



Evento	Salão UFRGS 2019: FEIRA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UFRGS - FINOVA
Ano	2019
Local	Campus do Vale - UFRGS
Título	Desenvolvimento e viabilização do cimento inovador e ecológico LC3 no contexto brasileiro
Autores	SARAH DANIELI CAMILA SALVI MALACARNE VINÍCIUS GONÇALVES MACIEL
Orientador	ANA PAULA KIRCHHEIM

RESUMO

[máximo duas páginas]

TÍTULO DO PROJETO: Desenvolvimento e viabilização do cimento inovador e ecológico LC³ no contexto brasileiro

Aluno: Sarah Danieli

Orientador: Ana Paula Kirchheim

RESUMO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA

O cimento é um dos materiais mais utilizados do mundo, e seu consumo tende a crescer ainda mais nos próximos anos, especialmente no Brasil, país com grande déficit habitacional e alto potencial de desenvolvimento em infraestrutura. Entretanto, a produção de cimento é atualmente responsável por 7% das emissões mundiais de gás carbônico (CO₂). A principal responsável por tais efeitos é a produção do clínquer, matéria prima principal do cimento, cuja síntese libera grandes quantidades de CO₂. Uma solução já bem consolidada para minimizar o problema é a redução do teor de clínquer aliada à adição de materiais com propriedades cimentícias, denominados materiais cimentícios suplementares (MCS). Entretanto, os MCS mais comuns utilizados mundialmente não tem disponibilidade suficiente para suprir a demanda existente. Assim, a expectativa é de que o setor amplie o uso de MCS com maior disponibilidade, como o calcário e as argilas caulínicas. A combinação destes dois materiais como adição permite uma redução significativa no teor de clínquer e constitui um novo cimento chamado de LC³ (Limestone Calcined Clay Cement). Entretanto, ainda são necessárias análises mais profundas para que este cimento se comprove como uma alternativa viável no Brasil. Assim, este estudo analisou a produção de LC³ a partir de duas argilas caulínicas gaúchas, sendo uma natural (AN) oriunda de Pantano Grande, disponível em abundância, mas utilizada em pequena escala, e a outra um resíduo (AR) oriundo de Candiota e resultante da extração de carvão mineral, disponível em grande volume mas sem nenhuma finalidade, se tornando um passivo ambiental. Inicialmente caracterizou-se estas argilas quanto ao seu teor de caulinita e reatividade pozolânica, pois quanto maiores tais índices, possivelmente maiores os ganhos em desempenho mecânico. Em seguida conduziu-se uma Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para verificar o impacto ambiental dos diferentes processos envolvidos em sua utilização. Por fim, avaliou-se o desempenho mecânico destas argilas inseridas em cimentos LC³.

A partir dos resultados calculou-se um teor de caulinita de 92,35% na AN e 47,11% na AR. Para desenvolverem reatividade pozolânica, as argilas foram ativadas termicamente através de calcinação a 750°C por 1 hora. O Índice de Atividade Pozolânica das argilas calcinadas foi de 1168 mg Ca(OH)₂/g pozolana para a AN e 527 mg Ca(OH)₂/g pozolana para a AR. Ambas superiores ao mínimo esperado para materiais pozolânicos, de 436 mg Ca(OH)₂/g.

Também foi avaliado o impacto ambiental das diferentes etapas de beneficiamento destas argilas. Para tal, foi conduzida uma ACV do berço-ao-portão com avaliação do potencial de aquecimento global em termos da emissão de CO₂. A unidade funcional adotada foi 1 kg de argila calcinada. Os dados foram oriundos dos procedimentos de laboratório, da literatura e da base de dados da Ecoinvent. A modelagem foi feita no Simapro versão Faculty v.9. Foram considerados os processos de extração, transporte (considerando dois cenários distintos calculados entre a origem das argilas e duas possíveis plantas de processamento), e beneficiamento (trituração (para a AR que possui partículas de dimensões maiores), calcinação e moagem). Considerando os fluxos mássicos dos processos, calculou-se que são necessários 1,39 kg de AN e 1,09 kg de AR para a obtenção final de 1kg de ambas, fato que se deve à AN possuir maior teor de água e de caulinita, que resulta em um maior volume de perdas. Isso é um inconveniente, pois ocasiona um menor rendimento dentro do processo produtivo. O resultado da ACV sem considerar os efeitos de transporte foi de 374 g de CO₂ eq./ kg de AN e 298 g CO₂ eq./ kg de AR. Tal diferença se deve principalmente à necessidade de extração da AN, contribuição que é nula para a AR por ser um resíduo. A trituração da AR não contribuiu significativamente para suas emissões. A calcinação, como previsto, apresentou as maiores contribuições correspondendo a quase 80% das emissões para a AN e a pouco mais de 90% para a AR. Considerando o transporte, a AR apresentou os melhores resultados em ambos os casos. Fazendo uma comparação com o cimento convencional, sabe-se que o Brasil emitia 0,56 t de CO₂/ t cimento em 2014, volume maior que o emitido para a calcinação das argilas. Portanto, pode-se afirmar, de acordo com este estudo, que a redução do teor do clínquer e a incorporação de argilas em cimentos tipo LC³ são capazes de reduzir as emissões de CO₂.

Uma vez as argilas estudadas se demonstraram interessantes sob o ponto de vista de utilização em cimentos LC³, o estudo prosseguiu com a produção de cimentos experimentais para realização de ensaio de resistência à compressão em argamassas. Foi avaliada a proporção mais usual para a produção de cimentos LC³ relatada na bibliografia, de 50% de clínquer, 30% de argila calcinada (AN e AR), 15% de calcário (foram utilizados dois tipos) e 5% de gipsita, originando 4 cimentos. As argilas passaram pelo mesmo processo de calcinação descrito anteriormente e os materiais com dimensões maiores passaram por processos de trituração e/ou moagem. Para o ensaio de resistência à compressão foram moldados corpos de prova cilíndricos na proporção 1:3 (cimento : areia) com relação água/cimento de 0,48. Foi avaliada a resistência após cura em 1, 7, 28 e 91 dias. Os cimentos mais promissores quanto à resistência foram os que contêm AN. Estes cimentos apresentaram resistências superiores aos demais (inclusive ao cimento tipo IV utilizado como referência) em todas as idades, e se destacam pela alta resistência inicial. Apesar disso, todos os cimentos LC³ analisados atenderam às resistências especificadas pela NBR 16697 para Cimentos Portland Pozolânicos (CP IV) se mostrando promissores produtos para a indústria da construção civil regional/nacional.