

INTRODUÇÃO:

O carvão run-off-mine no Brasil possui altos teores de cinzas e, para que seja utilizado, necessita de beneficiamento para atingir as especificações de uso nas termoeletricas em termos de quantidade de cinza e poder calorífico. Como resultado do beneficiamento, é gerada uma grande quantidade de rejeito a ser depositado em bacias ou pilhas, dependendo da granulometria do material. Esses depósitos de rejeito podem causar problemas ambientais graves em curto, médio e, sobretudo, a longo prazo, pelo risco de provocar drenagem ácida ou combustão espontânea, além de ocupar extensas áreas. Problemas associados à estabilidade de pilares em minerações antigas e abandonadas têm ocorrido, sobre estas minas edificações foram construídas pelo avanço da urbanização. 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.

OBJETIVOS :

Este trabalho tem como objetivo entender o comportamento mecânico do material de enchimento e a simulação do enchimento de galerias de minas de carvão lavradas com o método de câmaras e pilares. Testes de laboratório foram realizados para diversas misturas (com e sem cimento) para determinar as propriedades mecânicas do material de enchimento. Simulações do enchimento de galerias foram realizadas utilizando métodos numéricos. Com base nesse estudo, foi possível verificar que o uso do enchimento pode ser aplicado como estratégia para aumentar a estabilidade dos pilares de carvão a longo prazo em minas subterrâneas com lavra por câmaras e pilares em camadas fracas (baixa resistência), reduzindo substancialmente a quantidade de material oriundo dos rejeitos de beneficiamento a ser depositado em pilhas na superfície.

METODOLOGIA:

Ensaio realizados:

Testes de compactação: Material sem misturas

- Simulação de galerias secas e submersas.
- Simulação de galerias com peso de teto.
- Câmara de compactação.

Testes de compressão: Material com mistura

- Compressão triaxial.
- Compressão uniaxial.

EXPERIMENTAL E RESULTADOS :

Testes de compactação : Material sem mistura.

Simulação de galerias secas e submersas :

Foram feitos testes para ver o comportamento do carvão e do granito, dentro de uma distribuição de granulometria conhecida, em uma bacia onde foi simulado o confinamento do material pelos pilares. Na primeira etapa, o teste foi realizado a seco e, numa segunda etapa, enchemos de água a bacia até um determinado nível. Não constatamos nenhum deslocamento do material.



Figura 1 - Simulação de galerias para granito e carvão.

Simulação de galerias com peso de teto :

Foram realizados testes para ver o comportamento de carvão em uma determinada granulometria conhecida, em uma bacia onde foi simulado o confinamento do material pelos pilares sendo adicionada, aos poucos, uma carga na parte de cima para simular o peso do teto. Foram adicionadas cargas de até 45000 g, notando-se deslocamento do teto e do carvão confinado.



Figura 2 - Simulação galerias para carvão com teto.

Câmara de compactação:

Realizou-se um teste de compactação do carvão, que é comprimido dentro de uma câmara até preencher todo o espaço vazio. Assim determinando qual seria a tensão transferida do material para a parede da câmara. A carga vertical aplicada foi de zero até 50 KN.



Figura 3 - Teste de compactação do carvão.

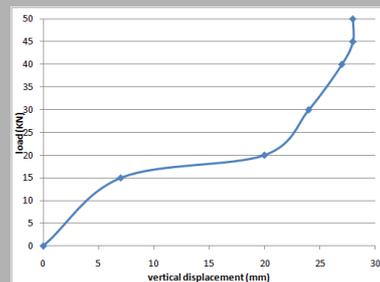


Gráfico 1 - Resultado da câmara de compressão, carga vertical X deslocamento vertical.

Testes de compressão : Material com mistura.

Compressão uniaxial.

Para fazer o teste uniaxial, usou-se 6 tipos de misturas diferentes junto com os rejeitos. As misturas foram preparadas e colocadas em moldes de 200 milímetros de diâmetro. O tempo de cura foi de 28 dias. O teste de compressão foi realizado em uma máquina servo-controlada, com capacidade de 2000 kN e uma taxa de 50 kN / s.

Mixture ID	Waste (R1+R2+R3)	Bottom Ash	Fly Ash	Cement	Lime	Fine Waste
1	75	5	5	15		
2	70	10		10	10	
3	70	12.5		12.5	5	
4	70	20		10		
5	70	20		5	5	
6	70	15		5		10

Tabela 1 - Quantidades usadas em cada mistura.



Figura 3 - Corpos de prova usados no teste uniaxial.

Mixture ID	Strength results (MPa)					Average
1	2.98	2.5	3.42	3.4	3.34	2.77
2	2.27	2.77	2.02	2.82	2.83	2.45
3	0.66	1.25	1.34	1.3	1.16	1.45
4	1.31	1.44	1.21	1.46	1.40	1.80
5	0.98	1.08	0.70			1.94
6	Less than 10kN					

Tabela 2 - Resultados do teste uniaxial.

Compressão triaxial.

Para fazer o teste triaxial usou-se um tipo de mistura junto com os rejeitos. As amostras foram preparadas fazendo a sua extração e serrando-as.

Mixture ID	Waste (R1+R2+R3)	Bottom Ash	Fly Ash	Cement	Lime	Fine Waste
3	70	10		10	10	

Tabela 3 - Quantidades usadas na mistura.



Figura 4 - Corpos de prova usados no teste triaxial.

Amostra	Ensaio de compressão:						σ ₁ (Mpa)	σ ₁ (Mpa) hD-2	Módulo de Young (Mpa)
	Diâmetro (D) (cm)	Altura (h) (cm)	Razão (h/D)	Tempo (s)	Razão	σ ₂ (Mpa)			
11	55.65	103.2	1.85	93.9	0.194	2.50	18.26	18.08	1.472864
10	55.64	115.26	2.07	196.1	0.122	6.00	23.92	24.02	4.296112
7	55.59	120.46	2.17	147.6	0.164	7.50	24.23	24.46	4.414733
Média							22.13	22.19	3.39
Variancia							11.30	12.71	2.773232
Dev-padrão							3.36	3.57	1.665302

Tabela 4 - Resultados do teste triaxial.

CONCLUSÃO:

Realizando-se o processo de rockfill, a resistência ocorre com a compactação do material dentro da galeria. Somente após a compactação é que vai haver transferência de carga do material para o pilar.

Já no backfill, percebe-se que, em função da mistura usada, ocorre a compactação do material e a transferência de carga do material para parede se dá logo após a cura da mistura.