

ORIGENS HISTÓRICAS DO CIMENTO E A LONGEVIDADE DO CONCRETO ROMANO

Douglas de Medeiros Farias¹
Andrei Bastos Favoni¹
Julian Azevedo do Couto do Amaral¹
Marcelo Luiz de Almeida¹
Vagner Moreira da Silva²
Rita de Cássia Teixeira Assis Piccoli³
Vitor Iotte Medeiros⁴

ritaassis.univertix@gmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Engenharias.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto romano; Durabilidade; Sustentabilidade; Construção.

1 INTRODUÇÃO

Em 2011, durante uma exposição de antiguidades gregas no Museu Ashmolean, em Oxford, foi noticiado que os macedônicos desenvolveram uma forma de concreto cerca de três séculos antes dos romanos. Evidências desse material foram identificadas nos túmulos pertencentes ao complexo real de Alexandre, o Grande, e de seu pai, Filipe II, em Vergina. Alexandre faleceu em 323 a.C., o que demonstra que os macedônicos, além de notáveis estrategistas militares, também se destacavam como engenheiros e construtores (Sparavigna, 2011). Apesar disso, registros arqueológicos indicam que sua utilização antecede mesmo o período macedônico (Brabanto, 2011). Escavações em Tirinto, um sítio arqueológico localizado no Peloponeso, ao norte de Nauplion, revelaram o uso de concreto na construção de pisos, entre 1400 e 1200 a.C. Tirinto, um antigo forte ocupado desde antes da Idade do Bronze, abrigava palácios, muralhas e túneis. Os relatos dessas escavações, documentados em obras especializadas, destacam a aplicação desse material por civilizações pré-clássicas (Heinrich, 1885). Posteriormente, os romanos sistematizaram e aperfeiçoaram o uso do concreto, desenvolvendo o *caementum*, um ligante hidráulico composto por pozolana, um material silicoso de origem vulcânica e cal. Essa combinação dava origem ao *opus caementicium*, o concreto romano, que era constituído pela mistura do cimento com agregados como seixos, telhas cerâmicas e entulhos de tijolos provenientes da demolição de edificações (Glancey, 2007). Após a adição de água, a mistura endurecia, formando uma argamassa capaz de unir os agregados, resultando em estruturas altamente resistentes. Muitas dessas edificações eram posteriormente revestidas para fins estéticos. A composição química do concreto romano apresenta notável semelhança com a do cimento Portland moderno, particularmente nos cimentos pozolânicos (Freitas, 2025). A elevada

¹ Acadêmicos do 2º Período de Engenharia Mecânica. Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX

² Acadêmico do 4º Período de Engenharia Civil. Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX

³ Doutoranda em Engenharia Civil pela UFJF. Professora da Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX

⁴ Doutor em Química pela UFJF – Professor da Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX

durabilidade das construções romanas levanta uma questão central para a engenharia contemporânea: por que o concreto romano apresenta resistência e longevidade tão superiores às das estruturas de concreto atuais? Obras monumentais como o Panteão de Roma, cuja cúpula de concreto não armado, inaugurada em 128 d.C., permanece intacta e o aqueduto de Segóvia, o mais importante marco arquitetônico da cidade, foi construído durante a segunda metade do século I d.C., sob o domínio do Império Romano. Ele abasteceu a cidade com água do Rio Frio e foi mantido em funcionamento ao longo dos séculos. Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar um breve histórico do cimento e investigar sobre a durabilidade do concreto romano, visto a presença de suas obras até os dias atuais.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica. Segundo Gil (2002), essa pesquisa é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Para isto, utilizou-se de produções científicas que descreviam as características acerca do fenômeno investigado, ou seja, com o objetivo de reunir, organizar e apresentar informações relevantes sobre o cimento romano, sua composição, tipos, processo de fabricação, aplicações e impactos ambientais. Sendo assim, o estudo foi realizado a partir de textos publicados nos últimos dez anos, extraídos do Google Acadêmico, como livros, artigos, dissertações e teses. Os critérios de inclusão adotados foram: estarem disponíveis na íntegra e de forma gratuita, terem sido publicados no recorte temporal estabelecido e que se adequaram ao tema deste trabalho. Os critérios de exclusão foram: artigos indisponíveis gratuitamente e trabalhos que não se adequaram ao tema proposto. As produções científicas elegíveis foram lidas na íntegra e realizada a fundamentação do texto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisadores do MIT (Massachusetts Institute of Technology), da Universidade Harvard e de laboratórios na Itália e na Suíça fizeram importantes progressos nesse assunto, descobrindo estratégias antigas de fabricação de concreto que incorporavam principais recursos de autorreparo (Chandler, 2023). Por muitos anos, vários pesquisadores suspeitavam que o segredo para a durabilidade do concreto antigo residia em um único ingrediente: material pozolânico, é um material que, por si só, não é cimentício, mas que reage com cal na presença de água, formando compostos com propriedades cimentícias, era como as cinzas vulcânicas, na Baía de Nápoles. Esse tipo específico de cinza era transportado por todo o vasto Império Romano para ser usado na construção civil e era descrito como um ingrediente-chave para o concreto em relatos de arquitetos e historiadores da época. Pesquisadores analisaram concretos romanos antigos e descobriram que características minerais brancas, antes consideradas falhas na mistura, podem ter desempenhado um papel essencial na durabilidade do material. Esses fragmentos, conhecidos como clastos de cal podem ter contribuído para a autorreparação do concreto, especialmente devido ao uso de cal viva em altas temperaturas, sugerindo intencionalidade sofisticada na técnica de construção romana (Carvalho, 2025). Os pesquisadores descobriram que o segredo da durabilidade do concreto romano está na mistura a quente, que forma compostos químicos ausentes quando se usa cal apagada. Além disso, os clastos de cal, que são fragmentos brancos visíveis em amostras antigas, atuam sendo um sistema de autorreparação. Quando surgem fissuras, os clastos reagem com a água e se

transformam em cristais de carbonato de cálcio, fechando as rachaduras. Testes comprovaram a eficiência do concreto inspirado nos romanos, que pode durar séculos sem necessidade de manutenção frequente. Amostras com cal foram criadas e rachadas, colocando-as em contato com água. Em 14 dias, as fissuras desapareceram e a água parou de percolar, enquanto as amostras sem cal na sua composição não se regeneraram.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descoberta da composição do concreto romano pode revolucionar a construção moderna, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a durabilidade das estruturas. A produção de cimento é responsável por cerca de 8% das emissões globais de gases de efeito estufa, e um concreto mais durável pode ajudar a reduzir esse impacto. Embora haja barreiras para o uso moderno, como o tempo de cura lento e a falta de ingredientes, os pesquisadores estão trabalhando para desenvolver versões comerciais do novo concreto baseado na composição de cal. A inspiração vinda da Roma Antiga pode contribuir para um futuro mais sustentável na construção civil, com materiais que duram mais e exigem menos manutenção. Além disso, a aplicação do concreto autorreparável em construções modulares, como as impressas em 3D, pode gerar estruturas mais seguras e duradouras.

REFERÊNCIAS

BRABANTO, M. **Vergina, no norte da Grécia, para conhecer o complexo de Alexandre**, 12 de Abril de 2011, acesso em 24, agosto de 2025. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/04/110412_video_grecia_descobertas_cc Acesso em: 27 ago. 2025.

CARVALHO, F. L. **O concreto romano dura milênios**. Macaé- RJ, 12 de maio de 2025, acesso em 25, agosto de 2025, Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=tZGDyi6EPPoC&dq=o+misterio+do+concreto+romano&lr=&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s>. Acesso em: 27 ago. 2025.

CHANDLER, David. **Enigma resolvido: Por que o concreto romano era tão durável?** Instituto de Tecnologia de Massachusetts, 06 de janeiro de 2023. Disponível em: https://news-mit-edu.translate.goog/2023/roman-concrete-durability-lime-casts-0106?x_tr_sl=en&x_tr_tl=pt&x_tr_hl=pt&x_tr_pto=tc. Acesso em: 27 ago. 2025.

FREITAS, E. B. B. **Análise do processo de moagem em moinho vertical para previsão da finura do cimento Portland**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Campus de Russas, Universidade Federal do Ceará, Russas, 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, São Paulo: Editora Atlas. 2002. 4ª Edição.

GLANCEY, J. G. **História da Arquitetura**. São Paulo: Editora Loyola, 2007.

HEINRICH, S. *et al.* **Tirinto: O palácio pré-histórico dos reis de Tirinto, resultados das últimas escavações**, Scribner's Sons, 1885. Disponível em: https://archive.org/details/bub_gb_pw4BAAAAMAAJ/page/189/mode/2up Acesso em: 27 ago. 2025.

SPARAVIGNA, A. C. **Física popular, Obras antigas de concreto**. Universidade Politécnica de Turim-Itália. 2011.