

APLICAÇÃO DA MINERAÇÃO DE DADOS EM ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE CINZAS VOLANTES.

ADALBERTO GULARTE SCHÄFER ¹; **ALEXANDRE FERREIRA GALIO**²; **CÉSAR ANTONIO OROPESA AVELLANEDA (ORIENTADOR)**³

¹*Universidade Federal de Pelotas – ad.schafer@gmail.com*

²*Universidade Federal do Pampa – galio.alexandre@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – cesaravellaneda@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A mineração de dados é um processo que vem se expandindo nos últimos anos devido à facilidade de acesso a dados e publicações por meio da internet, plataformas como a Kaggle estão criando banco de dados em diversas áreas do conhecimento. O concreto com adição de cinzas residuais está entre os itens divulgados. Algoritmos estão possibilitando a os usuários a realização de análises e correlações, os quais vêm sendo utilizando dados para geração de padrões e novos conhecimentos através de inteligência artificial. HIMANEN et al., (2019).

Resíduos gerados na queima de carvão mineral em Usinas Termelétricas são materiais geralmente descartados a céu aberto podendo acarretar danos à saúde humana e ao meio ambiente. Esse descarte se torna inaceitável, pois estudos relatam suas utilizações de cinzas volantes em concretos em substituição aos agregados minerais melhorando suas propriedades tecnológicas (JUNG, 2018).

As cinzas volantes do processo de queima de carvão mineral para geração de energia motivaram uma série de estudos para um melhor aproveitamento desse produto, e com isso, a evolução das técnicas permite que o concreto possa ser produzido com a adição de tais materiais (NEVILLE e BROOKS, 2013).

O presente trabalho tem como objetivo geral determinar um traço padrão para uma base de referências do concreto com adição de cinzas residuais, provenientes do processo do queima do carvão mineral para geração de energia, utilizando técnicas de mineração de dados em ambiente de programação R.

2. METODOLOGIA

A determinação da composição mineralógica dos materiais utilizou a técnica de Difração de Raios X, que foi realizada na Universidade Federal do Pampa, campus Bagé.

A etapa de programação utilizou o programa R como ferramenta computacional de programação. A criação do banco de dados usou informações da plataforma Kaggle, que foi alimentado com informações de artigos publicados em revistas, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

A escolha deste banco de dados agregou o maior número de resultados de ensaios relacionados ao tema. Os dados de interesse nestes trabalhos são os resultados de ensaios efetuados para a determinação da resistência à compressão do concreto. O banco de dados conta 1100 observações, sendo 9 atributos, dos quais 8 variáveis de entrada (cimento, escória de alto forno, cinza

volente, plastificante, água, agregado graúdo, agregado miúdo e idade de rompimento) e 1 variável de saída que é a resistência à compressão.

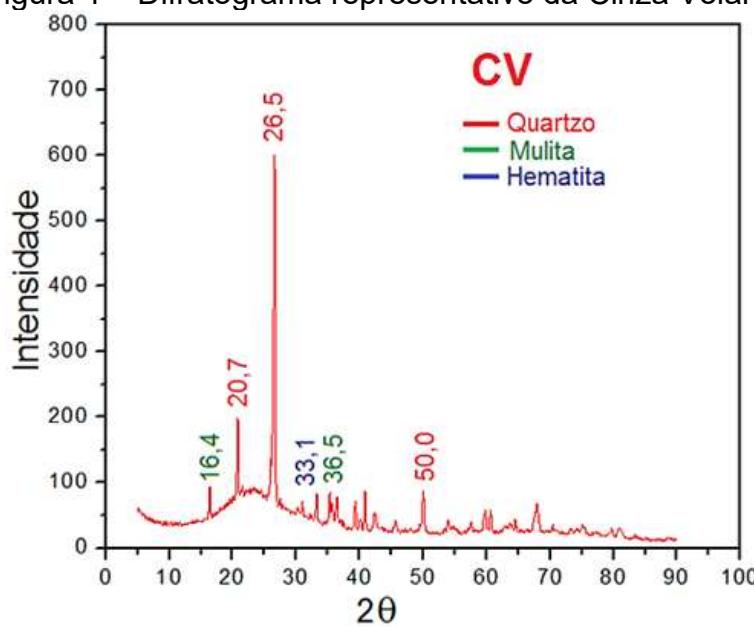
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização química e mineralógica da Cinza volante

Este trabalho apresenta um método para a obtenção de cinza de volantes de elevada reatividade a partir de um processo de combustão controlada cedida por uma usina de geração de energia termoelétrica localizada na região da Campanha.

A difração de raios-X mostrou a composição mineralógica da amostra da cinza volante (CV), apresentando um padrão de difração característico de material amorfo. Os resultados foram comparados com padrões da literatura (LACERDA, 2015). O material é composto por Quartzo (SiO_2), em $2\theta = 20^\circ, 26^\circ$ e 50° ; mulita ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$) em $2\theta = 16^\circ$ e 36° e hematita (Fe_2O_3), em $2\theta = 33^\circ$, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Difratograma representativo da Cinza Volante



O resultado indicou que a CV se caracteriza como material amorfo o halo amorfo, na faixa de ângulos 2θ de 15° a 35° representa que há elementos reativos.

3.2 Mineração de dados

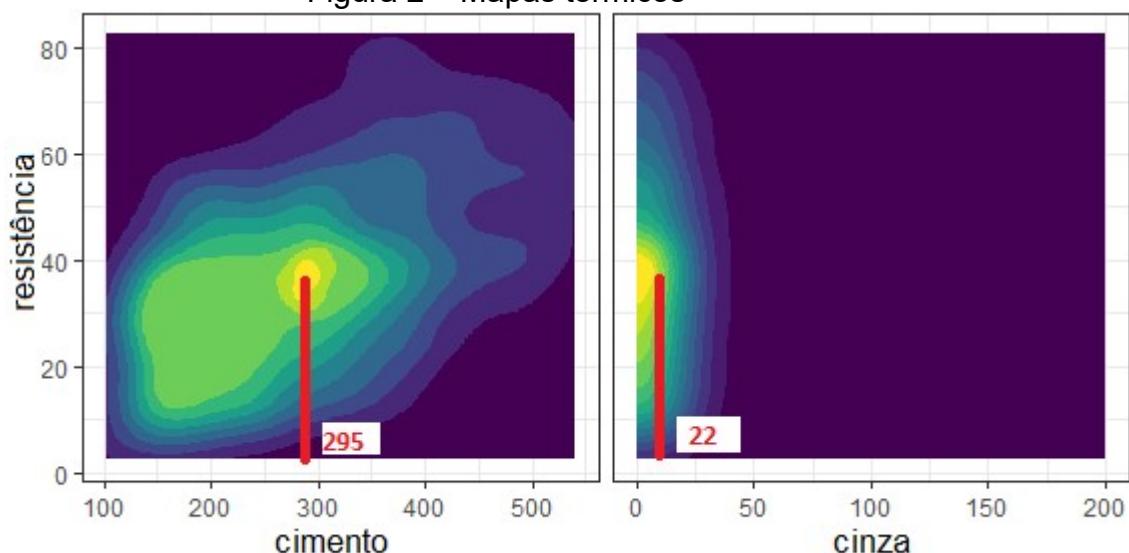
Os dados foram validados através do algoritmo Máquina de Suporte de Vetor (MSV), também foi analisada a técnica LMA, porém o MSV encontrou os melhores ajustes do modelo (Tabela 1). Os valores elevados de R quadrado demonstram o bom ajuste de modelo, conferindo confiabilidade aos dados de resistência à compressão do concreto, essa condição é reforçada pelos baixos valores das métricas RQME e EAM. Corroborando com a citação de Chai et al. (2014).

Tabela 1 – Ajuste do modelo de mineração de dados

Métricas	RQME	R ²	EAM
LMA	10,19	60,73 %	8,15
MSV	6,54	87,08 %	4,45

Os gráficos de correlação das variáveis possibilitaram verificar o consumo de cada material na influência da resistência à compressão e para interpretação desses dados foram utilizados os mapas térmicos da Figura 2. A primeira correlação entre o consumo de cimento em comparação com a resistência à compressão obteve o valor de 295 kg/m³, no caso da cinza volante foi encontrado o consumo de 22 kg/m³, ambos resultados estão numa faixa de resistência a compressão de 35 a 40 MPa. Nessas análises foram utilizadas combinações do mapa térmico com as médias encontradas no banco de dados.

Figura 2 – Mapas térmicos



O traço padrão obtido através das saídas do algoritmo de mineração de dados obteve a configuração 1: 0,2; 2,6: 3,2 (Cimento, Cinza, Agregado miúdo e Agregado graúdo) e um fator água cimento de 0,65. Esses dados foram obtidos a partir do processo de mineração de dados gerando padrões, conforme publicado por Vilar (2020).

4. CONCLUSÕES

A redução do consumo de cimento com a substituição por cinza volante em concretos vem se mostrando viável trazendo uma alternativa mais sustentável na produção do concreto, reduzindo a extração de recursos minerais e a emissão de CO₂.

O concreto com adição de cinza volante pode ter amplo espaço comercial em meio ao mercado da construção civil, visto que o produto testado possui em sua estrutura grande quantidade de SiO₂ o que a torna uma pozolana, portanto cabe salientar que a adição de cinza volante é benéfica para a fabricação de concreto, elevando sua resistência mecânica, quando aplicado em quantidades adequadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAI, T; DRAXER R.R. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE). **Geoscientific Model Development**. Germany, V. 7, n. 3, p.1247-1250, 2014.

HIMANEN, L., GEURTS, A., FOSTER, A.S. and RINKE, P. Data-Driven Materials Science: Status, Challenges, and Perspectives. **Advanced Science News**. Germany, V. 7, n. 1, p.1-7, 2019.

JUNG, S.; SARASWATHY, V.; KARTHICK, S. KATHIRVEL, P.; KWON, S. Microstructure Characteristics of Fly Ash Concrete with Rice Husk Ash and Lime Stone Powder. **International Journal of Concrete Structures and Materials, Springer Nature**. Berlim, V. 12, n. 1, p.1-9. 2018.

LACERDA, L. V. **Síntese e caracterização de zeólita tipo sodalita obtida a partir de cinzas volantes de carvão mineral utilizado na usina termoelétrica de Candiota-RS**. 2015. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) –Curso de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NEVILLE, A. M. & BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto**. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

VILAR, F.M.M., SANTOS F.C., GOHR, C.F., SILVA, M.M. Método para avaliação da produção enxuta: Revisão e análise crítica. **Revista Gestão Industrial**. Paraná, V.12, n. 1. p.1-12, 2020.