

Contributo do cimento e betão para a construção sustentável e para as cidades do futuro no âmbito do Novo Bauhaus Europeu: Beleza, sustentabilidade, inclusividade

Cement and concrete contribution to sustainable construction and to the cities of the future within the framework “New European Bauhaus: Beautiful, sustainable, together”

Ângela Nunes
Cristina Cruz
Fátima Rato

Resumo

O “Manifesto do Cimento e do Betão para a Construção Sustentável e para as Cidades do Futuro” representa o contributo da Indústria Cimenteira Portuguesa e da cadeia de valor do cimento e do betão para a concretização do “Novo Bauhaus Europeu”. Reflete a visão de um ambiente edificado resiliente, mais verde e digital, rumo a um ecossistema da construção descarbonizado, circular e eficiente, em termos de energia e recursos. Conjuga a importância de uma indústria competitiva e de uma economia robusta, com a vivência em espaços belos, sustentáveis e inclusivos. É fundamental que as cidades do futuro sejam espaços acolhedores e de pertença, que favoreçam o envolvimento e participação dos cidadãos, promovam a educação, a arte e a cultura, e nas quais o ambiente construído – com cimento e betão – coexista e se interrelacione de forma integrada e harmoniosa com a paisagem e com as dinâmicas urbanas.

Abstract

The “Cement and Concrete Manifesto for Sustainable Construction and for Cities of the Future” represents the contribution of the Portuguese Cement Industry and the cement and concrete value chain to the “New European Bauhaus”. It reflects the vision of a more resilient, green and digital built environment, towards a decarbonised, circular and efficient building ecosystem in terms of energy and resources. It combines the importance of a competitive industry and a robust economy, with living in beautiful, sustainable and inclusive spaces. It is fundamental that “cities of the future” become welcoming and belonging spaces, that favour the involvement and participation of citizens, promote education, art and culture, and in which the built environment – with cement and concrete – coexists and interrelates in an integrated and harmonious way with the landscape and with urban dynamics.

Palavras-chave: Cimento / Betão / Construção / Sustentável / Cidades / Futuro / Bauhaus

Keywords: Cement / Concrete / Construction / Sustainable / Cities / Future / Bauhaus

Ângela Nunes

Diretora Executiva do Centro de Desenvolvimento e Aplicações de Cimento da SECIL

Cristina Cruz

Diretora Comercial – Cimento da CIMPOR

Fátima Rato

Communication and Policy Manager, ATIC - Associação Técnica da Indústria de Cimento

Aviso legal

Os conteúdos incluídos na Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Legal notice

The contents included in the Portuguese Journal of Structural Engineering are the sole responsibility of the authors.

NUNES, A. [et al.] – Contributo do cimento e betão para a construção sustentável e para as cidades do futuro no âmbito do Novo Bauhaus Europeu: Beleza, sustentabilidade, inclusividade. **Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas**. Ed. LNEC. Série III. n.º 21. ISSN 2183-8488. (março 2023) 103-112.

1 Introdução

A Associação Técnica da Indústria de Cimento (ATIC) e a Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto (APEB) adotaram em janeiro de 2023 o “Manifesto do Cimento e do Betão para a Construção Sustentável e para as Cidades do Futuro” [1] (Manifesto).

O Manifesto representa o contributo da Indústria Cimenteira nacional e da cadeia de valor do cimento e do betão para a concretização do “Novo Bauhaus Europeu” [2] e reflete a visão de um ambiente edificado resiliente, mais verde e digital, rumo a um ecossistema da construção descarbonizado, circular e eficiente, em termos de energia e recursos. Conjuga a importância de uma indústria competitiva e de uma economia robusta, com a vivência em espaços belos, sustentáveis e inclusivos.

Neste sentido, a cadeia de valor do cimento e do betão pretende promover uma abordagem global e integrada ao ambiente construído que privilegie:

- produtos circulares e sustentáveis que incorporem resíduos e sejam os próprios possíveis de ser objeto de reciclagem, preservando a biodiversidade e evitando a depleção de recursos naturais valiosos;
- construções mais duradouras e com reduzida manutenção, que valorizem a avaliação do ciclo de vida, o desempenho eficiente do edificado e a recarbonatação, tendo como objetivo um parque imobiliário com necessidades nulas de energia e zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa em 2050, que assegure em simultâneo a segurança e proteção de pessoas e bens face a fenómenos climáticos extremos que se preveem cada vez mais frequentes;
- inclusão e responsabilidade social, atendendo a aspetos como produção e economia local, cadeia de fornecimento dos materiais e integração da eficiência energética do parque imobiliário na gestão inteligente de energias renováveis, com impacto em termos de acessibilidade, pobreza energética, bem-estar e saúde dos utilizadores.

O betão, o segundo bem mais consumido no mundo a seguir à água, é um componente essencial do movimento histórico Bauhaus, graças à sua resistência, durabilidade e propriedades intrínsecas, como a inércia térmica, a resistência ao fogo e o isolamento acústico. Para além de oferecer proteção e segurança, permite o desenvolvimento de estruturas minimalistas e a versatilidade arquitetónica, em formas e cores. As Indústrias do cimento e do betão continuam a assumir este papel de relevo no ecossistema da construção e estão empenhadas em dar resposta aos desafios do Novo Bauhaus Europeu no presente: neutralidade carbónica, economia circular, eficiência energética, construção sustentável e transformação digital.

De referir que o Manifesto se inspira na iniciativa “A New European Bauhaus – The Concrete Initiative Manifesto” [3] e apresenta o contributo do cimento e betão para a construção sustentável (Parte I), bem como o impacto do cimento e betão nas cidades do futuro (Parte II).

2 Parte I - Cimento e betão na construção sustentável

2.1 Sustentabilidade e neutralidade carbónica

O setor cimenteiro está a concretizar o compromisso assumido no Roteiro da Indústria Cimenteira para a Neutralidade Carbónica em 2050 [4], nomeadamente através do desenvolvimento de cimentos verdes para produção de betões de baixo carbono que já contribuem hoje para aplicações e soluções construtivas mais ecológicas.

A Indústria Cimenteira nacional procedeu a investimentos significativos em medidas de redução de impacto ambiental e em Investigação, Desenvolvimento e Inovação (I&D&I), num total de cerca de 206M€ entre 2005-2019. Tem realizado fortes investimentos em tecnologia de ponta para reduzir os consumos elétrico e térmico, bem como numa gestão energética eficiente que resulta em consumos específicos na produção de cimento em Portugal, inferiores à média europeia.

A estratégia adotada rumo à descarbonização e os investimentos realizados, tiveram como resultados:

- Redução superior a 14% nas emissões específicas de CO₂ por tonelada de cimento (1990-2017), considerando a totalidade das emissões de CO₂, possível devido a: (i) melhorias em eficiência térmica, (ii) redução de clínquer no cimento, (iii) aumento do consumo de combustíveis alternativos contendo biomassa como substitutos de fontes de energia fóssil (cerca de 40% da Energia Total em 2019), e consequente melhoria do consumo de energia;
- Maximização da utilização de combustíveis alternativos (2005-2019: “Co-processamento” de resíduos – 3.234 Kt) que tem permitido importar cada vez menos coque de petróleo e reduzir as emissões de carbono (2005-2019: Consumo de coque de petróleo evitado – 1.043 Kt e Emissões de CO₂ evitadas graças ao “Co-processamento” – 3.118 Kt).

Atualmente a Indústria Cimenteira apresenta um potencial limitado de redução de emissões de CO₂, dado que cerca de 70% das suas emissões se encontram relacionadas com o processo de produção de clínquer por meios convencionais, têm uma margem escassa de diminuição. Nesse sentido, estão em desenvolvimento tecnologias disruptivas que se espera venham a estar disponíveis à escala comercial próximo de 2030.

Será necessário um profundo investimento em I&D&I em novos processos para fabricação de cimentos com menor teor de CO₂. Trata-se de inovações tecnológicas como aumento do coprocessamento de resíduos, incremento da utilização de matérias-primas alternativas, utilização de novos combustíveis como o hidrogénio verde, eletrificação de alguns processos industriais e aposta em tecnologias de rutura, como a tecnologia de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS).

Em suma,

Até 2030

prevê-se uma redução das emissões de CO₂, face a 1990, de cerca de 48% (404 kg CO₂/t cimento) ao longo de toda a cadeia

de valor (36% se considerarmos a cadeia até ao cimento), sem recurso a tecnologias de natureza disruptiva;

entre 2030 e 2050

dar-se-á a entrada progressiva e acelerada de tecnologias de rutura que já existem hoje em pilotos industriais, mas que ainda não são economicamente viáveis à escala comercial como as tecnologias CCUS, a eletrificação parcial do processo e o uso massivo do hidrogénio;

até 2050, é esperada uma redução das emissões de CO₂, face a 1990, de cerca de 65% (274 kgCO₂/t cimento), sem recurso a tecnologias de natureza disruptiva, cuja disponibilidade se espera passar a existir a uma escala comercial a partir de 2030. Essas tecnologias destinam-se a eliminar os restantes 35% das emissões de CO₂ que separam o setor da neutralidade carbónica ao longo da cadeia de valor completa.

Introduzindo na análise o contributo da cadeia de valor do cimento e do betão para a preservação da biodiversidade e de recursos naturais escassos; para o fornecimento responsável de produtos e valorização material de resíduos; para a eficiência energética do edifício e para o conforto térmico dos ocupantes; para a duração, adaptabilidade, reciclagem e circularidade da construção, com reduzida manutenção durante a vida útil da mesma; e para a captura definitiva de carbono através da (re)carbonatação, sem transferir o ónus de um sumidouro temporário para as gerações futuras; conclui-se que o cimento e o betão de baixo carbono são elementos essenciais para a construção sustentável e para as cidades do futuro.

2.1.1 Políticas públicas adequadas

- Abordagem de ciclo de vida ao ambiente construído, considerando o potencial de eficiência energética e neutralidade carbónica nas fases de projeto, construção, utilização, renovação e demolição dos edifícios. É de salientar o impacto que o projeto da obra pode ter na descarbonização, através da desmaterialização da construção e da otimização de estruturas. A cadeia de valor do cimento e do betão defende ainda que a mesma lógica se deve aplicar à circularidade da construção, considerando a sustentabilidade na utilização de recursos, reutilização e reciclagem de materiais e prevenção de resíduos;
- Eficiência no processo de normalização, com o restabelecimento de um quadro de estabilidade que permita a adoção de normas harmonizadas e que acompanhe a inovação tecnológica e de produto. A cadeia de valor do cimento e do betão acolhe o pacote legislativo proposto no âmbito da Iniciativa de Produtos Sustentáveis, apoiando em particular a proposta de abrangência exclusiva dos seus produtos por regulação sectorial, através do “Regulamento dos Produtos de Construção” (RPC). Defende a valorização do papel do CEN neste processo, em articulação com a intervenção da Comissão Europeia em aspetos legais, com delimitação clara do âmbito de atuação de cada entidade, e propõe a atribuição de carácter excecional aos atos delegados, a aplicar apenas em circunstâncias definidas e com abrangência restrita. Alerta para o aumento previsto de custos e de encargos administrativos e para aspetos de confidencialidade e de

propriedade de informação, decorrentes da digitalização;

- Contratos públicos ecológicos que valorizem e promovam a utilização de produtos sustentáveis, inovadores e descarbonizados, por via de especificação em cadernos de encargos, como é o caso dos novos tipos de cimentos e betão com baixo teor de carbono. De referir que estes materiais tendem a ter um preço superior aos tradicionalmente produzidos, no entanto, por serem fundamentais para um consumo responsável, justifica-se o seu incentivo através de compras públicas. Importa ainda garantir do lado da produção, condições de concorrência equitativas que permitam a competitividade no fabrico destes produtos, em Portugal e na Europa.

2.2 Fornecimento responsável

É entendimento da Indústria Cimenteira que o Novo Bauhaus Europeu pode contribuir para a utilização responsável e ambientalmente sustentável de matérias-primas, primárias e secundárias, na construção. As pedreiras e os locais de extração devem ser progressivamente restaurados, durante e após as operações, e devem ser integrados conceitos tais como natureza temporária ou dinâmica, em cooperação com Organizações Não Governamentais Ambientais.

Uma das prioridades da Indústria Cimenteira consiste na proteção, preservação e regeneração de ecossistemas que prosperam dentro e ao redor das pedreiras - locais que são fonte de matérias-primas e constituem elementos fundamentais para a conservação da natureza. Apesar dos impactos que decorrem da atividade de extração sobre a paisagem, é ambição da Indústria contribuir para travar a perda de biodiversidade. Acresce que o processo de reabilitação pode ir para além das exigências legislativas, permitir o desenvolvimento de novos habitats e garantir a vida animal e vegetal, incluindo espécies raras e ameaçadas.

As principais matérias-primas utilizadas na cadeia de valor do cimento e do betão, *i.e.* calcário, no cimento e agregados no betão, são abundantes na Europa. Apesar da produção não implicar a extração nem o consumo de recursos escassos, a indústria tem vindo a incrementar a utilização de resíduos e sub-produtos, em substituição de matérias-primas primárias, promovendo a valorização material.

A Indústria Cimenteira tem procedido a investimentos no processo produtivo que permitem a substituição de combustíveis fósseis, como carvão e petcoque, por combustíveis alternativos. Esta valorização da energia calorífica dos resíduos resulta numa menor dependência energética de combustíveis fósseis de países terceiros, permite diminuir a quantidade de resíduos depositados em aterro e contribui para um menor nível de emissões de CO₂.

A resiliência da cadeia de valor do cimento e do betão contribui para o fornecimento responsável de materiais destinados à construção, renovação e reabilitação de edifícios e infraestruturas. É de salientar que a Indústria Cimenteira manteve a sua atividade durante a pandemia de Covid-19, assegurando postos de trabalho e contribuindo para a estabilidade social.

2.3 Produção local e circularidade

O Novo Bauhaus Europeu deve privilegiar materiais de construção produzidos localmente, evitando o transporte de longa distância que gera consumos energéticos e emissões de CO₂, apoiando as economias locais e garantindo a segurança das cadeias de abastecimento.

Num mundo com recursos finitos, a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) é fundamental para uma abordagem circular que permitia à Europa ser autossuficiente, garantindo agregados primários de origem responsável e sustentável. De referir que, em alguns casos, os produtores de betão já disponibilizam misturas de betão que contêm até 100% de agregados reciclados.

A Indústria Cimenteira é fundamental para a economia local, nacional e europeia e assume essa responsabilidade em total consonância e respeito pelos princípios ambientais expressos no atual enquadramento legislativo. Caracteriza-se pela elevada componente nacional do seu valor acrescentado (mais de 70% do VAB do setor) e tem um efeito multiplicador relevante na economia – estima-se que por cada euro de valor acrescentado na fileira de cimento e betão são gerados cerca de €3 na economia. O setor emprega, direta e indiretamente, 5.100 pessoas.

A Indústria Cimenteira contribui há duas décadas para a Economia Circular, através da utilização de combustíveis e matérias-primas alternativas, num processo designado por coprocessamento. Atualmente, o coprocessamento é uma realidade em todas as cimenteiras do país, tendo vindo a afirmar-se como uma solução muito eficaz para a gestão de resíduos em Portugal. Esta atividade representa um contributo valioso para a transição do setor, promovendo a reintrodução dos resíduos na economia como recursos. Entre 2005 e 2019, o coprocessamento permitiu evitar, em média, cerca de 230 mil de toneladas de CO₂ por ano, traduzindo-se em poupanças acumuladas de 3 milhões de toneladas de CO₂. A utilização de combustíveis alternativos em substituição do petcoque permitiu evitar a importação de cerca de um milhão de toneladas deste combustível, com o consequente impacto ao nível da redução das emissões de CO₂ e contributo para a balança comercial nacional.

A circularidade da cadeia de valor do cimento e do betão é reforçada através da (re)introdução de RCD no processo. No final do ciclo de vida, o betão pode ser 100% reciclável e ter vários destinos, tais como ser utilizado enquanto agregado na produção de mais betão ou como constituinte numa base de pavimento.

A gestão eficiente de RCD – incluindo a separação e triagem dos mesmos em obra e o encaminhamento de resíduos com viabilidade de utilização para a Indústria Cimenteira – conjugada como a simplificação e celeridade do licenciamento urbanístico, pode representar um contributo importante para a economia circular e para uma maior eficiência na atividade de renovação sustentável das cidades.

2.3.1 Políticas públicas adequadas

- **Objetivo "zero deposição em aterro" de resíduos não recicláveis e com potencial de coprocessamento.** Poderia ser atingido através do aumento da taxa de gestão de resíduos

(TGR) para deposição em aterro e por apoio a investimentos que potenciem a construção a montante da infraestrutura adequada de separação e tratamento, para produção de combustíveis alternativos de qualidade;

- **Revisão da TGR com isenção das operações de coprocessamento;**
- **Acesso a fontes de biomassa** em condições concorrenciais com outros setores;
- **Acesso a RCD**, incluindo os existentes em aterro com viabilidade de utilização;
- **Triagem em obra e encaminhamento de RCD** para a Indústria do Cimento e para a Indústria do Betão Pronto e Agregados, o que implica menores custos económicos e ambientais de logística;
- **Valorização da (re)incorporação de RCD** pelo ecossistema da construção através dos cadernos de encargos de compras públicas sustentáveis e circulares.

2.4 Ativação de energia

A inércia térmica consiste na capacidade do betão de armazenar energia e posteriormente a libertar de forma gradual, contribuindo para regular a temperatura no interior do edifício e evitar a utilização de equipamentos de aquecimento e arrefecimento. Contribui para edifícios mais eficientes em termos energéticos, com menores emissões de CO₂, e melhora o bem-estar e conforto dos ocupantes. O betão apresenta também a capacidade de servir de bateria térmica, armazenando calor que poderá ser dispensado a sistemas de distribuição e aquecimento, maximizando o potencial das instalações solares e contribuindo para a redução dos picos de consumo das redes.

A dupla transição verde e digital permite uma nova visão sobre o parque imobiliário, encarando os edifícios, tradicionais utilizadores passivos de energia, como potenciais participantes no sistema energético, através da ativação de energia térmica incorporada nos mesmos.

Em coerência com a dimensão transdisciplinar e inovadora do Novo Bauhaus Europeu, a cadeia de valor do cimento e do betão está em condições de contribuir para a transformação dos edifícios em agentes ativos do sistema que fornecem energia para redes inteligentes e facilitam a acomodação de fontes diversas de energia limpa, nomeadamente as renováveis.

Não é demais salientar o impacto social em causa, uma vez que as populações mais vulneráveis tendem a habitar construções com pior desempenho energético e têm menores possibilidades de suportar faturas energéticas elevadas, incorrendo em situações de pobreza energética com prejuízos nas condições de saúde e na qualidade de vida.

Importa considerar que o betão é também um material de excelência e objeto de escolha para equipamentos de energia renovável (fundações e até mesmo o fuste) e rodovias de pavimento rígido para veículos de transporte pesados, com repercussões significativas em termos de poupanças de energia e fornecimentos de energia sustentável.

2.4.1 Políticas públicas adequadas

No que respeita a políticas públicas, é de realçar a proposta de reformulação da Diretiva relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios [5] que estabelece como objetivo um parque imobiliário com emissões zero, totalmente descarbonizado em 2050. A cadeia de valor do cimento e do betão apresenta as seguintes recomendações relativamente à mesma:

- Salienta a importância de **substituir a proposta de armazenamento temporário de carbono no edifício, por captura definitiva de carbono**, evitando transferir o ónus das alterações climáticas para as gerações futuras;
- Propõe a **valorização do período de vida útil da construção**, sugerindo que os edifícios projetados para um período mais longo sejam recompensados no cálculo do potencial de aquecimento global;
- Recomenda que a **ativação da energia térmica seja reconhecida em complemento à inércia térmica passiva**, no sentido de tornar os edifícios agentes ativos no sistema energético.

2.5 Durabilidade e adaptação

Numa ótica de gestão eficiente de recursos, os edifícios e as infraestruturas devem ser projetados e construídos visando um período de vida útil eficiente o mais longo possível e contemplando intervenções de manutenção e renovação.

Para além da versatilidade, custo económico e produção local, a durabilidade do cimento e do betão, mesmo quando aplicado em ambientes agressivos, consiste numa das propriedades do material mais interessantes a explorar. Devido às suas características, muitas das estruturas construídas em betão, mesmo com mais de 50 anos, podem facilmente ser reutilizadas e adaptadas. Tal permite evitar uma maior impermeabilização do solo e a necessidade de novas infraestruturas.

O Novo Bauhaus Europeu deve valorizar a renovação ou reconstrução e abranger a extensão da vida útil dos edifícios. Este é já o caso de alguns edifícios de betão que são reformados mantendo a sua estrutura inicial. Em Portugal temos um excelente exemplo, já com alguns anos, que é a obra do Professor Edgar Cardoso de alargamento do tabuleiro e reforço da Ponte D. Luís sobre o Rio Tejo em Santarém, uma estrutura em fim de vida que foi objeto de reforço, alongando a sua vida útil por várias décadas e continuando, ainda hoje, em serviço.

Quando a reutilização de uma estrutura de betão ou de outros artefactos à base de betão não for possível, no final da vida útil, o betão deve ser reciclado. A reciclagem deve ser promovida por meio de uma regulamentação forte e através de códigos de construção que incentivem a posterior separação dos materiais através de demolição / desconstrução cuidadosa, reciclagem avançada e outros desenvolvimentos tecnológicos, com vista à total utilização do potencial de absorção do CO₂ no betão, de forma prática e económica. Deve evitar-se o envio do material para aterro e maximizar a absorção de CO₂ emitido durante a fabricação.

Importa ter em atenção os efeitos das alterações climáticas no

edificado e salientar a importância de materiais de construção resistentes e duradouros, que contribuam para estruturas resilientes, capazes de proteger pessoas e bens, em caso de fenómenos climáticos extremos. Propriedades como a resistência do betão ao fogo e a capacidade sísmica, são também mais-valias a considerar.

De salientar ainda que a cadeia de valor do cimento e do betão tem um papel relevante a desempenhar na proteção costeira, exponenciado pelos efeitos do aquecimento global, em particular em zonas de risco elevado de erosão e de inundação.

3 Parte II - Cimento e betão nas cidades do futuro

3.1 Expansão de espaços verdes e azuis

Perante a expansão dos centros urbanos, é imperativo transformar as cidades em ecossistemas sustentáveis e inteligentes, capazes de responder às necessidades e expectativas da população. O Novo Bauhaus Europeu reúne as condições necessárias para promover uma agenda urbana que vá além dos edifícios, permitindo que a densificação crie oportunidades para repensarmos a nossa relação com a natureza e com a biodiversidade.

Graças à sua resistência, o cimento e o betão, material de escolha para a construção de edifícios em altura, permite que os arquitetos realizem projetos criativos e engenhosos. Desta forma, contribui para soluções que permitem libertar mais espaços verdes e azuis, i.e. locais com presença de vegetação e água, em cidades com design e conceito inovador.

De salientar, a importância da cadeia de valor do cimento e do betão para a construção de reservatórios de água e barragens, bem como de infraestruturas para a eficiente distribuição deste recurso natural escasso e valioso.

3.2 Respeito por diferentes materiais de construção

O Novo Bauhaus Europeu deve promover a coexistência e sinergia na aplicação de vários materiais de construção na obra e garantir que a escolha é orientada para a eficiência global do projeto. Nenhum edifício é constituído apenas por um material, sendo crucial a capacidade e conhecimento dos arquitetos e projetistas para selecionar e potenciar as qualidades de cada produto, no sentido de obter a melhor solução conjunta e um resultado otimizado ao nível do ambiente construído.

Ao nível do poder decisório e da atividade legislativa, é fundamental o respeito estrito pela neutralidade do material, evitando favorecer um produto em detrimento de outro(s), o que iria originar distorções da concorrência entre produtos e entre as respetivas indústrias. Em sentido inverso, importa privilegiar o desempenho global do edifício, proporcionado pelo material, bem como o contributo deste para a sustentabilidade do ambiente construído.

A seleção de materiais deve ter por base a avaliação do ciclo de vida do edifício, explorando as possibilidades da digitalização nas fases de projeto e construção da obra e valorizando as melhores condições

para a utilização do edifício, durante o respetivo tempo de vida útil.

De referir que estão atualmente disponíveis publicamente Declarações Ambientais de Produto (DAP) médias europeias, para três tipos de cimento (CEM I, CEM II e CEM III), elaboradas pela Associação Europeia de Cimento (CEMBUREAU), de acordo com a EN 15804. Estas declarações destinam-se essencialmente à comunicação "Business-to-Business" e fornecem dados mensuráveis e verificáveis, contribuindo com informação ambiental relevante para a avaliação de sustentabilidade do edificado.

3.2.1 Políticas públicas adequadas

- **Respeito pelo princípio da neutralidade do material**, no sentido de evitar distorções de concorrência no mercado. É fundamental que a neutralidade seja estritamente respeitada em todo o processo legislativo, ao nível nacional e da UE, evitando o favorecimento de um material em detrimento de outro(s) produto(s) concorrentes;
- **Promoção de Avaliações de Ciclo de Vida do edifício**, na seleção dos materiais de construção e na avaliação do contributo dos mesmos para o desempenho sustentável das soluções construtivas;
- **Valorização do complexo processo de normalização**, nomeadamente no que respeita à seleção de dados, definição de cenários e elaboração de cálculos para avaliar o desempenho ambiental e a sustentabilidade das obras.
- **Compatibilidade de soluções conjuntas de grande benefício arquitetónico**, atendendo a que construções mistas podem oferecer soluções interessantes. Também a interligação entre materiais de forma a aumentar o teor de materiais renováveis no betão, como seja a articulação do betão estrutural com resíduos de madeira e ou cortiça, apresenta grande potencial. Refira-se, a título de exemplo, o Terminal de Cruzeiros de Lisboa que se revela um exemplo sustentável, adicionando benefícios ao nível da acústica, isolamento térmico e leveza que conduz a uma redução global de volumes e, conseqüentemente, de pegada ambiental.

3.3 Digitalização e acessibilidade

Os edifícios inteligentes serão parte integrante das cidades do futuro. A introdução de novas tecnologias irá permitir otimizar o dimensionamento de estruturas construtivas, com recurso a métodos de cálculo, dimensionamento e execução cada vez mais eficientes.

A transição digital é já uma evidência para as Indústrias de cimento e de betão. A fabricação passará a ser controlada digitalmente através da análise de padrões de dados e inteligência artificial, permitindo obter uma maior consistência e qualidade do produto para as mais diversas aplicações. A digitalização oferece oportunidades significativas para reduzir as emissões de CO₂ associadas à produção do betão, e também a quantidade de água usada, como resultado da otimização da pasta (cimento e finos) no projeto da mistura do betão.

Melhores dados e sistemas de processamento dos mesmos

permitirão às empresas otimizar os agregados e as composições dos vários tipos de betão, bem como calcular a quantidade exata de betão necessária aos trabalhos e às aplicações em vista. Ao nível da construção, serão utilizados dados referentes ao cimento e ao betão para determinar o teor em carbono dos edifícios a construir e o desempenho energético dos mesmos ao longo do respetivo ciclo de vida.

Acresce que a digitalização poderá proporcionar economia e bem-estar, sobretudo na fase de utilização do edifício. O controlo térmico e de iluminação dos espaços de forma completamente autónoma promoverá economia de energia significativa.

A versatilidade do betão permite a sensorização e digitalização embutida no material, o que o torna um dos materiais de construção com maior potencial para utilizações inteligentes. Ao proporcionar um meio resistente e protetor de sistemas digitais, o betão é ideal para aplicações em espaços urbanos, nomeadamente de sensores de iluminação, carregamentos de equipamentos por indução, sinalética informativa e de segurança, laser, monitorização de sinais vitais, entre outros.

O carregamento elétrico por indução de veículos é já hoje uma realidade e poderá ter um crescimento visível nos próximos anos, facilitando a mobilidade elétrica.

3.3.1 Políticas públicas adequadas

- O setor acolhe favoravelmente os objetivos da Iniciativa de Produtos Sustentáveis, mas considera ser crucial **assegurar um quadro normativo e legislativo europeu consistente e articulado**, que evite duplicação de exigências de informação e reporte digital, já estipuladas noutras iniciativas;
- É entendimento desta cadeia de valor que o **Passaporte Digital de Produto se deveria restringir a produtos de utilização final**, ou seja, eventualmente pré-fabricados, argamassas e betão, excluindo o clínquer e o cimento. A informação a disponibilizar seria a decorrente de uma análise química laboratorial, com indicações de potencial de reciclagem. Os dados fornecidos nunca poderiam revelar, direta ou indiretamente, informações comerciais de carácter confidencial, colocar em causa direitos de propriedade intelectual, nem permitir "reverse engineering".

3.4 Mobilidade sustentável

É fundamental que o Novo Bauhaus Europeu considere a renovação e o desenvolvimento de infraestruturas de transporte ambientalmente sustentáveis, tais como estações ferroviárias, sistemas de transporte coletivo ou ciclovias, no sentido de garantir a mobilidade de pessoas e permitir a libertação de mais espaços verdes e azuis, em benefício dos cidadãos e da natureza.

De salientar que num contexto de densificação populacional crescente, a mobilidade sustentável é uma componente essencial na solução para a poluição em meios urbanos, representando benefícios para a saúde, para a sociedade e para o ambiente.

A cadeia de valor do cimento e do betão alerta para a importância da avaliação do ciclo de vida e para a necessidade de considerar – na construção, conservação e reabilitação de infraestruturas de

transporte – fatores como a gestão eficiente de recursos naturais e a minimização do impacto do transporte.

O cimento e o betão são elementos-chave, em infraestruturas orientadas para a mobilidade sustentável. Graças à sua durabilidade intrínseca, o betão tem a capacidade de melhor satisfazer as necessidades de transporte, conjugando eficiência e baixos custos de manutenção.

Importa ter ainda em atenção, questões de saúde e segurança. Por exemplo, em caso de incêndio, os pavimentos de betão em túneis asseguram maior segurança para pessoas e para a estrutura, comparativamente a outros materiais. O betão é inerte, não inflamável e não liberta fumos, gases tóxicos nem substâncias nocivas, permitindo a evacuação das vias e a intervenção de bombeiros e equipas de salvamento. Acresce que os pavimentos em betão oferecem elevado nível de refletância, o que favorece a visibilidade, e proporcionam uma melhor aderência ao solo, o que resulta em distâncias de travagem mais curtas, reduzindo a probabilidade de acidentes.

De salientar ainda a durabilidade e longevidade dos pavimentos em betão, o que permite evitar o consumo de matérias-primas e recursos adicionais, gastos de energia e emissões de CO₂. A necessidade reduzida de manutenção ao longo da vida útil do pavimento, minimiza perturbações do tráfego e garante a rápida retoma da operacionalidade. No final de vida, o pavimento em betão pode ser reciclado em agregados que podem ser reutilizados em camadas de base ou em novo betão.

3.5 Transformar as cidades em "Sumidouros de CO₂"

É do conhecimento geral que as florestas atuam como um sumidouro global de CO₂. Nesse sentido, qualquer exploração inadequada das florestas pode impactar negativamente o equilíbrio global da biodiversidade e dos ecossistemas.

Menos conhecido é o facto de o betão e as argamassas, integradas no ambiente construído, nas cidades e nas infraestruturas, também absorverem CO₂ ao longo da sua vida. Ao contrário dos produtos à base de madeira, que libertam o seu dióxido de carbono na atmosfera no final de sua vida útil, as estruturas em betão absorvem o dióxido de carbono de forma considerada permanente.

O betão é um poderoso sumidouro de CO₂, conforme reconhecido no Relatório do "Intergovernmental Panel on Climate Change" (IPCC) [6]. De facto, as fases não-carbonatadas de cimento, presentes no betão e nas argamassas, absorvem CO₂ de uma forma natural ao longo do seu ciclo de vida. O Roteiro da Indústria Cimenteira para a Neutralidade Carbónica 2050 indica que até 25% das emissões de CO₂ de processo, emitidas durante a produção de cimento, podem ser absorvidas ao longo da vida útil das estruturas e infraestruturas em betão e até mesmo depois, já durante as fases de demolição e reciclagem, tratando-se de uma compensação natural para o equilíbrio químico das emissões produzidas aquando da fabricação do cimento.

A quantidade real de absorção de CO₂ depende de uma série de parâmetros, incluindo a classe de resistência, as condições de exposição, a espessura do elemento de betão, o cenário de

reciclagem e uso secundário. O efeito de (re)carbonatação aumenta após a demolição de um edifício ou até de uma estrutura, uma vez que os agregados reciclados depois de britados possuem uma superfície específica mais elevada e potenciam a absorção do CO₂ do ar ambiente. Este é mais um dos contributos da cadeia de valor do cimento e do betão para o objetivo de descarbonização preconizado pela UE.

É entendimento das Indústrias de cimento e de betão que a (re)carbonatação de betão ao longo do seu ciclo de vida deve, por conseguinte, ser reconhecida na contabilidade das emissões de CO₂, nas metodologias de determinação do conteúdo carbónico das soluções construtivas e nas certificações como um processo efetivo de remoção de CO₂ da atmosfera (net carbon removals).

4 Conclusão

O cimento é a componente chave do betão, o produto mais consumido no mundo a seguir à água. O betão é um material de excelência, utilizado quer na construção de edifícios e de infraestruturas, quer em obras de reabilitação e renovação. A cadeia de valor do cimento e do betão está presente na vida quotidiana: proporciona conforto térmico e segurança em edifícios (habitações, hospitais e escolas, entre outros), é essencial na construção de grandes infraestruturas e obras públicas (tais como: barragens, túneis, saneamento básico, escoamento de águas e cais marítimos) e é um elemento fundamental na adaptação aos efeitos da alteração climática, protegendo a costa da erosão marítima e sendo utilizado em infraestruturas de energia renovável. A cadeia de valor do cimento e do betão promove a circularidade em todo o ciclo de vida dos edifícios e apresenta um contributo decisivo para uma construção mais sustentável.

O Roteiro da Indústria Cimenteira para a Neutralidade Carbónica em 2050 representa o compromisso da Indústria Cimenteira nacional com as metas climáticas nacionais e com a descarbonização, assente numa abordagem 5C: Clínquer, Cimento, betão (“Concrete”), Construção e (re)Carbonatação. A Indústria Cimenteira propõe-se reduzir 48% das emissões de CO₂ da cadeia de valor do cimento e do betão até 2030, face a 1990, e, uma vez disponíveis à escala industrial tecnologias disruptivas, como as de captura e utilização de carbono e tecnologias de hidrogénio, nas quais o sector está a trabalhar, atingir a neutralidade carbónica em 2050. Acresce que o caráter local da Indústria Cimenteira atenua dependências do exterior, no que respeita a cadeias de abastecimento, e contribui para o desenvolvimento e resiliência da economia e da comunidade local.

A cadeia de valor do cimento e do betão está perfeitamente alinhada e empenhada em contribuir para o imperativo de bom funcionamento do mercado único de produtos de construção sustentáveis. O betão é um material durável, resistente, com reduzida manutenção e resistente ao fogo. Numa vertente estética e de inovação tecnológica, é um material versátil e adaptável, reciclável, com boa capacidade de resposta a reutilizações e renovações, a novas tendências de design e a um ecossistema de construção mais resiliente, verde e digital. As alterações climáticas, associadas ao risco sísmico, reforçam a importância do betão para a

segurança de pessoas, bens e edificado.

A inércia térmica do betão permite melhorar o desempenho energético dos edifícios e o conforto térmico dos ocupantes, reduzindo necessidades de climatização, consumos de energia e emissões de CO₂ associadas. Considerando uma análise de ciclo de vida, desde a otimização de estruturas na fase de projeto, até aos resíduos de construção e demolição e à reciclagem, o betão contribui para uma construção mais circular e sustentável. A cadeia de valor do cimento e do betão apresenta, desta forma, um contributo inestimável para os objetivos de edifícios com necessidades quase nulas de energia e para um parque imobiliário descarbonizado.

Acresce que o betão desempenha um importante papel no contexto da absorção de CO₂ que ocorre, não só durante a sua vida útil, mas também quando as estruturas em betão são demolidas e os respetivos resíduos britados. De facto, o aumento da superfície específica dos resíduos de construção e demolição, depositados e expostos ao ar durante algum tempo em pilhas de material britado, acelera o seu processo de carbonatação antes de voltarem a ser reutilizados. Estes resíduos já descarbonatados, poderão reintegrar o ciclo de produção e transformação do calcário em clínquer, consequentemente com menor incorporação de CO₂.

Um ambiente construído sustentável exigirá produtos descarbonizados, combinações eficientes de materiais, boas práticas construtivas e um enquadramento político adequado. Neste sentido, as Indústrias do cimento e do betão apresentaram um conjunto de propostas, dirigidas às Instituições Europeias, autoridades nacionais e poder local, que versam sobre a construção sustentável no âmbito do Novo Bauhaus e têm como objetivo promover valores de ecologia, estética e qualidade de vida, indispensáveis em cidades modernas.

Importa que a abordagem a desafios como a adaptação e resiliência às alterações climáticas, a neutralidade carbónica e a eficiência energética, a economia circular e a valorização de resíduos, a utilização eficiente de água e recursos, seja acompanhada dos ideais de beleza e inclusão preconizados no Novo Bauhaus Europeu. A cidade tem que ser um espaço acolhedor e de pertença, que favoreça o envolvimento e participação dos cidadãos, promova a educação, a arte e a cultura, e no qual o ambiente construído coexista e se interrelacione de forma harmoniosa com o ambiente natural.

Referências

- [1] Associação Técnica da Indústria do Cimento (ATIC) Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto (APEB) – Manifesto do Cimento e do Betão para a Construção Sustentável e para as Cidades do Futuro, 2023.
- [2] Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Novo Bauhaus europeu - Beleza, Sustentabilidade, Inclusividade. Bruxelas, 15.9.2021, COM(2021) 573 final.
- [3] The European Concrete Initiative. A New European Bauhaus – The Concrete Initiative Manifesto, 2021.
- [4] Associação Técnica da Indústria do Cimento (ATIC) – Roteiro da Indústria Cimenteira Nacional para a Neutralidade Carbónica em 2050, 2021.

- [5] Comissão Europeia. Proposta de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios (reformulação). Bruxelas, 15.12.2021, COM(2021) 802 final.
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press.

Contributo do cimento e betão para a construção sustentável e para as cidades do futuro no âmbito do Novo Bauhaus Europeu:
Beleza, sustentabilidade, inclusividade
Ângela Nunes, Cristina Cruz, Fátima Rato