



TRABALHOS DE CONCLUSÃO DESTAQUE

O Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais tem orgulho em apresentar os recentes Trabalhos de Conclusão defendidos por seus discentes, destacando a qualidade científica, a relevância tecnológica e o compromisso com a sustentabilidade e a inovação. As pesquisas, realizadas em níveis de mestrado e doutorado, exploram temas de vanguarda que contribuem diretamente para o desenvolvimento científico, industrial e ambiental do país.

PPGCEM

Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso de lodo gerado em processos de tratamento de águas residuais da mineração como produto alternativo à base de gesso na construção civil

Com foco na economia circular, neste trabalho utilizou-se como materiais principais, o gesso comercial e o lodo proveniente de tratamento de águas residuais de processos de mineração da Nexa Resources. Foram avaliadas as viabilidades técnica e econômica de reaproveitar o lodo na forma de blend (mistura de lodo e gesso comercial) como revestimento para construção civil. Os estudos desenvolvidos com esse material consistiram em avaliar as propriedades físico-químicas e mecânicas de misturas de lodo e do gesso comercial, com porcentagens em massa de lodo em relação ao gesso comercial (material de controle) puro que variaram 10%, 20%, 30%, 40% e 50%. Com o objetivo de retardar o tempo de pega do blend, utilizou o aditivo Blok gesso e posteriormente Ácido cítrico, que indicou eficiência como retardante de pega, sendo também mais barato que o aditivo. As amostras foram caracterizadas na forma de pó através de análises térmicas, mineralógicas e granulométricas. No estado fresco através das análises dos tempos de pega. E no estado endurecido através dos testes de resistências à compressão e à tração. A análise de viabilidade econômica foi realizada pela empresa júnior FEA Junior da USP - SP, que através de especialistas realizou o estudo de mercado do gesso, considerando o mercado no Peru. Os resultados sugerem que todos os traços ficaram dentro da ASTM C28/C28M para resistência à compressão, e dentro da NBR 13528-2 e da EN 13279-1 para resistência à aderência por tração. Apesar do traço de 30% sem aditivo ter atendido a estas normas, houve dificuldades durante os testes devido ao reduzido tempo de pega. Na aplicação do blend na parede, de acordo com as considerações do aplicador contratado, os blends apresentaram facilidade de aplicação, porém com secagem aparentemente rápida, que de acordo com profissional é uma vantagem em relação ao gesso comercial. Todos os resultados sugerem ser tecnicamente viável o uso do blend como revestimento de paredes na construção civil, porém, para o uso em grandes escalas, é possível que seja necessário ajustes. Já de acordo com a análise de viabilidade econômica realizada pela FEA Junior, os resultados indicam um mercado promissor para direcionar a produção do blend, porém de acordo com os estudos, a aplicação do blend como produto alternativo do gesso não deve limitar apenas ao revestimento para paredes, deve - se considerar também as hipóteses de aplicação na produção de Drywall e na indústria de cimento, assim seria agregado valor ao produto produzido.

Preparation and characterization of thermoelectric materials



Este trabalho apresenta um estudo completo de materiais termoelétricos. Inicia-se com o estudo de um Concentrador Solar e o desenvolvimento de um Algoritmo Genético e Entropia Cruzada para análise de dados experimentais. Contém um estudo sobre dispositivos termoelétricos, a partir de uma nova configuração experimental. Conta também com o desenvolvimento e fabricação de todo um equipamento para medição de materiais termoelétricos, tanto bulk quanto filmes finos. Termina com a preparação de um material termoelétrico específico, o MoS_2 , e a utilização de todo o aparato previamente desenvolvido para o seu estudo.

A Computational Study on Power Law and Weibull Models Applied to Magnetorheological Fluids



Fluidos magneto-reológicos (MRFs) são materiais inteligentes de interesse crescente na pesquisa e na indústria devido à sua versatilidade em sistemas mecânicos e mecatrônicos. Como principais características reológicas, os MRFs devem apresentar baixa viscosidade na ausência de campo magnético (0,1 - 1,0 Pa.s) e alta tensão de escoamento (50 - 100 kPa) quando magnetizados, a fim de otimizar o efeito magneto-reológico, que é responsável por suas principais propriedades. Tais propriedades, por sua vez, são diretamente influenciadas pela composição, fração volumétrica (concentração), tamanho e distribuição de tamanho (polidispersidade) das partículas suspensas, sendo esta última um dos fatores mais importantes na melhoria de sua principais características. Como é bem conhecido na literatura, o alargamento da distribuição de tamanhos da fase sólida aumenta a fração de empacotamento máxima e reduz a viscosidade das suspensões concentradas. Desta forma, ajustando-se cuidadosamente a polidispersidade, é possível aumentar o efeito magneto-reológico de MRFs concentrados. Entretanto, até hoje não existe nenhum modelo analítico conhecido para calcular a chamada fração de empacotamento máxima de materiais particulados, e muitas vezes é necessário utilizar uma abordagem numérica para estimá-la. Neste contexto, muitas funções podem ser utilizadas para se obter aproximações, e este trabalho tem como objetivo estudar via simulações computacionais três modelos comuns da ciência e da engenharia: a distribuição de Andreasen-Andersen, a distribuição de Dinger-Funk (Andreasen-Andersen modificada) e a distribuição de Weibull. Simulações em 1D e 3D foram realizadas para calcular as frações de empacotamento máxima e, em seguida, estes dados foram discutidos e comparados. Os resultados da simulação mostram que quando o módulo da distribuição de Dinger-Funk é $\approx 0,5$, existe uma fração de empacotamento máxima que deve diminuir significativamente a viscosidade relativa. Além disso, os resultados mostram que ampliando-se a distribuição de tamanhos é possível obter uma polidispersidade ainda maior da fase sólida. Estes dados sugerem, portanto, que pode ser possível otimizar a viscosidade dos MRFs ajustando cuidadosamente a distribuição de tamanhos, abrindo caminho para a preparação de MRF com um efeito magneto-reológico ainda mais forte.

**Propriedades reológicas e durabilidade
do concreto autoadensável de alta
resistência com resíduo de corte mármore
e granito e areia de exaustão de fundição**



O concreto autoadensável, CAA, é um concreto que tem características peculiares de fluidez e viscosidade. Para adquirir tais propriedades, utiliza, em sua composição, adições minerais, materiais finos, que, em grande parte, podem ser resíduos industriais e, por isso, um material sustentável. Embora já esteja bastante difundido o uso de areia descartada de fundição (ADF) na produção do concreto, observa-se uma lacuna quanto à areia de exaustão de fundição (AEF) e a sua influência na armadura e, dessa forma, produzir um concreto que atenda às prerrogativas de resistência, durabilidade, maior tempo de vida útil e sustentabilidade. Nesta pesquisa, foi utilizado um valor fixo em todos os traços de resíduo de corte de mármore e granito, RCMG, como adição mineral para melhorar a viscosidade da mistura, e areia de exaustão de fundição (AEF) como substituto parcial (10%, 20%, 30%, 40% e 50%) da areia natural. A AEF compõe as ADFs, que correspondem, em média, a 80% dos resíduos gerados na indústria de fundição. Foi avaliada a influência dos materiais na reologia do concreto, na resistência mecânica e na durabilidade. Os parâmetros reológicos foram testados pelos métodos empíricos. As propriedades mecânicas foram avaliadas pela resistência à compressão e resistência à tração por compressão e, como indicadores de durabilidade, foram utilizados os testes de absorção de água por imersão e por capilaridade, a resistividade elétrica volumétrica, a resistência ao ataque aos sulfatos e aos ácidos, a permeabilidade ao cloreto e o potencial de corrosão. No estado fresco, todas as misturas apresentaram características de fluidez e viscosidade requeridas pela ABNT para o CAA. Quanto a compressão todas as misturas foram classificadas de alta resistência. As misturas apresentaram boa resistência ao ataque ácido e ao sulfato, baixa absorção por imersão em água e por capilaridade. Devido a muito baixa permeabilidade aos íons de cloreto e pela alta resistividade elétrica, as misturas se mostraram com probabilidade de corrosão desprezível e no teste de potencial de corrosão a probabilidade variou entre incerta e baixa. Estes resultados indicaram que o CAA com RCMG e AEF apresenta menor permeabilidade aos agentes deletérios e, conseqüentemente, maior durabilidade quando comparado ao concreto referência. Todas as propriedades foram melhoradas com 30% do resíduo AEF embora tenham sido obtidos bons resultados com até 40%. Neste sentido a utilização dos resíduos traz benefícios ambientais que se traduzem tanto na redução de resíduos depositados em aterros quanto na redução de extração da areia natural.

Estudo das Propriedades Mecânicas e Químicas de Vidros Fosfatos com Adição de Óxido de Nióbio



Neste trabalho foram sintetizados vidros fosfatos com adição de óxido de nióbio no sistema binário $(100-x)\text{KPO}_3-x\text{Nb}_2\text{O}_5$ em que x variou de 20% a 50% em mol e a partir do vidro precursor na composição de $50\text{KPO}_3-50\text{Nb}_2\text{O}_5$, foi obtida uma vitrocerâmica transparente por tratamento térmico. Os vidros foram preparados pelo método tradicional de fusão/choque térmico. Estudos anteriores do grupo de pesquisa em vidros e vitrocerâmicas da Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL apontam esse sistema vítreo como promissor para aplicações em óptica e fotônica, tendo em vista seu baixo custo e interesse estratégico do nióbio no cenário nacional. A fim de caracterizar as amostras obtidas foram realizados ensaios de análise térmica para determinar as temperaturas características de cada composição, sendo observado o aumento da temperatura de transição vítrea com o acréscimo do óxido de nióbio. Ensaios de estabilidade química em meios ácidos, neutros e básicos mostraram que a adição de Nb_2O_5 aumenta significativamente a resistência química dessas composições vítreas. Medidas de espectroscopia Raman e RMN do ^{31}P permitiram identificar as variações estruturais em função do teor de Nb_2O_5 e estado de cristalinidade responsável das propriedades térmicas e químicas observadas. Em particular, as investigações estruturais apontam que as unidades NbO_6 são inseridas nas cadeias fosfatos, aumentando a conectividade da rede vítrea. Para maiores teores de Nb_2O_5 , são formados agregados tridimensionais de unidades NbO_6 entre as cadeias mistas de fosfato de nióbio, os quais agem como núcleos de cristalização para precipitação de fases niobatos. Foi ainda identificado um aumento nos valores de densidade, índice de refração e densidade de empacotamento atômico para maiores teores de Nb_2O_5 . A investigação das propriedades mecânicas mostrou que a incorporação de Nb_2O_5 de 20% para 50% modifica drasticamente o comportamento mecânico dos vidros com aumento significativo do módulo de elasticidade, tenacidade à fratura por indentação, dureza por nanoindentação e dureza Vickers. No caso da vitrocerâmica transparente obtida a partir da composição vítrea $50\text{KPO}_3-50\text{Nb}_2\text{O}_5$, ensaios de microscopia eletrônica de varredura identificaram a formação de cristais em escala nanométrica no diâmetro médio de 66 ± 14 nm, enquanto os resultados de difração de raios-x permitiram identificar a presença de Nb_2O_5 cristalino e outra fase não identificada na amostra tratada por 12h a 771°C . Os resultados obtidos representam uma contribuição aos estudos de vidros e vitrocerâmicas a base de fosfato de nióbio.