



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
DISCIPLINA: ENG320 – TRANSPORTE MECÂNICO
Prof. ROBERTO SACRAMENTO

**RELATÓRIO DE EXPERIMENTO SOBRE FLUIDEZ,
ÂNGULO DE REPOUSO E CARACTERÍSTICAS DE
PROJETO LEVANDO EM CONTA AS
CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS SÓLIDOS.**

Alunos: André Sento Sé Barreto
Antônio Galvão
Luiz Fernando Leony
Paulo Burger
Tiago Barreto

SALVADOR
Abril de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENG 320 – TRANSPORTE MECÂNICO

RELATÓRIO DE EXPERIMENTO SOBRE FLUIDEZ, ÂNGULO DE REPOUSO E CARACTERÍSTICAS DE PROJETO LEVANDO EM CONTA AS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS SÓLIDOS.

Autores: André Sento Sé Barreto
Antônio Galvão
Luiz Fernando Leony
Paulo Burger
Tiago Barreto

Natureza: Trabalho da Disciplina ENG320 – Transporte Mecânico.

Instituição: Universidade Federal da Bahia.
Reitora: Dora Leal Rosa

Unidade: Escola Politécnica

Área de concentração: Transportadores de Graneis Sólidos, Estocagem e Características dos Materiais Sólidos.

Salvador
Abril de 2012

DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

No dia 27/03/2012 (terça-feira) às 15h00min foi realizado na sala de aula de ENG320 – Transportes Mecânicos o experimento que o presente texto trata.

A cada equipe foi solicitado trazer para sala de aula um material, para que pudemos analisar suas propriedades a cerca da Estocagem e do Transporte.

O presente grupo (**Equipe 7**) trouxe Gesso em Pó.

Além do material a ser analisado, nos foi solicitado também trazer;

-Folhas de Jornal (com finalidade de revestir a bancada, para dar piso comum aos materiais e para manter a sala limpa durante o experimento).

-Recipiente de Plástico (com o objetivo de conter o material, feito de garrafa pet de 2 litros de refrigerante).

-Régua de 30cm (utilizada para coletar as medidas).

-Calculadora (utilizada para calcular o ângulo de repouso e a variação percentual).

A garrafa pet seccionada em cima e em baixo, foi apoiada sobre a bancada revestida de jornal. Os materiais foram despejados no recipiente, um aluno de cada equipe ergueu o recipiente e o material se depositou em forma de pilha.

Foram feitas observações sobre o formato das pilhas e como cada material escoou, medidas foram tomadas da altura e do diâmetro dos cones.

Foram feitos os cálculos do ângulo de repouso estático para cada material e em seguida provocamos uma vibração na mesa (simulação de vibração durante o transporte), para agora então calcularmos o ângulo de repouso dinâmico. Analisamos a variação líquida e percentual de um para o outro, montamos uma tabela com os dados dos materiais e foram feitos questionamentos que estão respondidos no presente texto.

PROBLEMAS PROPOSTOS PELO PROFESSOR, BASEADOS NA ANÁLISE EXPERIMENTAL E QUESTIONAMENTOS EM SALA DE AULA.

1- Qual a importância da quantidade de material armazenado ou transportado para a fluidez?

No exemplo do gesso em pó, pudemos perceber que devido à quantidade no reservatório do experimento o peso próprio da coluna de gesso causou compactação e então para partículas menores a quantidade pode causar esse efeito.

No caso da batata inglesa, pudemos perceber que devido à geometria pequenas quantidades desse material tendem a formar baixos ângulos de

repouso, se aumentar a quantidade de material, podemos ter uma pilha com maiores ângulos de repouso, mas estas são altamente instáveis como verificado no experimento após a vibração na bancada. (maior variação percentual no ângulo de repouso estático para o dinâmico em comparação com os outros)

Podemos então concluir que a quantidade é um parâmetro que influencia no transporte e na armazenagem, pode então apresentar efeitos diversos a depender do material com qual estamos trabalhando.

2- Qual foi o formato da pilha e o que se pode dizer a respeito da fluidez baseado nos formatos de pilha?

A maioria dos materiais formou uma pilha cônica, exceto o bagaço de cana que formou uma pilha bastante diferente das demais.

Pilhas com maior ângulo de repouso nos conduziram a concluir que são compostas por materiais com fluidez reduzida em comparação as pilhas com pequeno ângulo de repouso. (exceto no caso do gesso, onde se pode verificar que o mesmo tem uma boa fluidez, mas a mesma é bastante afetada pela compressão da coluna de gesso, pelo peso próprio ou outras interações).

3- Que outras propriedades ou características do material influenciam na fluidez?

Tamanho dos grãos, formato dos grãos, coeficiente de atrito grão-grão e coeficiente de atrito grão-solo, capacidade de absorção de umidade do ar.

4- No âmbito do formato da pilha a que se deve a diferença entre o gesso e a areia se ambos possuem granulometria semelhante?

Os ângulos de repouso estático e dinâmico são muito parecidos para a areia e para o gesso, entretanto ao se observar a pilha, pudemos perceber que a pilha de areia é muito mais cônica e a de gesso possui base compactada.

O gesso em pó é formado do mineral gipsita, um composto basicamente de sulfato de cálcio hidratado, quando a gipsita é esmagada e calcinada é formado então o gesso, que misturada com água endurece rapidamente.

A areia é um material mineral formado basicamente de dióxido de silício, forma-se pela erosão das rochas através da ação do vento e água. Os grãos possuem diversas formas e podemos encontrar vários tipos de areias.

A diferença está no formato do grão, muito mais heterogêneo na areia e na interação com o vapor de água na atmosfera.

5- Quais fatores são representativos para que o ângulo de repouso estático da batata seja não nulo?

Atrito com o material do solo onde a batata está repousada, ele pode causar menos afastamento entre as batatas quando o material é derramado para formar a pilha, causando sobreposição. Formato, quanto menos esférica forem as batatas melhor a possibilidade de distribuir os esforços de forma a equilibrar a pilha, sendo geralmente um equilíbrio com muita instabilidade.

6- Analisar diferenças e possíveis motivos para as mesmas entre os materiais analisados no experimento.

Pudemos perceber que a dureza dos materiais diminuí a fluidez, como no caso da brita e da areia, se diminuirmos a granulometria favorecemos a fluidez no caso de matérias com a mesma dureza aproximada, como no caso do granito e o cascalho. Caso as partículas sejam de granulometria maior, quanto mais próximo da esfericidade maior é a sua fluidez e a instabilidade da pilha, como no caso da batata inglesa.

Caso a pilha seja formada por um material com formato muito diferente do esférico, como no caso das lascas de bagaço de cana. A previsão do seu comportamento é mais difícil e anômalo com relação aos demais.

Outras propriedades como Higroscopia, estabilidade química e outras devem ser levadas em consideração. Como no caso do gesso em pó e de materiais orgânicos que podem degradar e ter propriedades alteradas.

7- Qual o comportamento quanto à fluidez, de todos os materiais analisados, para aplicações de TCG's a céu aberto?

Antes de qualquer análise precisamos caracterizar a atmosfera a céu aberto, após isso, precisamos ver como cada material se comporta naquelas condições.

De forma geral, alguns materiais que possuem maior afinidade com água precisam ser cobertos ou às vezes aquecidos, pois podem mudar de constituição química em contato com a umidade atmosférica, a umidade pode tornar menos fluida o material e pode ser também exclusivamente uma carga a mais para ser transportada sem necessidade (estariamos utilizando parte da potencia de nosso transportador para transportar efetivamente água).

Dentre eles temos o gesso, a areia, o cascalho e a farinha de milho.

Outros materiais em contato com o ambiente podem ser degradados por bactérias e fungos ou podem oxidar e alterar algumas de suas propriedades que irão prejudicar o material e provavelmente alterar sua fluidez.

Dentre eles temos brita, cascalho, milho integral, farinha de milho, bagaço de cana e batata inglesa.

8- Quais os códigos dos materiais estudados no experimento?

Brita – D26

(Existem vários tipos de brita, rocha mecanicamente processada, entretanto no caso da apresentada em sala de aula a brita usada em construção, pedra britada).

Cascalho – B28L

Milho Integral – C35N

Arroz – B15

(Esse material não foi analisado em sala de aula, mas para fins de análise supomos que o mesmo seria arroz descascado, comumente consumido na maioria das residências e restaurantes, ao invés do arroz com casca B25M).

Farinha de Milho – A45PN

(Escolhemos, Farinha A45PN, ao invés de Milho descascado e grosseiramente moído C35, pois a farinha de milho não é grosseiramente moída ela é bastante fina, é contaminável, pode estragar e prejudicar o seu uso, e possui poeira explosiva, sendo assim justificada a nossa seleção.)

Areia – B37

Gesso em Pó – A36Y

Bagaço de Cana – E45Y

Batata Inglesa – D45

(Não encontramos referências a batata inglesa, mas como recomendado usamos do bom senso e aproximamos o comportamento da batata inglesa para um material familiar, no caso então a beterraba inteira).

9- Quais os impactos no projeto de TCG's com esses materiais?

Além da preocupação tradicional com a granulometria, a fluidez e a abrasividade nós iremos nos concentrar também nas características secundárias dos materiais, que são no caso dos exemplos citados em sala de aula.

Muito poeirento (cascalho)

A poeira pode comprometer a saúde dos trabalhadores e pode comprometer os elementos das máquinas, o engenheiro então precisa projetar um sistema que isole a poeira do meio ou então isole os trabalhadores e o maquinário ou então ambos, escolhendo a solução mais eficiente usando os princípios da boa engenharia.

Contem poeira explosiva (milho integral, farinha de milho)

Alguns materiais como o milho liberam um pó que em suspensão pode causar explosões se houver ignição, para evitar a explosão precisamos mitigar um dos três elementos do triângulo do fogo, o combustível, o comburente (ar) e a

energia de ativação da reação (ignição). Sendo assim o projeto do engenheiro visa mitigar a formação do triângulo, reduzindo a poeira em suspensão, isolando ela do meio, não permitindo que o meio produza energia para a ignição, retirando o ar do meio, as possibilidades são diversas e as condições de trabalho e outras necessidades impostas ao projeto irão determinar o que será feito.

Muito leve e fofo – pode ser carregado pelo vento (Gesso em pó, Bagaço de Cana)

O transportador precisa ser isolado no transporte ou então a armazenagem do material precisa ser protegida, pode-se atuar também mitigando os ventos que podem escoar na região. Como anteriormente, as tecnologias e soluções empregadas irão depender do bom senso e das boas praticas de engenharia.

IMAGENS DO EXPERIMENTO



Materiais analisados durante o experimento

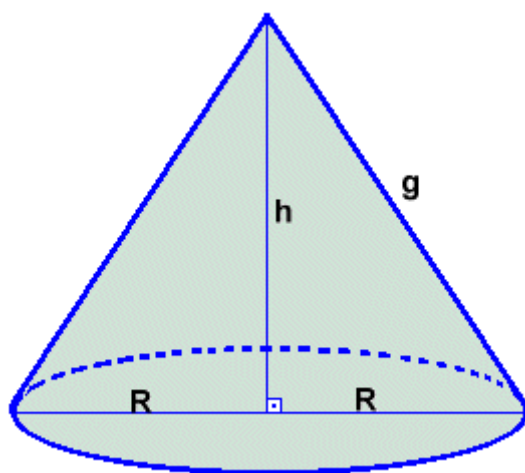


Professor esclarecendo algumas dúvidas a cerca do experimento

DADOS EXPERIMENTAIS

	ARE(°)	ARD(°)	DIF(°)	%
BRITA	35,7	34,7	1	2,8
CASCALHO	32,2	23,3	8,9	27,6
MILHO INTEGRAL	17,7	12,2	5,5	31
ARROZ	-	-	-	-
FARINHA DE MILHO	26,6	24,8	1,8	6,9
AREIA	35,2	28,8	6,4	18,2
GESSO EM PÓ	38,9	29,7	9,2	24
BAGAÇO DE CANA	42	41	1	2,4
BATATA INGLESA	28,4	11,3	17,1	60

FÓRMULAS RELACIONADAS



$$h/(2R) = \operatorname{tg}(\alpha)$$

$$\operatorname{arctg}[h/(2R)] = \alpha ; (\text{ângulo de repouso})$$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Manual de Transportadores de Correias FAÇO, Fábrica de Aço Paulista S.A.