

# APLICAÇÃO DA MINERAÇÃO DE DADOS EM ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE CINZAS RESIDUAIS DE CASCA DE ARROZ

ADALBERTO GULARTE SCHÄFER<sup>1</sup>; ALEXANDRE FERREIRA GALIO<sup>2</sup>; CÉSAR ANTONIO OROPESA AVELLANEDA (ORIENTADOR)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ad.schafer@gmail.com](mailto:ad.schafer@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pampa – [galio.alexandre@gmail.com](mailto:galio.alexandre@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [cesaravellana@gmail.com](mailto:cesaravellana@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

A facilidade de acesso a dados e publicações por meio da internet, motivou a criação de banco de dados em diversas áreas do conhecimento. O concreto com adição de cinzas está presente em várias plataformas como a Kaggle, possibilitando aos usuários a realização de análise e correlações, os quais vem sendo utilizados como dados de entradas para algoritmos de aprendizagem de máquina e na mineração de dados (HIMANEN et al., 2019).

As cinzas residuais do processo de queima do beneficiamento de arroz (CCA) 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 beneficiamento de arroz, utilizando técnicas de mineração de dados em ambiente de programação R.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da cinza de casca de arroz

A CCA utilizada nesta pesquisa é oriunda de um processo de queima não controlado e foi gentilmente cedida por uma empresa de beneficiamento de arroz localizada na região da Campanha.

A composição química quantitativa foi determinada por espectrometria de Fluorescência de Raios X, realizada na Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul e para identificação da composição mineralógica dos materiais foi utilizada a técnica de Difração de Raios X, também realizada na Universidade Federal do Pampa, campus Bagé.

A etapa de programação utilizou o programa R como ferramenta computacional de programação, e 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 com número significativo de observações e algumas características, conforme a Tabela 1 seguir.

Tabela 1 – Descrição do banco de dados

Banco de dados	
Nº de observações	1100
Número de atributos	9
Repartição dos atributos	8 variáveis quantitativas de entrada e 1 variável de saída
Valores de atributos ausentes	nenhum

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização química e mineralógica da CCA

##### 3.1.1 Fluorescência de Raios-X

O resultado analítico quantitativo que indica os elementos químicos inorgânicos presentes na forma de óxido mais estável realizado pela técnica de FRX estão apresentados na Tabela 2. Verificou-se que a composição está de acordo com HOPE, 2017 e NASCIMENTO et al. 2019 que apresenta um elevado percentual de sílica ( $\text{SiO}_2$  - 70 a 85%), sendo esta considera super pozolana.

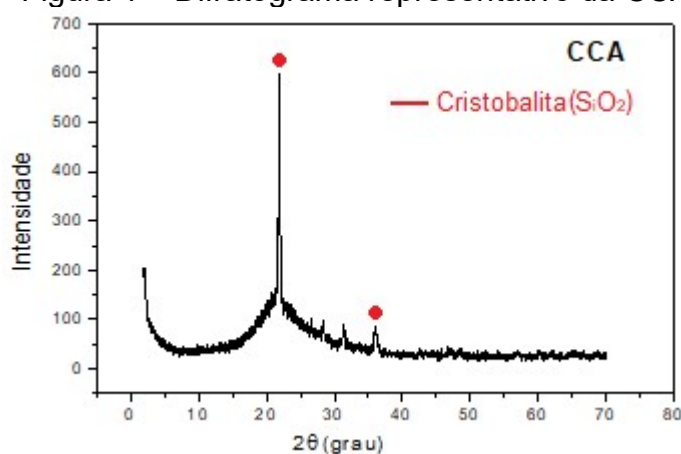
AMOSTRA	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$
CCA	80,9	0,88	0,53	1,74	1,01

##### 3.1.2 Difração de Raios-X

No que diz respeito ao indicativo de compostos amorfo, verifica-se no espectro um pico largo entre  $15^\circ$  e  $32^\circ$  ( $2\theta$ ). Este alargamento vai diminuindo a medida que a temperatura aumenta, demonstrando o rearranjo dos compostos cristalinos, como mostra a Figura 1.

Observou-se ainda que a CCA apresentou elevado teor de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), com valor de 80,9%, sendo seu principal componente químico. Os outros óxidos presentes na composição química da CCA apresentaram valores menores que a  $\text{SiO}_2$ , abaixo de 10%. Dessa forma, pode-se dizer que a CCA em estudo apresenta uma composição química favorável para ser apontada como pozolânica, à medida que a sílica que a constitui é uma sílica amorfa.

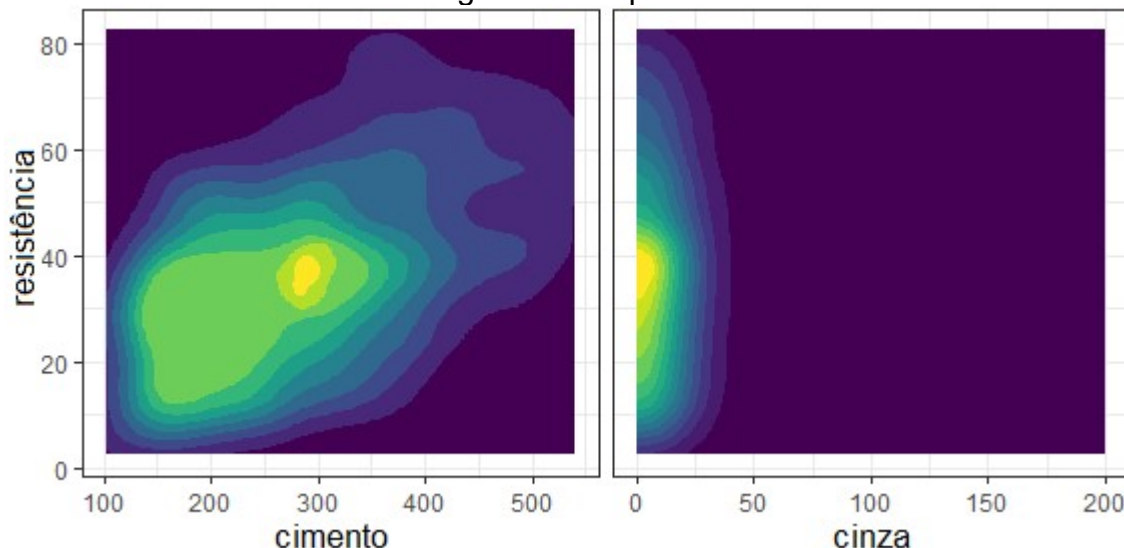
Figura 1 – Difratoograma representativo da CCA



### 3.2 Mineração de dados

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 das Figura 2.

Figura 2 – Mapas térmicos



A primeira correlação entre o consumo de cimento em comparação com a resistência à compressão obteve o valor de 295 kg/m³ para uma resistência à compressão que varia de 24 a 38 MPa. Nessa análise houve uma combinação da análise do mapa térmico com as médias encontradas no banco de dados.

Já para a CCA, o consumo em comparação à resistência obteve um valor na faixa entre 0,5 a 1,0 kg/m³.

A análise das Figuras possibilitou a determinação do traço padrão para o modelo estudado, de concreto com adição de CCA, sendo que a idade padrão é aos 28 dias e que as resistências à compressão variaram de 20 a 39 MPa, quando analisadas as variáveis do modelo.

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

O concreto com adição de CCA pode ter amplo espaço comercial em meio ao mercado da construção civil, visto que o produto testado possui em sua estrutura grande quantidade de SiO<sub>2</sub> o que a torna uma super pozolana e portanto, cabe salientar que a adição de CCA é benéfica para a fabricação de concreto, elevando sua resistência mecânica, mesmo em quantidades não tão altas.

Com a redução do consumo de cimento, que é produzido através da extração de recursos minerais, a aplicação de CCA em concretos, introduz-se no processo um material sustentável, gerado pelo resíduo da produção do arroz.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**HIMANEN, L., GEURTS, A., FOSTER, A.S. and RINKE, P.** Data-Driven Materials Science: Status, Challenges, and Perspectives. Advanced Science News. DOI: 10.1002/advs.201900808. 2019.

**HOPPE, F. J.** Sistemas cimento, cinza volante e cal hidratada: mecanismo de hidratação, microestrutura e carbonatação de concreto. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

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

**NASCIMENTO, G. C., DOMINGUINI, L., MELLO, J. M. M., MAGRO, J. D., RIELLA, H. G., & FIORI, M. A.** Caracterização físico-química da cinza de casca de arroz oriunda do processo termelétrico do sul de Santa Catarina – Brasil. Ciência e Natura, 37(4), 634-640. 2019.

**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 ISSN 1808-0448 V.12, n. 1.Paraná, 2020.