

Equipe do MIT volta-se a Pompeia, cidade romana soterrada pelo vulcão Vesúvio, para entender como a matéria-prima mais importante do antigo império era fabricada e, assim, aproveitar as dicas milenares nas edificações modernas

» PALOMA OLIVETO

Base da construção no antigo império romano, o concreto possibilitou a lendária revolução arquitetônica de Roma, assim como o erguimento de edifícios, pontes e aquedutos, muitos dos quais ainda são usados cerca de 2 mil anos após sua criação. Agora, pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, decidiram estudar in loco os segredos da matéria-prima no sítio arqueológico de Pompeia, a cidade da Campagna soterrada — e preservada — pelo vulcão Vesúvio.

Segundo Admir Masic, engenheiro ambiental e professor do MIT, Pompeia é uma excelente sala de aula para quem quer entender melhor a tecnologia de construção da Roma Antiga. Masic é o principal autor de um estudo publicado na revista *Nature Communications* no qual ele e os colegas descrevem descobertas sobre a matéria-prima da engenharia e arquitetura romana.

Em 2023, Masic já havia publicado um artigo descrevendo o processo de fabricação que conferia ao concreto romano sua longevidade: fragmentos de cal eram misturados com cinzas vulcânicas e outros ingredientes secos antes da adição de água. Uma vez adicionado o líquido à mistura seca, o calor era produzido.

Conforme o concreto endurecia, o processo de “mistura a quente” aprisionava e preservava a cal altamente reativa na forma de pequenas partículas brancas, semelhantes a cascalho. Quando rachaduras se formavam no concreto, os fragmentos se dissolviam e preenchiam as rachaduras, conferindo ao material propriedades de autorreparação.

Vitrúvio

Havia apenas um problema: o processo descrito pela equipe de Masic era diferente daquele narrado pelo famoso arquiteto romano Vitrúvio. Sua obra altamente influente, *De architectura*, escrita no século 1 a.C., é o primeiro livro conhecido sobre teoria da arquitetura. Nela, Vitrúvio afirma que os romanos adicionavam água à cal para criar uma pasta antes de misturá-la com outros ingredientes.

“Tendo muito respeito por Vitrúvio, foi difícil sugerir que sua descrição pudesse ser imprecisa”, diz Masic. “Os escritos de Vitrúvio desempenharam um papel fundamental ao estimular meu interesse pela arquitetura romana antiga, e os resultados da minha pesquisa contradizem esses importantes textos históricos.”

Agora, Masic e os colaboradores confirmaram que a mistura a quente era de fato utilizada pelos romanos, uma conclusão à qual chegaram estudando Pompeia, cidade primorosamente preservada pela erupção do Vesúvio em 79 d.C. Eles também caracterizaram o material de cinzas vulcânicas que os romanos adicionavam à cal, encontrando uma gama surpreendentemente diversa de minerais reativos que contribuíram ainda mais para a capacidade do concreto de se autorreparar muitos anos após a construção dessas estruturas monumentais.

“Há a importância histórica desse material, e há a importância científica e tecnológica de compreendê-lo”, explica o professor do MIT. “Esse material pode se regenerar ao longo de milhares de anos, é reativo e altamente dinâmico. Sobreviveu a terremotos e vulcões. Resistiu debaixo d’água e à degradação causada pelos elementos. Não queremos copiar completamente o concreto romano hoje. Queremos apenas traduzir alguns ensinamentos desse conhecimento para as nossas práticas modernas de construção.”

Tiziana FABI/AFP



Visitantes caminham pelo sítio arqueológico, aos pés do vulcão Vesúvio (ao fundo): referência da arquitetura do império

Segredos

Masic dedicou quase uma década ao estudo da composição química do concreto que permitiu que as famosas estruturas de Roma resistissem por muito mais tempo do que suas contrapartes modernas. Seu artigo de 2023 analisou a composição química do material para deduzir como ele foi produzido. O trabalho baseou-se em amostras de uma muralha da cidade de Priverno, no sudoeste

da Itália, conquistada pelos romanos no século 4 a.C. Mas havia uma dúvida se a construção era representativa de outras estruturas do Império Romano à base da matéria-prima.

A recente descoberta, por arqueólogos, de um antigo canteiro de obras em atividade em Pompeia (com pilhas de matéria-prima e ferramentas) ofereceu, portanto, uma oportunidade sem precedentes, explica o principal autor do estudo. Para o trabalho, os pesquisadores analisaram amostras

dessas pilhas de material seco pré-misturado, de uma parede em construção, de contrafortes e paredes estruturais concluídas e de reparos de argamassa em uma edificação existente. “Tivemos a sorte de poder abrir essa cápsula do tempo de um canteiro de obras e encontrar pilhas de material pronto para ser usado na construção da parede”, diz Masic. “Com esse artigo, queríamos definir claramente uma tecnologia e associá-la ao período romano, no ano 79 d.C.”

Pilha de matéria-prima seca

Quando a equipe do professor do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) Admir Masic procurou no sítio arqueológico de Pompeia elementos que ajudassem a compreender a origem do concreto romano, os pesquisadores descobriram fragmentos intactos de cal viva pré-misturados com outros ingredientes em uma pilha de matéria-prima seca, uma etapa inicial crucial na preparação do material no estilo do Império Romano.

Kristin Bergman, professora associada de ciências da Terra e planetárias do MIT, ajudou a desenvolver ferramentas para diferenciar os materiais no sítio arqueológico. “Por meio desses estudos de isótopos estáveis, pudemos acompanhar essas reações críticas de carbonatação ao longo do tempo, permitindo-nos distinguir a cal viva da cal hidratada originalmente

descrita por Vitrúvio (arquiteto romano do século 1 d.C.)”, afirma Bergman. “Esses resultados revelaram que os romanos preparavam seu material aglomerante moendo calcário calcinado (cal viva) até atingir um determinado tamanho, misturando-o a seco com cinzas vulcânicas e, por fim, adicionando água para criar uma matriz cimentante.”

Pedra-pomes

Os pesquisadores também analisaram os ingredientes vulcânicos do cimento, incluindo um tipo de cinza chamada pedra-pomes. Eles constataram que as partículas do material reagiam quimicamente com a solução dos poros ao longo do tempo, criando novos depósitos minerais que fortaleciam ainda mais o concreto.

Da prosperidade à ruína

*Pompeia e o Vesúvio compartilham uma história catastrófica, culminando na erupção massiva do Monte Vesúvio em 79 d.C., que sepultou a próspera cidade romana sob cinzas e pedra-pomes, preservando-a como uma cápsula do tempo única da vida romana. As ruínas foram redescobertas no século 18, oferecendo perspectivas incomparáveis sobre a vida cotidiana, a arte e a arquitetura da época.*

Antes da erupção (Pré-79 d.C.)

- Uma cidade próspera: Pompeia era uma cidade romana próspera, um balneário popular com grandes edifícios públicos, vilas suntuosas, anfiteatros, banhos e um porto movimentado, bem integrada ao Império Romano.
- Sinais de problemas: a região sofreu terremotos, incluindo um grande em 62 d.C., mas os moradores não compreendiam totalmente que o Vesúvio era um vulcão e muitos reconstruíram suas casas, alheios ao perigo iminente.

A erupção de 79 d.C.

- Em 24 de agosto (ou possivelmente outubro), o Vesúvio entrou em erupção violentamente, expelindo uma enorme nuvem de cinzas, pedra-pomes e gases tóxicos. Pompeia foi coberta por detritos e, em seguida, engolfada por fluxos piroclásticos rápidos e escaldantes (gás e rocha quentes), sufocando os habitantes e soterrando a cidade sob metros de cinzas.

Redescoberta e legado

- A cidade permaneceu esquecida sob sua camada vulcânica por quase 1,7 mil anos. Redescoberta no século 18, as escavações revelaram edifícios, afrescos, objetos do cotidiano e vazios nas cinzas onde corpos outrora jaziam, preservando perfeitamente um momento no tempo.

Vesúvio hoje

- O Monte Vesúvio permanece um vulcão ativo, o único na Europa continental, e é monitorado de perto devido à grande população que vive em sua sombra.

Fonte: Universidade de Tulane

HANDOUT/AFP



Admir Masic tem uma empresa que usa o conhecimento romano antigo para descobrir materiais resistentes