

Avaliação Experimental e Matemática da Resistência Mecânica a Frio do Coque

Autor: MATHEUS TEIXEIRA FRAGA
Orientador: Prof. Dr. EDUARDO OSÓRIO
Eng. Met. BRUNO DEVES FLORES
Eng. Met. ISMAEL V. FLORES

Laboratório de Siderurgia-Centro de Tecnologia-UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500 Porto Alegre/RS
Fone (51) 3308 7074 - www.ct.ufrgs.br/lasid

INTRODUÇÃO

A previsão das propriedades de coque tem sido uma questão importante durante muitos anos, e a maioria dos modelos atualmente disponíveis para prever a qualidade do coque são baseados nas propriedades dos carvões. Há também modelos baseados na estimativa de qualidade do coque por aplicação da regra aditiva. Deste modo, é necessário produzir coques individuais para utilizar como uma base de dados para estimar os parâmetros de qualidade de coques produzidos a partir de misturas de carvões.

OBJETIVOS

Este trabalho dá continuidade a um estudo anterior que visou avaliar a possibilidade de uso de um modelo linear de previsão para a reatividade ao CO₂ do coque. O atual trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade de um modelo linear aditivo para a previsão da resistência mecânica de coques produzidos em escala de laboratório.

MATERIAIS E MÉTODOS

COMPOSIÇÃO DOS COQUES UTILIZADOS

Para este estudo, coques produzidos a partir de carvões individuais e de misturas, produzidos em um estudo anterior, foram utilizados. A Tabela 1 apresenta as características químicas dos carvões e a composição das misturas utilizadas para a fabricação desses coques. Esses coques foram avaliados por testes de resistência mecânica.

Tabela -1 Características químicas dos carvões e composição das misturas para fabricação dos coques.

Carvões	Imediata (% bs)			Composição das Misturas (% em massa)									
	MV	CZ	Cf	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	34,8	6,6	58,6	100			50	50			50	25	25
B	21,0	9,2	69,8		100		50		50	25	25	50	25
C	20,3	5,9	73,8			100	50	50	75		25	25	50

ENSAIOS DE RESISTÊNCIA

MICRORESISTÊNCIA

Para a avaliação da microresistência dos coques o equipamento desenvolvido por Blayden e Riley foi utilizado.

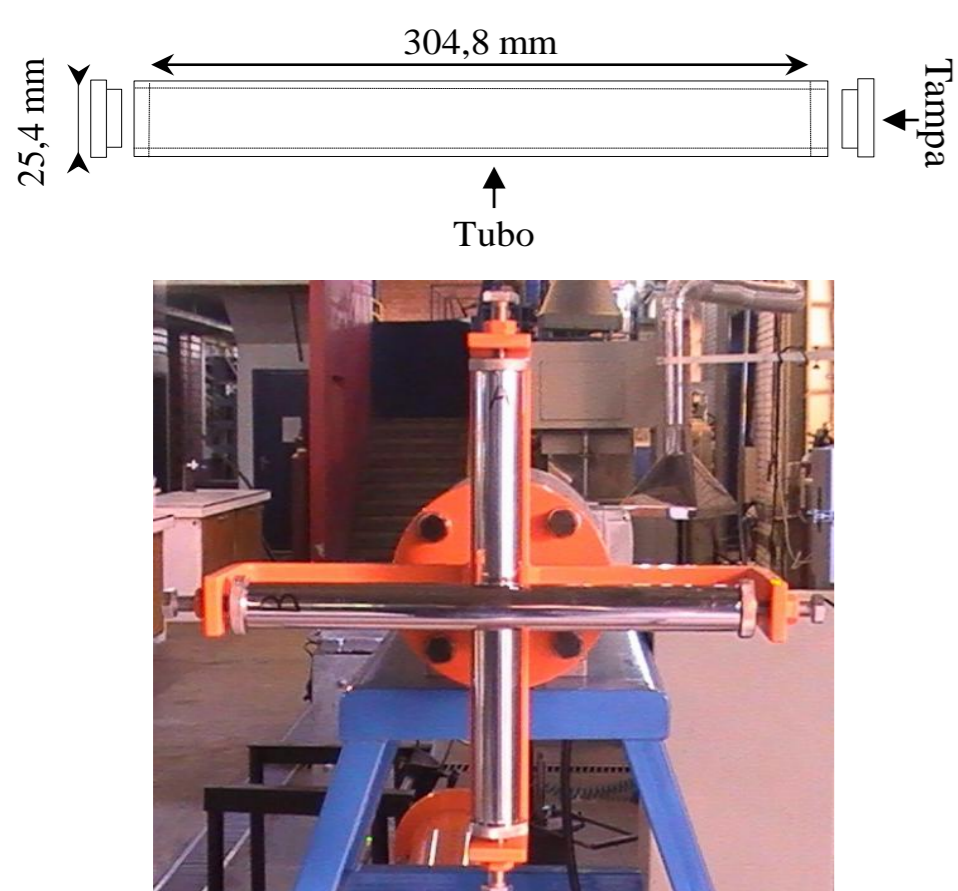


Figura 1 – Esquema dos tubos e montagem do equipamento utilizado para os ensaios de microresistência.

Parâmetros do Ensaio
Massa de coque: 20 g
Granulometria: entre 6,3 mm e 3,3 mm
Número de esferas: 5; Ø = 15 mm
Velocidade: 25 rpm
Revoluções: 1000

A microresistência é representada pelo índice **M1**, obtido como percentual de amostra retido (malha de 1 mm) em relação a massa inicial.

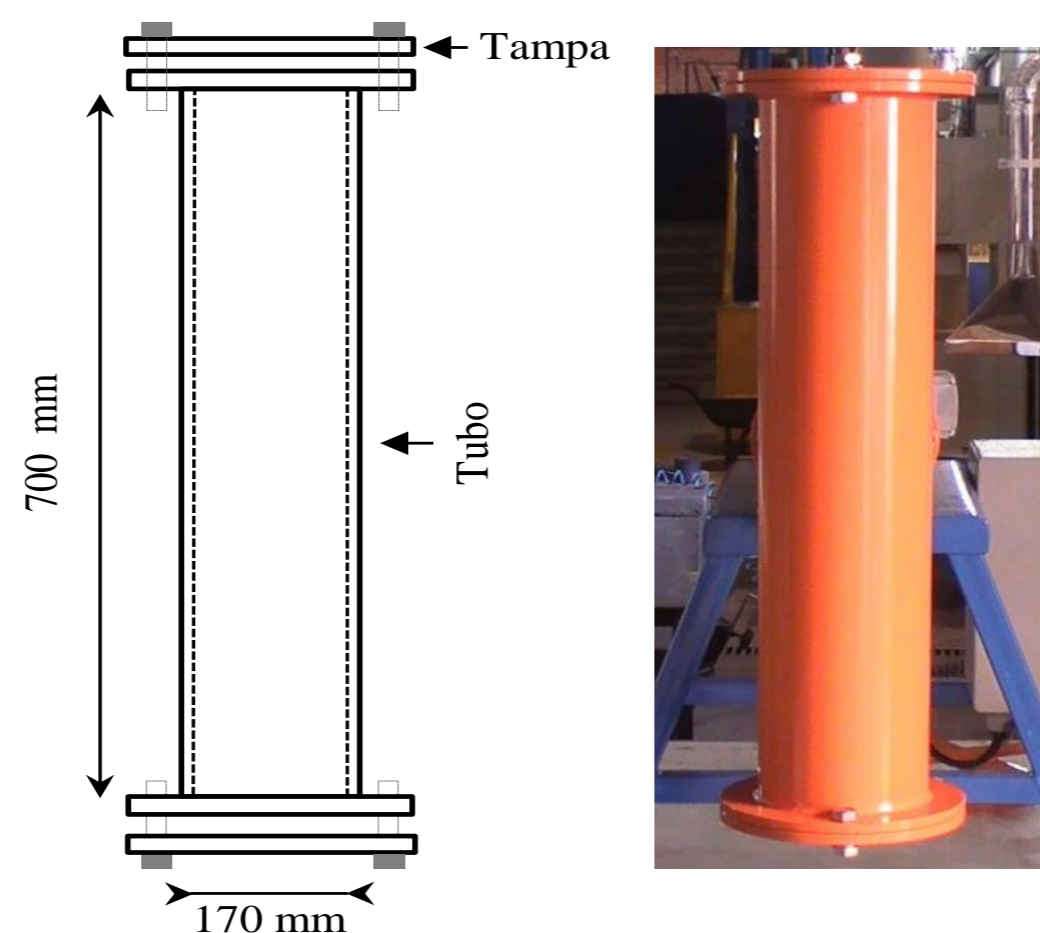
RESISTÊNCIA MECÂNICA EM TAMBOR TIPO - I

Para se avaliar a resistência mecânica a frio do coque em uma escala maior que a microresistência, foram realizados testes em um tambor tipo I.

Figura 2 – Esquema do tambor tipo I utilizado para os ensaios de resistência a frio.

Parâmetros do Ensaio
Massa de coque: 150 g
Granulometria: entre 19 mm e 21 mm
Velocidade: 20 rpm
Revoluções: 600

A resistência em tambor I é representada pelo índice **I10**, obtido como percentual de amostra retido (malha de 10 mm) em relação a massa inicial.



MODELO UTILIZADO PARA PREVISÃO DA RESISTÊNCIA DO COQUE

$$\text{RESISTÊNCIA DO COQUE (M1 e I10)} = \sum X_c * R_c$$

X_c - percentuais mássicos de cada carvão nas misturas (Tab. 1)
R_c - Resistência dos coques individuais (M1 e I10 – Tab. 2 e 3)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS COQUES

As tabelas abaixo mostram os valores obtidos para a resistência experimental e calculada de cada coque produzido.

Tabela – 2 Resultados da microresistência.

Coque	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K
M1 Exp. (%)	72,1	76,9	72,7	79,0	79,1	78,0	76,0	83,0	80,5	79,6
M1 Calc. (%)				74,5	72,4	74,8	73,8	73,5	74,7	73,6

Tabela – 3 Resultados de resistência mecânica em tambor tipo I.

Coque	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K
I10 Exp. (%)	74,6	81,2	78,8	82,2	83,4	81,4	79,0	83,6	83,6	82,0
I10 Calc. (%)				77,9	76,7	80,0	79,4	77,3	79,0	78,4

Figura – 3 Correlação entre as microresistências experimentais e calculadas para os coques produzidos.

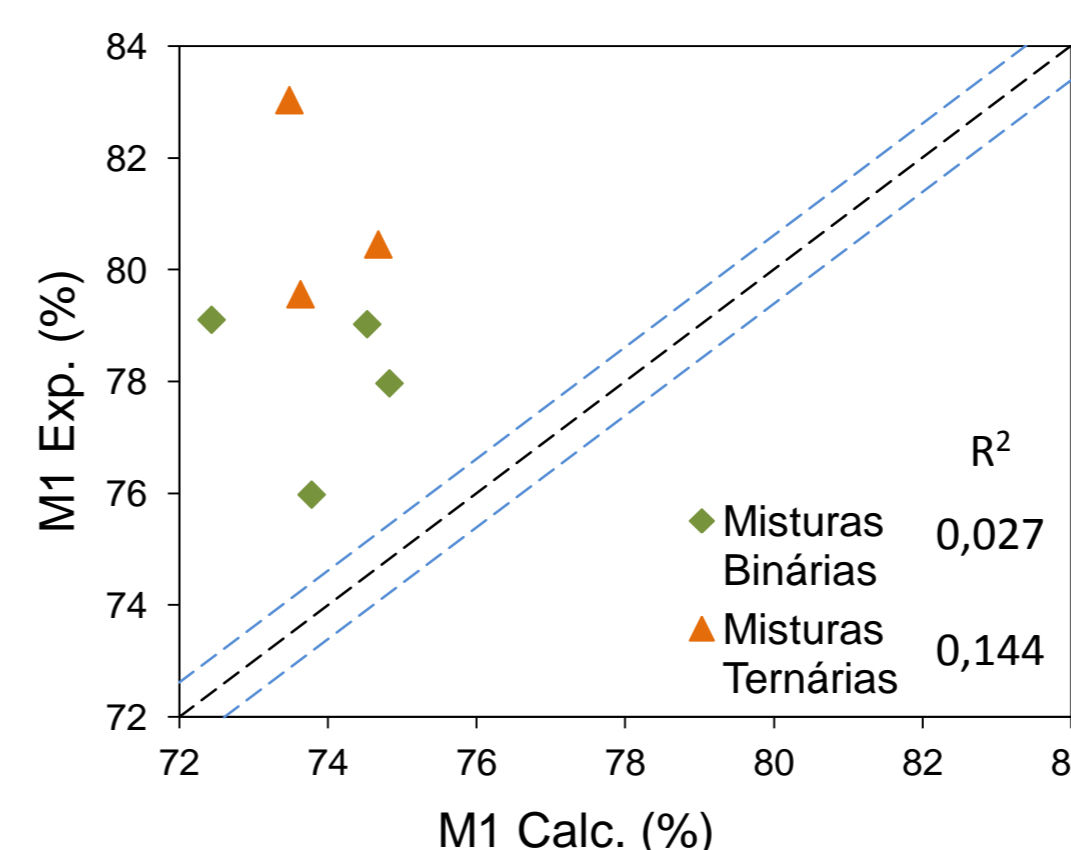
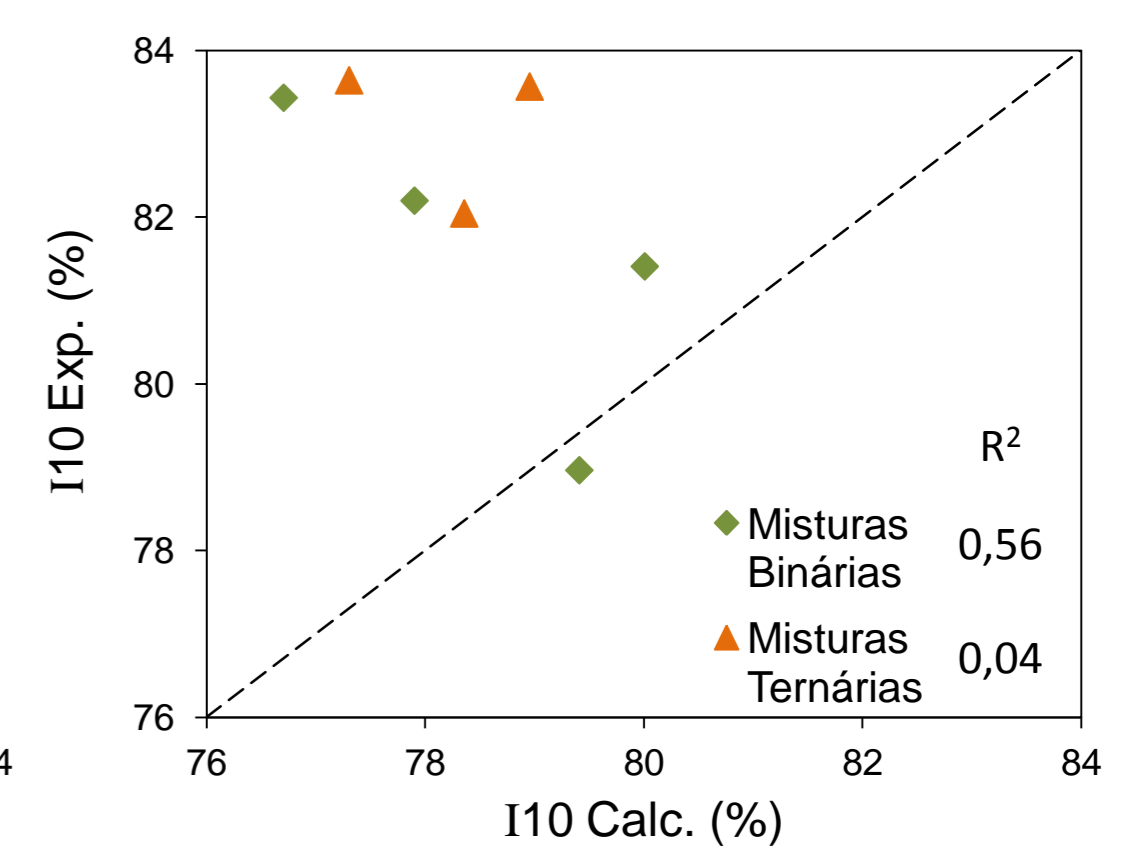
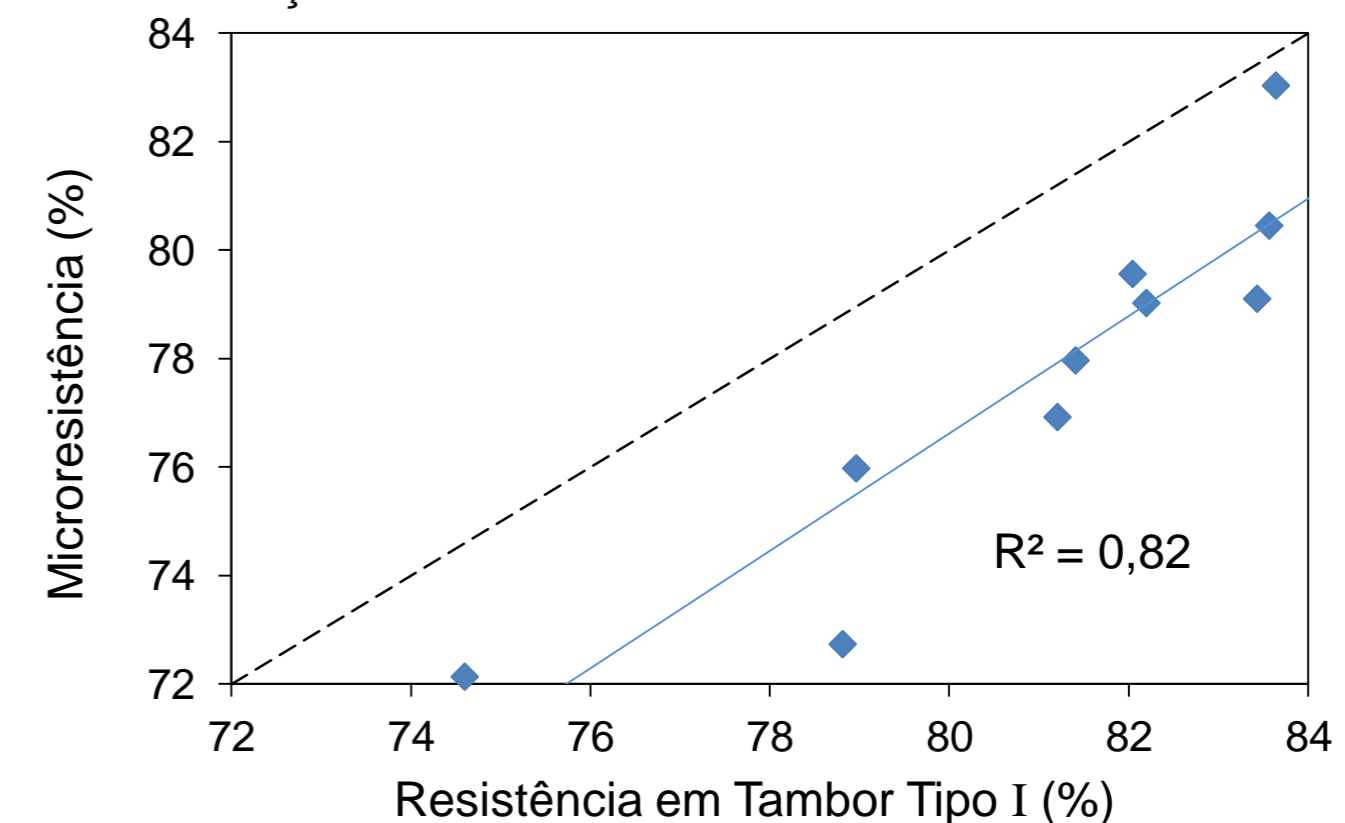


Figura – 4 Correlação entre as resistências em tambor tipo I experimentais e calculadas para os coques produzidos.



As Figuras 3 e 4 mostram a correlação entre a resistência calculada e a experimental para microresistência e tambor I, respectivamente. O modelo aditivo não foi satisfatório para previsão da resistência mecânica do coque, pois os valores de R² encontrados foram baixos. Além disso os valores calculados subestimaram os dados experimentais. Isso indica a existência de forte interação entre os carvões durante a etapa de coqueificação, promovendo uma melhora da resistência mecânica em relação ao previsto por regra aditiva.

Figura 5 – Correlação entre as microresistências e as resistências em tambor tipo I.



A Figura 5 mostra a correlação entre os ensaios de microresistências e de resistências em tambor. Os resultados de microresistência subestimaram os encontrados em tambor I, no entanto, a boa correlação entre os ensaios indica que ambos apresentam mecanismos de fragmentação semelhantes e podem ser utilizados para medição da resistência mecânica de coques em laboratório.

CONCLUSÕES

- ✓ O modelo aditivo utilizado não foi satisfatório para previsão da resistência mecânica do coque, subestimando os resultados experimentais;
- ✓ A interação dos carvões durante o processo de carbonização foi fundamental para o desenvolvimento da qualidade do coque;
- ✓ Os ensaios de microresistência e resistência em tambor I mostraram boa correlação, indicando que ambos apresentam mecanismos de fragmentação semelhantes e podem ser utilizados para medição da resistência mecânica de coques em laboratório.

REFERÊNCIAS

FLORES, B. D. AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL EM FORNO PILOTO DA INFLUÊNCIA DE UM CARVÃO COLOMBIANO DE ALTA HETEROGENEIDADE E DE CARVÕES DE ALTO E BAIXO VOLÁTIL NA QUALIDADE DO COQUE. 2014. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Metalurgia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais, Porto Alegre, 2014.

FLORES, I. V. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA SOBRE AS PROPRIEDADES DE CARVÕES COQUEIFICÁVEIS E DE COQUES PRODUZIDOS EM ESCALA DE LABORATÓRIO. 2014. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Metalurgia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais, Porto Alegre, 2014.

Agradecimentos: CNPq e GERDAU