



Resumo

MATRIZES CIMENTÍCIAS À BASE DE OXICLORETO DE MAGNÉSIO COM ADIÇÃO DA CINZA DA CANA DO AÇÚCAR

Instituição: Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Marmorato Gomes.

contato: cemgomes@unicamp.br.

Orientado: Fábio Victor Souza Facio.

contato: f170868@dac.unicamp.br.

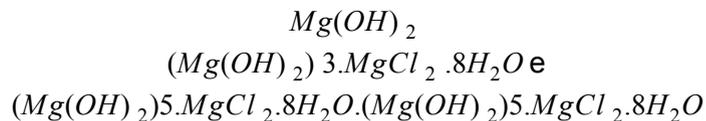
O presente projeto tem por objetivo estudar as matrizes cimentícias à base de oxidoreto de magnésio (MOC) com adição de cinza da cana de açúcar (CCA) em função de ensaios de resistência mecânica, revisão profunda da literatura científica e averiguação de desempenho na implementação de teores de sílica pozolânica com papel de aglomerante no cimento magnésiano para produção de placas planas cimentícias.

O Brasil tem apresentado crescimento expressivo na produção de cimento na última década. Segundo a SINIC, o país faturou ao final do ano de 2013 2,4% de crescimento em relação ao ano anterior, alcançando 71 milhões de toneladas. Paralelamente, o país é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, todavia não apresenta destinação sistemática e adequada para os resíduos gerados em termelétricas após sua queima em usinas. Nesse cenário, alternativas sustentáveis para, simultaneamente, reduzir a produção de cimento Portland, cujo processo industrial é responsável por grandes quantidades de emissão de gases poluentes, sobretudo, dióxido de carbono (segundo OLIVIER et al., 2012, responsável por 8% do total de emissões antrópicas no mundo), e agregar valor ao resíduo produzido, subproduto de termelétricas, destinando as cinzas para uso efetivo e favorável, é a finalidade deste trabalho.

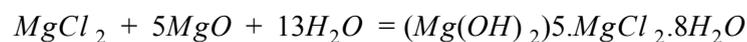
A utilização de cimento a base de magnésio é pouco explorada no Brasil, uma vez que os cimentos advindos do minério calcário (cimento Portland) são majoritariamente utilizados nos processos laborais. As grandes vantagens da implementação dos cimentos magnesianos são, primeiro, as temperaturas relativamente inferiores na síntese de MgO (oriundo do minério magnesita, através de processos exotérmicos) em relação à transformação de $CaCO_3$, proporcionando economia de energia no processo industrial e,

segundo, a capacidade do óxido de magnésio em absorver o gás CO_2 da atmosfera, com potencial de assimilação e captura do dióxido de carbono durante a vida útil, processo conhecido por carbonatação ou “carbono neutro” (SAM & JOHN, 2016). Nota-se, portanto, o grande potencial de sustentabilidade intrinsecamente envolvido na utilização do cimento a base de magnésio em detrimento do cimento Portland.

No entanto, algumas alternativas de combinações de carbonatos ou oxisais com o MgO ou a elaboração de um cimento ácido-base, a partir da adição de fosfatos ácidos juntamente com a base MgO são necessárias para a formação de aglutinante (isto é, massa homogênea e trabalhável), condição importante para um cimento comercial. Neste trabalho, foi investigado o primeiro caso, isto é, o cimento magnesiano oxiclureto. As fases químicas dessa reação são:



que tem propriedade mecânica superior e é formado usando uma razão molar de $MgO : MgCl_2 : H_2O = 5:1:13$, como exposto a seguir:



Essas fases originadas podem ser representadas pelo complexo MgO-MgCl₂-H₂O, da seguinte forma:



Além disso, a utilização da adição de silicato de magnésio hidratado (M-S-H) no cimento MOC pode trazer benefícios quanto às propriedades físicas, como aumento da dureza, menor desgaste e maior durabilidade destes compósitos (SANDBERG, B. e MOSBERG, T, 1989). De acordo com CORDEIRO, G. C. (2006), a formulação química da cinza da cana de açúcar contém majoritariamente sílica (SiO_2), em níveis normais, acima de 60% em massa. Desse modo, em função do controle da temperatura de queima industrial, é possível manter a SiO_2 retida no bagaço em estado amorfo, condição preponderante que possibilita o uso desse subproduto em características pozolânicas. Nesse sentido, a busca de um cimento magnesiano com enchimento em material rico em sílica, a cinza da cana de açúcar (CCA) apresenta-se como potencial alternativa de implementação.

O processo empírico da pesquisa consistiu em moldar corpos de prova de cimento MOC com adição de cinzas de cana de açúcar com gradual substituição da massa de óxido de magnésio (MgO), como ilustrado na tabela 1, e estudar o comportamento mecânico nos ensaios de tração na flexão e compressão.

Tabela 1 - Composição dos ensaios de MOC com CCA

composições	Fase sólida		Fase Líquida
	Óxido de Magnésio	Cinzas de cana de açúcar	Cloreto de Magnésio
A	100%	0%	40% diluído em água
B	95%	5%	
C	90%	10%	
D	85%	15%	
E	80%	20%	

A figura 1 representa o processo laboratorial de pesagem no óxido de magnésio e do sal, além da separação da cinzas de cana de açúcar que serão também encaminhadas para a balança:

Figura 1 - pesagem de MgO e sal e separação de CCA



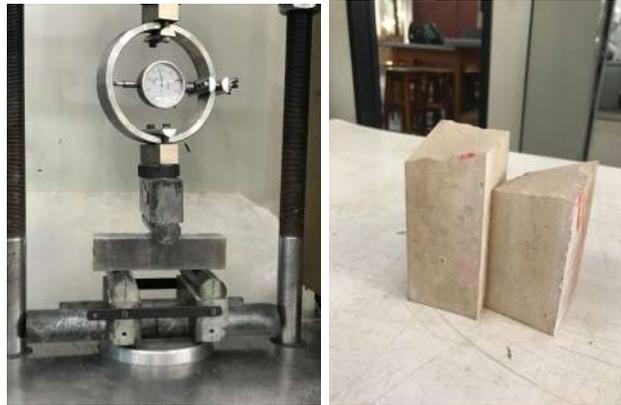
A figura 2 representa a preparação da pasta em argamassadeira planetária e a moldagem dos corpos de prova:

Figura 2 - produção e moldagem da argamassa



A figura 3 ilustra os ensaios de resistência mecânica realizados no laboratório de materiais para construção:

Figura 3 - Ensaio de resistência e corpo de prova rompido



Os resultados obtidos nos ensaios físicos de desempenho mecânico estão presentes nos gráficos das figuras 4 e 5:

Figura 4 - Tração na flexão em função do teor de CCA

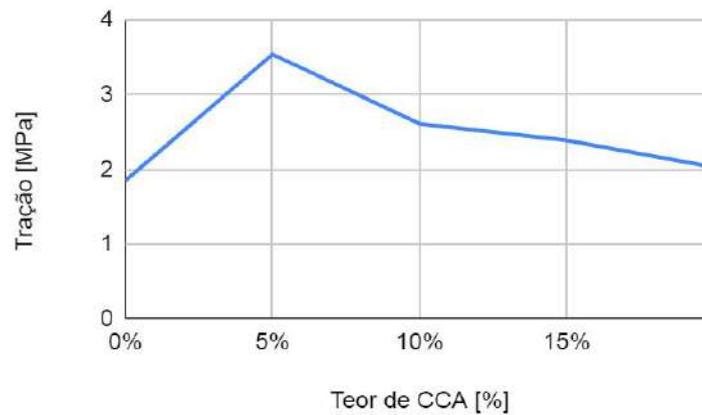
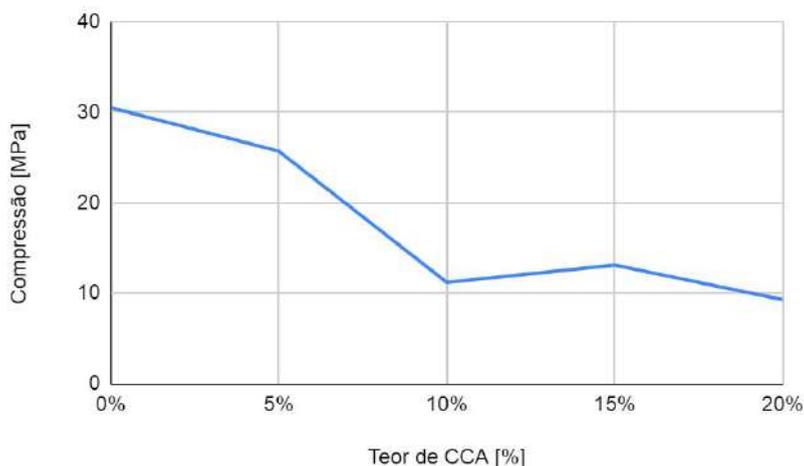


Figura 5 - Compressão em função do teor de CCA



Notou-se que a adição mínima (teor 5%) de CCA proporcionou considerável melhora na performance do material em termos de resistência mecânica à tração. Observou-se, também, que até a substituição de 20% de óxido de magnésio pelas cinzas, o compósito manteve uma melhora de execução em relação à referência sem adição de cinzas. Na análise do desempenho do material exigido a esforços de compressão, constatou-se a queda de performance com a adição das cinzas de cana de açúcar, em todos os teores, de maneira que quanto mais o óxido de magnésio foi substituído por CCA, menor foi o desempenho do material a tensões de compressão.

Portanto, considerando o impacto positivo na reutilização de cinzas de cana de açúcar oriundas de termelétricas nas questões de sustentabilidade e a orientação do projeto voltado para placas cimentícias sem grandes demandas estruturais, os resultados adquiridos são animadores e apontam para uma possível aplicabilidade do método nas linhas de produção industrial, devido a grande praticidade, melhora em alguns índices de desempenho e barateamento de custos na substituição parcial de óxido de magnésio por cinza de cana de açúcar, não oferecendo, deste modo, deficiência nos principais indicadores de qualidade, além de proporcionar uma solução rentável financeiramente

Bibliografia:

SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. Relatório anual de 2013.

SANDBERG, B.; MOSBERG, T. Ceramic Transactions: Advances in Refractories Technology. American Ceramic Society. V. 4, pp 245–258, 1989.

SAM A. WALLING and JOHN L. Provis Magnesia-Based Cements: A Journey of 150 Years, and Cements for the Future?. American Chemical Society, 116, 4170–4204, 2016.

OLIVIER, J. G. J.; JANSSENS-MAENHOUT, G.; PETERS, J. A. H. W. Trends in Global CO2 Emissions; 2012 Report; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency: The Hague, The Netherlands, 2012; 40 pp.

CORDEIRO, G. C. Utilização de cinzas ultrafinas do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de arroz como aditivos minerais em concreto. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.