

O Cimento, a base de Betão. O Betão essencial e intemporal

Cement, the core of Concrete. Concrete, timeless and essential

Paulo Rocha
Nuno Maia
Marta Feio

Resumo

O cimento romano viabilizou a construção de obras extraordinárias que associaram beleza, utilidade e eternidade, contribuindo para a nossa herança civilizacional comum. Após inúmeros avanços tecnológicos e culturais, o compromisso do Cimento e do Betão na atualidade alia estética, circularidade, eficiência energética, neutralidade carbónica e sustentabilidade. As exigências de descarbonização ao nível nacional, da UE e mundiais são encaradas pela Indústria Cimenteira como uma oportunidade de inovação e transição verde e digital, em resposta aos desafios sociais, económicos e ambientais do presente e do futuro.

Como qualquer outro material e como nós próprios, o cimento terá de continuar a reinventar-se. O caminho é longo, os investimentos necessários muito avultados e a investigação e desenvolvimento de tecnologias de rutura acelerará. Seguros do nosso compromisso e da nossa responsabilidade, contribuiremos para uma sociedade neutra em carbono em 2050.

Abstract

Roman cement enabled the construction of extraordinary works that combined beauty, utility and eternity, contributing to our common civilizational heritage. After numerous technological and cultural advances, Cement and Concrete commitment nowadays combines aesthetics, circularity, energy efficiency, carbon neutrality and sustainability. Decarbonisation requirements at national, EU and global level are seen by the Cement Industry as an opportunity for innovation and green and digital transition, in response to present and future social, economic and environmental challenges.

Like any other material and like ourselves, cement will have to keep reinventing itself. It's a long path, the necessary investments are huge and the research and development of disruptive technologies will accelerate. Certain of our commitment and our responsibility, we will contribute to a carbon neutral society in 2050.

Palavras-chave: Cimento / Betão / Descarbonização / Circularidade / Sustentabilidade

Keywords: Cement / Concrete / Decarbonization / Circularity / Sustainability

Paulo Rocha

Diretor de Inovação e Sustentabilidade da CIMPOR
Membro do Conselho Executivo da ATIC

Nuno Maia

Diretor de Comunicação Institucional da SECIL

Marta Feio

Secretária-Geral Executiva da ATIC

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.

ROCHA, P. [et al.] – O Cimento, a base de Betão. O Betão essencial e intemporal. **Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas**. Ed. LNEC. Série III. n.º 21. ISSN 2183-8488. (março 2023) 99-102.

1 Introdução

De acordo com a “*Illustrated History of Cement and Concrete – The Exciting Story of two Outstanding Building Materials*” de Rainer Nobis, publicada em 2021, os primeiros sinais de materiais de construção produzidos artificialmente, remontam há mais de 12.000 anos, tendo-se seguido o uso de novos ligantes por chineses, gregos e romanos. Como é sobejamente conhecido, a Antiguidade Clássica é um período particularmente feliz no que respeita à arquitetura. Com base no conhecimento dos gregos, os Romanos desenvolveram materiais de construção e refinaram métodos construtivos, desafiando possibilidades e deixando-nos obras extraordinárias que associaram beleza, utilidade e eternidade. Para além de infraestruturas como estradas e portos, essenciais à expansão, comunicação e comércio, passando por aquedutos para fornecimento de água, até anfiteatros, palácios e monumentos de adoração aos deuses, que caracterizaram uma cultura e civilização, o opus caementitium, mais vulgarmente conhecido como cimento romano, marcou presença nesta herança comum.

Dois milénios depois, atravessando a Idade Média, a Idade Moderna, o fulgor do Renascimento, a expansão marítima com chegada a novos continentes, territórios e populações, nas revoluções sociais e industriais da Idade Contemporânea, até chegar aos desafios e oportunidades do presente - como as alterações climáticas, a digitalização da construção e a inteligência artificial -, o cimento e o betão permanecem aliados inestimáveis no nosso quotidiano.

2 Calcário, cimento e betão

O calcário é um recurso geológico abundante em quase todo o planeta, fácil de extrair e manusear. É a partir da calcinação de calcário, marga e areia que se produz clínquer, em fornos de alta temperatura, o qual depois de moído e misturado com calcário cru e gesso dá origem ao pó que designamos hoje por Cimento Portland Artificial, naturalmente distinto do cimento romano, por ser mais resistente e versátil.

Este pó não tem aplicação direta isolada mas é o ligante hidráulico de excelência para produzir betão, uma argamassa cuja componente chave é o cimento, misturado com água, areia e brita e que é o produto mais consumido no mundo a seguir à água.

O betão é como pedra líquida que quando seca constitui um material de excelência, utilizado quer na construção de infraestruturas e edifícios, quer em obras de reabilitação, reconstrução e renovação.

3 Betão, chave de desenvolvimento

O betão é essencial à segurança, proteção, conforto e património das populações sendo absolutamente insubstituível pela elevada magnitude em que é usado e totalmente incontornável para a concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, se considerarmos que o material apresenta uma resposta única aos desafios mais prementes da humanidade, tal como a necessidade de construção de esgotos e saneamento básico – de uma forma simples, a par de algumas das descobertas da medicina, tendo contribuído de forma decisiva para a saúde pública

- de captura e reserva de água, sendo elemento fundamental em barragens, fundações de torres eólicas e grandes obras públicas para as quais não há, à data, outro material que apresente a mesma resistência, essencial para a proteção de vidas humanas. Sem betão não haveria hospitais, escolas, tribunais, cinemas, teatros e demais estruturas partilhadas que compõem uma sociedade moderna, numa articulação que se pretende cada vez mais harmoniosa com a biodiversidade e com a expansão de espaços verdes e azuis nas nossas cidades.

O betão dá forma aos sonhos de génios como o imperador romano Adriano, Jørn Utzon, Frank Lloyd Wright, Ludwig Mies van der Rohe e Antoni Gaudí e permite conceber obras de rara beleza como o Panteão de Roma, a Ópera de Sydney, a Waterfall House e o Museu Guggenheim em Nova Iorque, o Pavilhão Nacional da Alemanha para a Exposição Internacional de Barcelona e a fabulosa Sagrada Família – que teve, aliás, de esperar muitos anos até que uma solução complexa de engenharia em betão estrutural permitisse a conclusão da sua Torre da Virgem dando finalmente vida à visão extraordinária de Gaudí e às formas quase divinas desta belíssima catedral. A ponte Vasco da Gama, o pavilhão de Portugal na Expo com a sua magnífica pala, a Casa da Música, etc. são outras soluções mais recentes com as quais convivemos diariamente. O betão respondeu e vai sempre responder às necessidades da humanidade, cabendo aos produtores e projetistas, engenheiros e arquitetos, elevá-lo a novos patamares dando forma e perenidade às grandes realizações da Humanidade e permitindo encontrar soluções únicas para a nossa sociedade.

Através da utilização responsável do betão, a Humanidade terá um futuro mais digno, saudável e desenvolvido. O inexorável crescimento da população mundial comporta complexos desafios de gestão de recursos e de satisfação de necessidades elementares das populações, designadamente em contexto de crescente urbanização. Apenas o betão apresenta soluções exequíveis para tal, independentemente de conceções teórico-filosóficas passadistas e que visam diabolizar um material que, na sua essência, é virtuoso há milhares de anos.

Por ser um recurso acessível, fácil de produzir localmente e manusear, o betão tem tido larga aplicação em todo o mundo nos últimos 100 anos, dando prova de uma grande robustez e durabilidade, feito a partir de matérias-primas naturais extremamente abundantes e integralmente aproveitáveis.

O betão é o produto mais consumido no mundo a seguir à água. Mas para haver betão precisamos de cimento, um pó que não tem aplicação direta isolada, mas que é o ligante hidráulico de excelência que misturado com água, areia e brita, se transforma naquele material de excelência, utilizado quer na construção de infraestruturas e edifícios, quer em obras de reabilitação, reconstrução e renovação.

E para haver cimento é preciso haver calcário, um recurso geológico abundante em quase todo o planeta, fácil de extrair e manusear – às quais o engenho humano através da tecnologia e do “fogo” confere novas formas – o clínquer, a partir da calcinação de calcário a que se juntam marga e areia, o qual depois de moído e misturado com calcário cru e gesso dá origem ao pó que designamos hoje por Cimento Portland, naturalmente distinto do cimento romano, por ser mais resistente e versátil.

O processo químico de calcinação do calcário é responsável por

dois-terços das emissões de carbono o que impõe um desafio de descarbonização acrescido. De qualquer forma, dada a relevância do cimento para o betão, e do betão para a sociedade, num contexto de metas ambiciosas, quer a nível nacional, quer a nível europeu e mundial, impõe-se à produção de cimento uma responsabilidade acrescida que se reflete em diversas vertentes e no compromisso detalhado no Roteiro da Indústria Cimenteira Nacional para a Neutralidade Carbónica 2050.

Visando um desempenho ecológico, a cadeia de valor do cimento e do betão promove a circularidade em todo o ciclo de vida dos edifícios e contribui, de forma decisiva, para a transição para um ambiente construído mais sustentável.

4 Betão e carbono

Segundo vários autores, o betão compara favoravelmente em termos de pegada carbónica com outros materiais de construção como o aço, alumínio e até madeira transformada, analisado todo o ciclo de vida e incluindo transporte. O betão é totalmente reciclável e reutilizável sucessivamente em novas obras, sendo, portanto, um produto perfeitamente integrado na economia circular.

E num contexto de ambiciosas metas, seja a nível nacional, seja a nível europeu e mundial a produção de cimento, cujos dois-terços das emissões decorrem quimicamente do próprio processo de transformação da pedra em clínquer este facto impõe uma responsabilidade acrescida ao sector e que se reflete em diversas vertentes.

Acresce que, conforme detalhado no Roteiro da Indústria Cimenteira para a neutralidade carbónica 2050, a mesma tem vindo a substituir matérias-primas virgens por matérias-primas alternativas já descarbonatadas, recorrendo ao uso de resíduos minerais, subprodutos ou materiais secundários para fornecer uma parte das matérias-primas necessárias à produção de clínquer, contribuindo em simultâneo para a gestão nacional de resíduos. No mesmo sentido, o recurso a combustíveis fósseis tem dado lugar a combustíveis alternativos, com frações elevadas de biomassa.

Visando um desempenho ecológico, a cadeia de valor do cimento e do betão promove a circularidade em todo o ciclo de vida dos edifícios e contribui, de forma decisiva, para a transição para um ambiente construído mais sustentável. De salientar que a Indústria do Cimento utiliza uma matéria-prima abundante na natureza cuja exploração não contribui para a depleção de recursos naturais escassos que já se encontram em falta no planeta, nem que sejam essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas e para a sobrevivência humana, como é o caso das florestas tropicais, que exigem grandes extensões de território e décadas para serem substituídos.

5 Características do betão

Nos edifícios onde trabalhamos e residimos, e nos equipamentos públicos que utilizamos, a inércia térmica do betão contribui para a redução da necessidade de climatização artificial dos espaços, em especial se associada a comportamentos humanos responsáveis. A capacidade do betão absorver a energia solar recebida, de a armazenar e de a libertar progressivamente sob a forma de calor,

permite que a radiação solar recebida durante o dia seja armazenada na estrutura, evitando o sobreaquecimento do espaço, e seja libertada lentamente durante a noite, ajudando a manter constantes as temperaturas interiores. Tal tem impacto na eficiência térmica do edifício, na fatura energética, no conforto térmico dos ocupantes e na mitigação da pobreza energética de agregados familiares vulneráveis.

Os edifícios e infraestruturas em betão apresentam resistência sísmica e durabilidade, com reduzida manutenção, o que justifica a escolha do material para obras com impacto significativo na qualidade de vida das populações, tais como barragens, pontes, viadutos, bases de pavimentos e infraestruturas ferroviárias, estas últimas com influência no transporte coletivo e na mobilidade sustentável. Nos edifícios, em particular em casos de reduzida disponibilidade financeira para obras de manutenção e renovação profunda, a durabilidade do betão é particularmente relevante, cumprindo um importante papel social.

Acresce que a (re)carbonatação é reconhecida no relatório "*Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report*" do "*Intergovernmental Panel on Climate Change*" (IPCC). De acordo com o Roteiro da Indústria Cimenteira para a Neutralidade Carbónica 2050, publicado pela ATIC, CIMPOR e SECIL em março de 2021, 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. Neste sentido, os edifícios em betão presentes nas nossas cidades, ao invés de representarem um passivo ambiental, constituem um agente ativo, a integrar em sistemas de energia inteligentes, e um sumidouro de CO₂ nas cidades do futuro.

6 Conclusão

É evidente o compromisso do Cimento e do Betão com estética, circularidade, eficiência energética, neutralidade carbónica e sustentabilidade, e os desafios de descarbonização ao nível nacional, da UE e mundiais que têm vindo a ser encarados como uma oportunidade de transformação do sector em resposta aos desafios sociais, económicos, tecnológicos e ambientais do presente e antecipando a construção mais sustentável, seja do ponto de vista ambiental, económico e até social, do futuro.

A nível nacional a indústria procedeu nas últimas décadas a investimentos significativos - cerca de 206M€ em medidas de redução do impacto ambiental e em Investigação, Desenvolvimento e Inovação (I&D&I) - que se materializaram numa redução superior a 14% nas emissões específicas de CO₂ por tonelada de cimento desde 1990. Tal deve-se a melhorias na eficiência energética da produção, na promoção de produtos com cada vez menor utilização de clínquer e utilização de combustíveis alternativos derivados de resíduos e com biomassa que já representam cerca de 40% da energia total consumida.

Além das adaptações de processo há ainda que ter em conta a mudança de comportamentos, a implementação de regras e boas práticas de saúde e segurança, o investimento em formação, capacitação e qualificação dos colaboradores.

Como qualquer outro material, e como nós próprios, o betão terá de continuar a reinventar-se. O caminho é longo, os investimentos necessários muito avultados, a investigação e desenvolvimento de tecnologias de rutura acelerará mas, seguros do nosso compromisso e da nossa responsabilidade para com a sociedade, contribuiremos para as metas nacionais e europeias e para uma sociedade neutra em carbono em 2050.