DESENVOLVIMENTO DE CIMENTOS BRANCOS LC³ COM ELEVADOS PERCENTUAIS DE ARGILA CALCINADA E FÍLER CALCÁRIO: MECANISMOS DE HIDRATAÇÃO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Development of LC³ white cements with high proportions of calcined clay and limestone filler: Hydration mechanisms and environmental assessment.

Artur Spat Ruviaro
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis, Santa Catarina | arturspatruviaro@gmail.com

Fernando Pelisser
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis, Santa Catarina | pelisser@hotmail.com

Resumo

A tecnologia LC³, amplamente estudada para clínqueres cinzas, é pouco explorada em cimentos brancos. Este estudo desenvolveu e caracterizou cimentos LC³ brancos, explorando a viabilidade da substituição parcial do clínquer por metacaulim (MK) e fíler calcário (FC) em proporções de até 20% e 40%, respectivamente. Ensaios de DRX in situ e calorimetria isotérmica mostraram que MK e FC retardaram a dissolução da gipsita e reduziram a demanda de sulfato do clínquer branco, devido à hidratação acelerada do C_3A. A adição de FC refinou os poros, reduzindo o volume acumulado pelo empacotamento das partículas e estabilização da etringita, promovendo a formação de hemi e monocarboaluminato. O refinamento se intensificou devido a atividade pozolânica do MK por meio da reação com o CH e formação de C-(A)-S-H. Devido à alta reatividade do MK, praticamente, toda a portlandita produzida foi consumida, se esgotando em ~60 horas confirmado por DRX in situ, para composição com 60% de substituição, influenciando na porosidade do gel, e consequentemente na resistência. Para substituições de 60%, foi possível a redução dos índices de emissões de CO_2 (~46%) e índices de resistência-preço (~23%) em relação as composições de controle. Esse trabalho demonstrou a viabilidade técnica, econômica e ambiental de cimentos brancos, ampliando possibilidades para materiais de construção sustentáveis.

Palavras-chave: Cimento Portland branco; LC³; Argila calcinada; Otimização de sulfatos; Análise ambiental.

ABSTRACT

The LC³ technology, widely studied for gray clinkers, is less explored in white cements. This study developed and characterized white LC³ cements, exploring the feasibility of partially replacing clinker with metakaolin (MK) and limestone filler (LF) in proportions of up to 20% and 40%, respectively. In situ XRD and isothermal calorimetry tests showed that MK and LF delayed gypsum dissolution and reduced sulfate demand in white clinker due to the accelerated hydration of C3A. The addition of LF refined the pores, reducing accumulated volume through particle packing and ettringite stabilization, promoting the formation of hemi- and monocarboaluminate. This refinement was intensified by the pozzolanic activity of MK through its reaction with CH and the formation of C-(A)-S-H. Due to MK's high reactivity, nearly all produced portlandite was consumed, depleting in ~60 hours as confirmed by in situ XRD, in compositions with 60% substitution, affecting gel porosity and, consequently, strength. For 60% substitutions, reductions in CO2 emissions indexes (~46%) and strength-cost indexes (~23%) were achieved compared to control compositions. This study demonstrated the technical, economic, and environmental feasibility of white cements, expanding possibilities for sustainable construction materials.

Keywords: White Portland cement; LC³; Calcined clay; Sulfate optimization; Environmental analysis.

REFERÊNCIAS

RUVIARO, Artur Spat. **Desenvolvimento de cimentos brancos LC³ com elevados percentuais de argila calcinada e fíler calcário: mecanismos de hidratação e avaliação ambiental.** 2024. 158 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2024. Disponível em: https://bu.ufsc.br/teses/PECV1342-T.pdf. Acesso em: 20 dez. 2024