois os mesmos cerca de 286 km em território nacional também por camião. A tabela seguinte sistematiza os pressupostos considerados para a estimativa de emissões associadas ao transporte de aço e vidro plano para a construção em 2023.

48 Pegada de Carbono do Setor Metalúrgico e Eletromecânico - 2011 Guidelines to DEFRA / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/2011-guidelines-to-defra-decc-s-greenhouse-gas-conversion-factors-for-company-reporting-methodology-paper-for-emission-factors>"

Tabela 30 - Pressupostos assumidos quanto aos países de importação de aço e percentagem importada de cada país, tipo de transporte e distância percorrida (km) em 2023

Origem	% importações	Distância percorrida (km)		Quantidade importada (t)
		Terrestre - Camião	Marítimo	
Espanha	55%	286	1700 <sup>a</sup>	146 637
Reino Unido	21%		1 830	54 570
França	7%		1 910	18 452
Países Baixos (Reino dos)	7%		1 805	18 220
China	3%		28 900	8 169
Alemanha	2%		2 280	4 631
Itália	1%		2 010	3 511
Turquia	1%		3 330	2 712
Bélgica	1%		1 805	2 082
Outros	3%		2 356 <sup>b</sup>	7 015

<sup>a</sup> Com base na ferramenta descrita em Simoes, S.G. et al (2025). A value chain approach to a low carbon circular economy for flat glass. EU Green Week 2025 – Building a greener future: circular economy strategies for climate change mitigation in the built environment. Online Event. CIRCOMOD, CircEULAR and CO2NSTRUCT HEU project consortia. 18th June 2025. [https://green-week.event.europa.eu/partner-events/building-greener-future-circular-economy-strategies-climate-change-mitigation-built-environment-2025-06-18\\_en](https://green-week.event.europa.eu/partner-events/building-greener-future-circular-economy-strategies-climate-change-mitigation-built-environment-2025-06-18_en)

<sup>b</sup> Considerou-se uma média das distâncias para a Alemanha, Itália, Turquia e Bélgica.

Tabela 31 - Pressupostos assumidos quanto aos países de importação de vidro e percentagem importada de cada país, tipo de transporte e distância percorrida (km) em 2023

Origem	% importações	Distância percorrida (km)		Quantidade importada (t)
		Terrestre - Camião	Marítimo	
Espanha	59%	286	709 <sup>a</sup>	2 655 907
França	10%		1 403	449 305
Japão	3%		11 563	152 798
Alemanha	5%		2 209	240 346
Itália	5%		1 876	22 3778
Irlanda	5%		1 529	216 276
Países Baixos	5%		1 822	216 091
China	1%		11 191	52 728
Bélgica	3%		1 711	147 186
Polónia	1%		2 665	65 001
Finlândia	1%		3 434	56 741
Suécia	1%		2 731	51 436

<sup>a</sup> Com base na ferramenta descrita em Simoes, S.G. et al (2025). A value chain approach to a low carbon circular economy for flat glass. EU Green Week 2025 – Building a greener future: circular economy strategies for climate change mitigation in the built environment. Online Event. CIRCOMOD, CircEULAR and CO2NSTRUCT HEU project consortia. 18th June 2025. [https://green-week.event.europa.eu/partner-events/building-greener-future-circular-economy-strategies-climate-change-mitigation-built-environment-2025-06-18\\_en](https://green-week.event.europa.eu/partner-events/building-greener-future-circular-economy-strategies-climate-change-mitigation-built-environment-2025-06-18_en)

Para o caso do cimento e dos tijolos cerâmicos em que a origem dos materiais é 100% nacional, considera-se apenas o transporte rodoviário (camião) de cerca de 286 km para a totalidade dos mesmos.

Importa referir que existe uma incerteza substancial na estimativa destas emissões.

# CÁLCULO DAS TRAJETÓRIAS

O **cálculo das trajetórias para o setor de construção para os produtos de construção** seguiu a metodologia de avaliação de ciclo de vida (ACV). Esta metodologia identifica e calcula os impactes ambientais de GEE para as várias fases do ciclo de vida de um produto.

A unidade funcional foi de uma tonelada de produto de cada um dos produtos: Betão, Betão Pronto, Argamassas (cimentícias), Misturas Betuminosas e Madeira (pinho).

A Tabela 32 apresenta o âmbito da avaliação para cada um dos produtos.

Tabela 32 – Âmbito de avaliação de ciclo de vida para cada um dos setores

Setores	Etapas de ciclo de vida
Construção e Obras Públicas	Berço ao túmulo (A a C)
Carpintaria para a Construção	Berço ao portão (A1-A3)
Produtos de Betão	Berço ao túmulo (A a C)
Betão Pronto	Berço ao túmulo (A a C)
Argamassas	Berço ao portão + transporte (A1-A4)
Misturas Betuminosas	Berço ao portão + transporte (A1-A4)





# Construction to Zero



[www.construction2zero.pt](http://www.construction2zero.pt)