

## INTRODUÇÃO:

O carvão run-off-mine no Brasil possui altos teores de cinzas e para que seja utilizado necessitam de beneficiamento para que atinjam as especificações de uso nas termoelétricas em termos de quantidade de cinza e poder calorífico. Para resolver os dois problemas simultaneamente (deposição de rejeito e estabilidade de escavações) foram iniciados testes com o uso de enchimento das galerias subterrâneas com rejeitos de beneficiamento. Este trabalho tem como objetivo entender o comportamento mecânico do material de enchimento. Testes de laboratório foram realizados para diversas misturas para determinar as propriedades mecânicas do material enchimento. Com o resultado dos ensaios triaxiais pode-se calcular a resistência do enchimento e calcular seu efeito sobre os pilares para aumentar a estabilidade da escavação.

## OBJETIVOS :

Este trabalho tem como objetivo entender o comportamento mecânico do material de enchimento através de testes de laboratório para diversas misturas. Com esses resultados foi possível calcular a resistência da mistura e estimar se a mistura tem uma transferência de carga suficiente para os pilares in situ para manter a instabilidade da escavação após a cura da mistura.

## METODOLOGIA:

Ensaio realizado:

Testes de compressão:

Compressão triaxial para diversas misturas com o  $\sigma_3$  variando entre:

•2.5 Mpa

•5 Mpa

•7.5Mpa

Cálculo de Tensão de Ruptura e Módulo de Elasticidade através do Excel.

Análise dos resultados através de gráficos e planilhas.

## EXPERIMENTAL E RESULTADOS :

Testes de compressão:Triaxial

Composição de cada mistura.

Foram feitos testes para sete tipos de misturas diferentes com as seguintes características:

Composição misturas SATC								
Amostra	R1	R2	R1+R2	Cal	Cinza	Cimento	Finos Bacia	Água
2	60%	40%	70%	10%	10%	10%		5 L
3	60%	40%	70%	12.50%	13%	5%		5 L
3b	-	-	53%	12%	29%	6%		8.5 L
3c	60%	40%	70%	12.50%	12.50%	5%		6 L
5	60%	40%	70%	10%	10%	10%		5.5 L
6b	60%	40%	70%	10.00%	7.50%	5%	7.50%	5 L
6c	60%	40%	70%	10%	10%	5%	5%	5 L

Figura 1 Planilha de composição das misturas

## Ensaio Triaxiais:

Das sete amostras foram extraídos testemunhos de sondagem e preparadas as amostras para o ensaio conforme a norma da ASTM: Standard Practices for Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tolerances1: D4543-01. E para o ensaio triaxial foi usada a norma da ASTM: Standard Test Method for Triaxial Compressive Strength of Undrained Rock Core Specimens Without Pore Pressure Measurements1: D 2664-95a



Figura 2 Corpos de prova usados no teste triaxial.

Para todas as amostras foram feitos no mínimo um ensaio para cada tensão de confinamento determinada, que foi de:

2.5 Mpa

5.0 Mpa

7.5 Mpa



Figura 3 Célula de compactação triaxial

## Equipamentos utilizados



Figura 4 Equipamentos utilizados.

Foi utilizada para os ensaios triaxiais uma prensa Controls com capacidade de 200 toneladas e o software da prensa Advantest9 para a realização do teste.

## Resultados obtidos.

AM2	Corpo de prova	Sigma 3	TENSÃO DE RUPTURA (Mpa)	TENSÃO DE RUPTURA MÉDIA (Mpa)	MÓDULO DE ELASTICIDADE (Gpa)
1-3	2.5	20.07	10.04	4.14	
2-3	5	26.27	13.13	4.19	
3-3	7.5	32.53	16.26	2.93	
4-3	5	32.06	16.03	2.52	
5-3	2.5	18.03	9.01	3.18	
6-1	2.5	19.46	9.73	3.96	
7-2	2.5	21.75	10.87	3.73	
8-3	2.5	25.09	13.04	1.76	
9-4	7.5	35.92	17.96	2.91	

Figura 5 Planilha de resultados da amostra 2

Foi feito a planilha para todas amostras contendo a tensão de ruptura, tensão de ruptura média e módulo de elasticidade, a partir dos resultados obtidos na célula de compactação. Os dados medidos pela prensa são: carga de ruptura, deslocamento axial e o tempo para a ruptura.

	$\sigma_1$ (Mpa)	$\sigma_1$ (Mpa) h/D=2	Módulo de Young (Mpa)
Média s3=2.5	19.8925	19.48500055	3.325
Média s3=5	28.28	28.10448221	2.833333333
Média s3=7.5	34.76	34.70325203	2.76

Figura 6 Resultados da amostra 2

A partir da planilha mostrada na figura 3 foram calculados os valores médios de tensão de ruptura e módulo de Young e foi feita uma correção para a tensão de ruptura para uma razão de esbeltes de 2, para as três confinantes em sigma 3: 2.5, 5 e 7.5 Mpa.

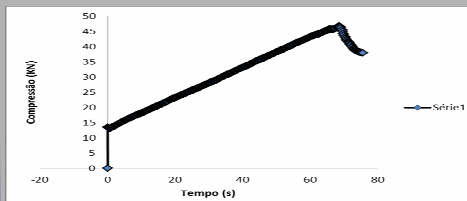


Figura 7 Gráfico Comp. X temp. Amostra 2: 1-3

Para todos os testes foi criado um gráfico de compressão X tempo para analisarmos a curva.

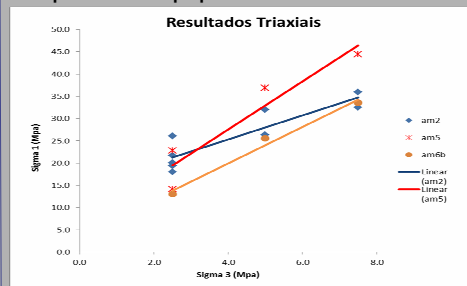


Figura 8 sigma 1 X sigma 3

Foi gerada a reta sigma 1 X sigma 3 para todas as amostras e conforme esperado a reta apresentou um comportamento crescente. Ou seja, conforme aumentamos a tensão de confinamento maior é a resistência à compressão da amostra.

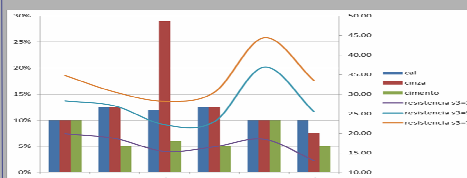


Figura 9 Comportamento das misturas

Comparamos as quantidades de cimento, cinza e cal nas misturas nas diferentes amostras em relação à tensão de ruptura para diferentes tensões de confinamento. Todas as amostras seguiram uma tendência de tensão de ruptura. A amostra AM5 para todas as tensões confinantes teve resistências mais altas que as demais amostras.

## CONCLUSÃO:

Conclui-se que quanto mais cimento a mistura conter maior será a resistência do enchimento, e com a adição de cinza na mistura o enchimento reduz sua resistência. Também concluiu-se que, em minas profundas e com pressões altas, a resistência do enchimento pode ser maior, pois quanto maior é a pressão de confinamento do enchimento maior será sua resistência de ruptura.