

O CONCRETO LEAP E O CONTEXTO PARA PRODUTOS ECOEFICIENTES

Concreto LEAP possui menor impacto ambiental, ao mesmo tempo em que proporciona um desempenho otimizado

Diana Csillag, coordenadora Executiva do CICS, conversou com três pesquisadores da área de concreto. O **Eng. Marco Quattrone** e o **Eng. Markus Rebmann** são pesquisadores do CICS e da unidade EMBRAPPII Poli USP MCI. O **Eng. Carlos Massucato** é Diretor de Desenvolvimento Técnico e Relações Institucionais da InterCement e Diretor do IBRACON. A conversa tratou sobre a tecnologia do concreto LEAP – *Low-Emission Advanced Performance* nas fundações do CICS LIVING LAB, sobre seu uso e os desafios desta tecnologia.



Carlos Massucato
Crédito foto - Autor



Marco Quattrone
Crédito foto - Autor



Markus Rebmann
Crédito foto - Autor

CICS: Em que consiste a tecnologia LEAP? Dá para explicar?

Pesquisadores USP: A tecnologia LEAP, acrônimo de "Low-Emission Advanced Performance", visa gerar concretos que possuem menor impacto ambiental, através da redução de emissões de gases de efeito estufa, ao mesmo tempo em que proporciona um desempenho otimizado. Como no concreto o principal componente responsável pela emissão de CO₂ é o cimento, em geral busca-se soluções com menor consumo deste ingrediente, sem, no

entanto, abrir mão da resistência mecânica e durabilidade. Em termos quantitativos, um indicador empregado para classificar os concretos é a relação entre um parâmetro de consumo, por exemplo consumo de ligantes ou ainda quantidade de CO₂ emitido, em relação a um parâmetro de desempenho, que muitas vezes é a resistência mecânica, porém, dependendo da aplicação, pode ser substituído por outra propriedade de interesse. Um exemplo simples e prático: um concreto no qual se empregou 300 kg de cimento por m³ e que

resultou em uma resistência à compressão de 30 MPa apresentará um índice de desempenho de 10 kg/m³/MPa. Pelos nossos levantamentos, em geral, produção de concretos em canteiros de obra levam a índices de ligantes entre 10 e 15 kg/m³/MPa. Concretos produzidos em centrais de concretos ou obras de maior rigor técnico e que continuamente otimizam suas formulações trabalham em geral entre 7 e 10 kg/m³/MPa. Os concretos LEAP que propomos avançam muito além destes limites. Em laboratório já foram possíveis valores na casa de 2 a 4 kg/m³/MPa e as primeiras aplicações em obras, como está sendo o case da obra do CICS LIVING LAB, mostram que já é possível trabalhar na faixa de 4 a 6 kg/m³/MPa.

CICS: O Cimento Portland é um dos materiais de construção mais produzido e utilizado no mundo e a sua produção cresce continuamente. As emissões de CO₂ crescem junto. Existem muitas estratégias de mitigação inovadoras já implantadas. Qual a novidade da estratégia do concreto LEAP?

Pesquisadores USP: A tecnologia LEAP é baseada na estratégia de mitigação por substituição da parte reativa do cimento, que é a que mais emite gases de efeito estufa, por um material de baixo impacto, o qual é essencialmente inerte, que chamamos de filler. Embora o uso de filler não seja algo inédito, em geral não são admitidos no cimento teores elevados. Porém, já demonstramos que uma adequada seleção destes fillers permite o desenvolvimento de pastas e concretos com fluidez adequada mesmo em condições de menor consumo de cimento e água. Esta otimização é possível com a aplicação de conceitos de empacotamento e dispersão de partículas. A tecnologia LEAP está assim fortemente apoiada em uso de

A tecnologia LEAP é baseada na estratégia de mitigação por substituição da parte reativa do cimento, que é a que mais emite gases de efeito estufa, por um material de baixo impacto, o qual é essencialmente inerte, que chamamos de filler.

aditivos de última geração que permitem reduzir a demanda de água mantendo os requisitos reológicos preestabelecidos para uma determinada aplicação. Isto permite manter o desempenho do material cimentício com uma quantidade de ligante bem menor.

CICS: Quem mais está desenvolvendo este tipo de concreto?

Pesquisadores USP: De forma geral existe uma grande variedade de iniciativas que buscam reduzir a pegada de CO₂ dos materiais cimentícios. Podemos citar a iniciativa LC3 e inúmeras pesquisas nas quais o clínquer é substituído por escórias, cinzas volantes e outros materiais cimentícios suplementares. No

entanto, quando olhamos para a disponibilidade destes materiais frente ao enorme consumo de cimento, rapidamente percebemos que muitas destas soluções não possuem alcance generalizado. No momento, as alternativas mais promissoras, e com menor impacto no preço final do cimento, parecem ser o uso de argilas calcinadas e fillers, sendo que atualmente a tecnologia LEAP emprega principalmente esta última opção. Os grupos que trabalham com conceitos análogos, substituindo ligante por filler, além do grupo da USP, estão localizados na Europa, em especial na Alemanha (Universidades de Darmstadt e Karlsruhe e a Associação de Cimenteiras da Alemanha) e na Suécia (Universidades KTH e CBI). No Brasil, o desenvolvimento e disseminação de conhecimento da tecnologia LEAP é um dos temas do INCT CemTec, que conta com a participação de grupos de pesquisa de instituições de diversas regiões do Brasil. Importante

destacar também iniciativas de empresas, como a InterCement, que buscam transferir da pesquisa para a indústria os avanços obtidos.

CICS: Quais as diferenças em controle de qualidade de matérias-primas e concreto? Exige muito investimento?

Pesquisadores USP: A formulação dos concretos LEAP aplica uma série de conceitos, como empacotamento e dispersão de partículas e maior controle reológico no estado fresco. Para extrair o máximo destes conceitos se faz necessário um conhecimento mais detalhado, tanto das matérias-primas quanto do concreto produzido. Na fase de pesquisa e desenvolvimento são muito comuns ensaios de granulometria, densidade, área específica e morfologia das partículas e para avaliar as pastas e concretos no estado fresco se lança mão de ensaios reológicos com reômetros. Para o concreto, o controle que usualmente se faz em obras (slump test) muitas vezes não é

A formulação dos concretos LEAP aplica uma série de conceitos, como empacotamento e dispersão de partículas e maior controle reológico no estado fresco.

suficiente. A execução das estacas do CICS LIVING LAB é um bom exemplo. Algumas partidas de concreto apresentavam abatimento adequado para o início da concretagem, mas avaliações adicionais por reometria indicaram que não seria possível realizar a inserção da armadura na estaca. Em termos de investimentos, é necessário avaliar qual a fase na produção do concreto LEAP que estamos contemplando. Por exemplo, as ações que podem ser incorporadas a nível de cimenteira, gerariam investimentos facilmente absorvidas já hoje. Já em outros pontos, como centrais de concreto, pedreiras e obras pode ser possível diminuir os investimentos em equipamentos e equipe especializada através de parcerias com laboratórios ou programas setoriais. Também é de se esperar que com o

estabelecimento da tecnologia haja barateamento de equipamentos e maior número de técnicos familiarizados com os controles, além de criação de novas técnicas com custos mais acessíveis.

CICS: Quais são as implicações de durabilidade dos concretos LEAP?

Pesquisadores USP: Estamos cientes que para de fato termos um concreto LEAP, a Performance Avançada precisa ser comprovada e a durabilidade adequada é essencial para diminuir a pegada ambiental quando se considera o ciclo de vida completo do concreto. Este é o ponto atualmente em fase de investigação e é comum também para outras iniciativas que propõe a redução da pegada de CO₂ em materiais cimentícios. A experiência maturada até hoje é em grande parte baseada em estudos sobre materiais cimentícios com cimento Portland. Os dados preliminares que já dispomos confirmam a expectativa de que em igualdade de permeabilidade, a tendência é o LEAP carbonatar mais

rapidamente que concretos com consumos comuns de cimento Portland. A permeabilidade é justamente a chave aqui, pois, para manter o desempenho mecânico, o LEAP é geralmente menos permeável que um concreto comum de mesma resistência. Isso reduz o avanço da frente carbonatada e também o ingresso de outros agentes agressivos. A menor quantidade de álcalis, consequência do menor teor de ligante, pode ser positivo em casos de agregados com propensão à reação álcali-agregados, por outro lado pode gerar problemas em termos de corrosão da armadura. É onde entram iniciativas de desenvolvimento de aços com uma resistência à corrosão melhorada, que viabilizarão uma aplicação ainda mais geral da tecnologia LEAP. Além disso precisamos lembrar que nem todo concreto é destinado a estruturas armadas

e sujeitas a ambiente que propicia a corrosão. Por fim, o menor volume de material hidratado, que é a fase do concreto mais sujeito à degradação, é também um ponto positivo em termos de durabilidade.

CICS: Qual a dificuldade de introduzir a tecnologia LEAP no mercado?

Carlos Massucato: O concreto LEAP se encaixa no novo contexto de uma maior demanda de mercado para produtos ecoeficientes. Partindo deste princípio, é necessária uma mudança na mentalidade relacionada ao controle de qualidade dos insumos e do concreto propriamente dito, por meio do monitoramento da reologia das pastas e do concreto em seu estado fresco, contando também com uma busca intensa por maior estabilidade e melhor performance. As centrais de concreto necessitam de sistemas robustos de automação e de monitoramento da frota.

O concreto LEAP se encaixa no novo contexto de uma maior demanda de mercado para produtos ecoeficientes.

O LEAP é uma iniciativa que está em TRL (Technology Readiness Level) nível 7. Esta classificação, que vai dos níveis 1 a 9, está relacionada ao ciclo de vida de um projeto de PD&I e indica o nível de maturidade do projeto, desde a pesquisa básica até o lançamento da tecnologia. Para o LEAP, os principais desafios são relacionados ao desenvolvimento e operação dos processos produtivos com vistas a permitir o escalonamento da tecnologia.

CICS: Como foi a experiência de produção de concreto LEAP para fundações hélice continua com geotermia, uma aplicação particularmente desafiadora mesmo para concretos convencionais?

Carlos Massucato: A experiência foi bastante positiva. A produção do concreto

LEAP foi realizada com os mesmos equipamentos atualmente disponíveis e utilizados pelo mercado brasileiro de concreto dosado em central, fazendo a aplicação de todas as boas práticas de produção de concretos: rigoroso controle de qualidade das matérias primas e intensa capacitação da mão de obra, principalmente dos profissionais envolvidos nos processos de entrega e bombeamento, uma vez que o comportamento reológico do concreto LEAP é diferente de um concreto normalmente utilizado na produção de estacas hélice. No lançamento do concreto, em campo, foram atendidas às mesmas premissas adotadas no desenvolvimento em laboratório.

CICS: Quais os planos comerciais da InterCement para concreto LEAP?

Carlos Massucato:

No início, a ideia é oferecer esta tecnologia para construtoras que já tem um perfil mais

voltado à sustentabilidade, ou quando o cliente final tiver esta preocupação.

CICS: InterCement instalou sensores nas estacas LEAP. Qual foi o objetivo? Alguma necessidade específica da Tecnologia LEAP?

Carlos Massucato: A InterCement realiza um projeto de monitoramento do comportamento do perfil de temperaturas de concretos aplicados nas estruturas, para uso do método da maturidade. Estes sensores podem ser conectados à rede LoRa e os dados podem ser visualizados em tempo real, permitindo agilidade na tomada de decisão. A área de P&D da InterCement estuda tecnologias tanto voltadas ao produto (como o LEAP) quanto à indústria 4.0 (como o sensoriamento).