

III-309 – DISPOSIÇÃO DE REJEITO DESAGUADO EM PILHAS

Giovane Calixto Resende ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade Santa Rita - FASAR. Técnico de Planejamento e Geologia II da CSN Mineração S.A. Pós-graduado nível Especialização em Master Engenharia em Geotecnia pelo IEC/PUC Minas.

Paola Cristina Andrade Paula ⁽²⁾

Pedagoga pela Faculdade Santa Rita - FASAR. Técnica Especialista em Exploração Geológica da CSN Mineração S.A. Pós-graduado nível Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade pelo Centro Universitário UNINTER.

Endereço⁽¹⁾: Rua Carme, 145 – Vale do Sol- Nova Lima - MG - CEP: 34011-138 - Brasil - Tel.: (31) 9 9615-9088 - e-mail: giovanecr@hotmail.com

RESUMO

As atividades mineradoras através do processo de lavra e beneficiamento do minério produzem quantidades significativas de rejeitos, que acabam exercendo certo impacto no meio ambiente e na sociedade. A quantidade dos rejeitos produzidos encontra-se relacionada ao método de lavra empregado e ao teor de ferro encontrado no material explorado. A destinação dos rejeitos do processamento do minério ferro usualmente é realizada em barragens de contenção em superfície, construídas por etapas através de terra compactada, com sucessivos alteamentos realizados. Considerando os últimos acidentes ocorridos com barragens de rejeitos no Estado de Minas Gerais, seu impacto ambiental e aspecto econômico, as mineradoras vêm estudando novas metodologias para a disposição de rejeitos.

Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo realizado na Mineração Casa de Pedra da CSN Minérios S.A, situada na cidade de Congonhas/Minas Gerais, estabelecendo como alternativa a disposição de rejeitos desaguados em forma de pilha, em uma área licenciada ambientalmente para formação de pilhas de rejeitos.

Através deste estudo foi possível perceber o comportamento do rejeito em cada cenário apresentado, e a importância de se realizar uma caracterização tecnológica desse tipo de material para aprimoramento da metodologia de disposição do rejeito desaguado em pilhas.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnia, Mineração, Resíduo.

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos se apresentam como um dos principais responsáveis pelo impacto ambiental na atividade das mineradoras. Desenvolver técnicas alternativas para a disposição de rejeitos de forma sustentável e minimizar seus impactos tem sido um grande desafio diante dos questionamentos da sociedade quanto à utilização de barragens.

O desaguamento dos rejeitos ganhou uma conotação técnica de relevância como incremento de segurança nos sistemas de disposição de rejeitos, justificado pelos últimos acidentes ocorridos com barragens no estado de Minas Gerais.

Desta forma a disposição em pilhas tornou-se uma alternativa, visando proporcionar melhores condições geotécnicas e otimização das áreas ocupadas. Entende-se que a estrutura formada com os rejeitos desaguados e ou filtrados, dispostos na forma de pilha, apresenta um menor dano potencial associado em caso de falhas, quando comparado a uma barragem.

Dentro desse contexto, a disposição dos rejeitos através de pilhas tornou-se uma alternativa, com a finalidade de proporcionar melhores condições geotécnicas e a otimização das áreas ocupadas. Assim, observa-se que estrutura produzida através de rejeitos desaguados e/ou filtrados dispostos em forma de pilhas, vem apresentando um menor dano potencial ao meio ambiente, quando comparado ao impacto de uma barragem de rejeitos, levando em consideração as mesmas proporções de massa e a mesma localização das estruturas.

Nesse cenário a CSN Minérios S.A, estabeleceu como alternativa a disposição de rejeitos desaguados e ou filtrados em forma de pilha, em uma área licenciada ambientalmente para formação das pilhas de rejeitos.

O presente trabalho contém estudos realizados na Mineração Casa de Pedra, em Congonhas/Minas Gerais, através da utilização dos rejeitos depositados no reservatório à montante da barragem, onde os mesmos foram escavados, transportados, espalhados e compactados na área denominada Pilha do Fraile 1, situadas no lado oeste do reservatório da barragem Casa de Pedra, sobre o terreno natural. Os estudos tiveram início em julho de 2018, através de testes visando métodos de disposição de rejeitos realizados em 05 (cinco) cenários denominados em áreas: A, B, C, D e E no setor 01 da pilha do Fraile 1.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da CSN Minérios S.A na unidade de Congonhas- MG.

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos testes de empilhamento de rejeito visando correlacionar o tempo de secagem e a capacidade de disposição por área e um maior controle na segurança geotécnica da pilha, vivenciando arranjos diferentes de disposição para otimiza-las em áreas antropizadas e licenciadas anteriormente.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pilha de rejeito do Fraile 1 recebe os rejeitos provenientes das áreas de desassoreamento a montante do reservatório da Barragem Casa de Pedra, denominadas ponto 03, 04 e 05. O rejeito utilizado para o referido teste foi removido do desassoreamento do ponto 03 e 05 conforme apresentado na Figura 1:



Figura 1: Vista dos pontos 3, 4 e 5.

O teste foi dividido em cinco cenários denominados área A, B, C, D e E, através de arranjos distintos de disposição conforme apresentado na Figura 2, onde foram avaliados quais cenários atingiram a umidade e compactação desejada em menor tempo, proporcionando segurança no âmbito operacional e geotécnico.



Figura 2: Vista dos cinco cenários de disposição na área do teste.

O rejeito utilizado para o teste apresentou a classificação de silte areno argiloso marrom escuro nas seguintes porcentagens: argila 6%, silte 71%, areia 23% e pedregulho 0%.

Com o objetivo de estabelecer acompanhamento e maior assertividade, foram realizados ensaios de umidade geotécnica, ensaios de compactação, análise granulométrica por peneiramento/sedimentação e massa específica real dos grãos do material, além de acompanhamento visual realizado diariamente.

Para a conclusão dos resultados obtidos foi necessário a elaboração de uma curva de tendência, onde foram desconsiderados os períodos chuvosos para os métodos utilizados nas áreas B, C, D e E, realizando assim, uma média de perda de umidade.

Os arranjos de disposição nos cinco cenários procederam da seguinte maneira:

Área A: o rejeito foi transportado através de um caminhão basculante, sendo posteriormente despejado e espalhado com a ajuda de um trator de esteira, respeitando mínimo possível de movimentação do material até que se formasse uma camada média de 30 centímetros de espessura;

Área B: o rejeito foi transportado através de um caminhão basculante, sendo em seguida espalhado com a ajuda de um trator, realizando o procedimento de esteiramento no sentido transversal e horizontal duas vezes ao dia até que fosse formada uma camada média de 30 centímetros de espessura;

Área C: o rejeito foi transportado através de um caminhão basculante em forma de monte sem espaço entre as viagens e somente após atingir o resultado no ensaio de umidade de 15%, iniciou-se o procedimento de esteiramento com o trator, formando uma camada de aproximadamente de 50 centímetros de espessura;

Área D: o rejeito foi transportado através de um caminhão basculante em forma de monte com espaçamento médio entre eles de 1 metro e somente após atingir o resultado no ensaio de umidade de 15% iniciou-se o

procedimento de esteiramento com o trator, formando uma camada de aproximadamente de 30 centímetros de espessura;

Área E: a disposição de rejeito ocorreu em forma de monte com espaçamento médio de 1 metro entre as viagens e ao atingir o resultado no ensaio de umidade de 18% foi construído um cone de aproximadamente 40 metros de circunferência, objetivando o aceleração do desaguamento. Após o ensaio de umidade ter apresentado o resultado de 14,9%, iniciou-se o esteiramento do material atingindo uma camada de 30 centímetros de espessura.

RESULTADOS OBTIDOS

O ensaio de umidade geotécnica apresenta-se de forma essencial e determinante na previsão do comportamento dos solos. Assim, foram realizadas coletas para o ensaio de umidade em um horário específico pela manhã de segunda à sexta-feira em todos os cenários, onde foram consideradas 6 (seis) praças com amostras subdivididas no espaçamento de 7 (sete) metros, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3: Acompanhamento de coleta para ensaio de umidade.

Nos cenários A e B onde as viagens foram espalhadas, a coleta da amostra ocorreu antes do esteiramento. A profundidade da coleta de umidade foi de 15 centímetros de espessura, vindo atingir o núcleo da camada. Já para os cenários C, D e E a amostra foi coletada na profundidade de 50 centímetros atingindo o núcleo do monte. Considerando que todas as áreas e pontos de coleta de umidade foram identificados com o intuito de referenciar e padronizar a coleta.

Neste sentido, torna-se importante ressaltar que os processos aqui expostos e analisados apresentam resultados de observação de campo e acompanhamento de Ensaios de Umidade e Grau de Compactação com relação ao teste de disposição de rejeitos da pilha. O Ensaio de Grau de Compactação (Método HILF) realizado em todas as áreas, apresenta-se como um processo no qual visa melhorar as propriedades do solo garantindo certa homogeneidade, procedendo-se a eliminação do ar, conforme demonstrado na Figura 4:



Figura 4: Acompanhamento do ensaio de compactação.

O acompanhamento do teste foi realizado através do Ensaio de Compactação, antes da disposição de rejeito (considerado como compactação de base), com o intuito de verificar o grau de compactação especificado no projeto ($GC \geq 95\%$) e ao atingir a umidade ótima (15%) para liberação da camada. Para a coleta de amostra foi realizado a amostragem de um cilindro no centro de cada cenário.

Assim, através dos resultados obtidos se tornou possível a elaboração da Tabela 1, onde foram listados todos os cenários avaliados, visando a menor área e a maior capacidade de disposição dos rejeitos considerando seu tempo mínimo de secagem, segurança geotécnica e operacional da pilha e o número de viagens, que não tiveram interferência de condições de acesso (chuva), pois nos períodos chuvosos não foi possível a realização das coletas.

Tabela 1: Ocupação pilha Fraile 1

Cenários	A	B	C	D	E
Tempo de secagem (dias)	14 dias	11 dias	19 dias	28 dias	15 dias
Taxa de basculamento (m^3/m^2)	0,31	0,32	0,96	0,38	0,42
Número de Viagens	21	21	67	24	26
Área Total	900 m^2	900 m^2	900 m^2	900 m^2	900 m^2
Dias/mês	31 dias	31 dias	31 dias	31 dias	31 dias
Ciclos	2,21	2,82	1,63	1,11	2,07
Capacidade de disposição (mês)	618 $m^3/mês$	812 $m^3/mês$	1.410 $m^3/mês$	379 $m^3/mês$	781 $m^3/mês$

Na sequência são apresentadas as análises dos resultados dos cenários A, B, C, D e E conforme ilustrados na Tabela 1.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No cenário A foram dispostas 542 toneladas de rejeito. Considerando a densidade $2 t/m^3$, apresentando volume total de $271m^3$. Em uma área de $1m^2$ foram basculados cerca de $0,31m^3$ de material, formando uma camada de 30 centímetros de espessura em média. O tempo de secagem do rejeito ensaiado neste cenário foi de 14 dias.

A disposição apresentada no cenário A, permite um maior controle da espessura da camada, proporcionando maior segurança para operação ao realizar o esteiramento com o trator e basculamento das viagens, diminuindo o risco de atolamento e tombamento de equipamentos. Ainda se tem como principal vantagem um melhor controle do grau de compactação das camadas bem como sua umidade.

No cenário B foram dispostas 599 toneladas, considerando a densidade $2 t/m^3$, apresentando um volume total de $299m^3$, ocupando $0,31m^3/m^2$. O tempo de secagem do rejeito ensaiado foi de 11 dias, analisando a linha de tendência no período seco.

A disposição do rejeito apresentada no cenário B, torna possível um maior controle geotécnico, proporcionando maior segurança para operação ao realizar o esteiramento com trator (considerando que neste cenário foi realizado o esteiramento duas vezes ao dia), visando à homogeneização do material e assim aceleração da perda de umidade.

No cenário C foram dispostas 1843 toneladas, considerando a densidade 2 t/m^3 , apresentando volume total de 921 m^3 , ocupando $0,95 \text{ m}^3/\text{m}^2$. O tempo de secagem do rejeito ensaiado foi de 19 dias, analisando a linha de tendência no período seco.

A disposição do rejeito desta forma permite um controle menor devido à espessura da camada (aproximadamente 50 centímetros), aumentando o tempo para o desaguamento do rejeito, proporcionando menor segurança operacional, aumentando o risco de atolamento e tombamento dos equipamentos.

No cenário D foram dispostas 675 toneladas, considerando a densidade 2 t/m^3 , apresentando volume total de 337 m^3 . O tempo de secagem do rejeito ensaiado foi de 28 dias, analisando a linha de tendência no período seco.

A disposição do rejeito desta maneira apresenta maior controle da espessura da camada, considerando que existe um espaçamento de 1 metro entre as viagens dispostas com o intuito de facilitar a drenagem dos montes. A camada formada foi de 30 centímetros de espessura, proporcionando assim, maior segurança operacional, diminuindo o risco de atolamento e tombamento de equipamentos.

No cenário E foram dispostas 747 toneladas, considerando a densidade de 2 t/m^3 , apresentando volume total de 373 m^3 . O tempo de secagem do rejeito ensaiado foi de 15 dias, analisando a linha de tendência no período seco.

A disposição do rejeito neste cenário, permite maior controle da espessura da camada, visto que existe um espaçamento de 1 metro entre as viagens dispostas com o objetivo de facilitar a drenagem dos montes, formando no final uma camada de 30 centímetros, proporcionando maior segurança operacional, diminuindo o risco de atolamento e tombamento de equipamentos.

CONCLUSÕES

No presente trabalho foi apresentado uma metodologia alternativa de disposição de rejeitos no processamento de minério de ferro, que atualmente são descartados em barragens de contenção em superfície.

Esta pesquisa demonstrou um estudo de caso sobre a disposição de rejeito da Pilha do Fraile 1 no setor 1, situado na unidade Casa de Pedra da CSN Mineração S.A, considerando a importância do controle geotécnico na fase de formação da pilha de rejeito.

Considerando o maior controle geotécnico e segurança operacional, relacionando a experiência e as condições para empilhamento de rejeito, realizando uma comparação das condições reais e simulando ausência de chuva, os métodos utilizados nas áreas A e B apresentaram melhores resultados.

O método utilizado na área C permite maior produção (volume/área), porém apresenta menor controle geotécnico e segurança operacional.

Os métodos utilizados nas áreas D e E são os menos indicados, avaliando os quesitos de segurança, controle geotécnico e produção, por que não apresentaram resultados significativos.

Através do presente estudo foi possível perceber o comportamento do rejeito em cada cenário apresentado, e a importância de se realizar uma caracterização tecnológica desse tipo de material para aprimoramento da metodologia de disposição do rejeito desaguado em pilhas. Porém, para que seja apresentada uma metodologia alternativa mais definida, tanto da perspectiva técnica, quanto econômica, torna-se necessário um aprofundamento dos aspectos e parâmetros aqui apresentados, servindo de base para futuras pesquisas na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, W.D.S. Sistema de Disposição Compartilhada de Estéreis e Rejeito Desaguado da Mina de Fernandinho. Ouro Preto, 2017. Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Ouro Preto UFOP, 2017.
2. FIGUEIREDO, M. M. Estudo de metodologias alternativas de disposição de rejeitos para a mineração Casa de Pedra–Congonhas/MG. Ouro Preto, 2017. Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Ouro Preto UFOP, 2017.
3. PEIXOTO, C. L. P. Proposta de nova metodologia de desaguamento de rejeitos em polpa. Ouro Preto, 2012. Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Ouro Preto UFOP, 2012.