

# ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE ESCOAMENTO DE ARGAMASSAS COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES

Graziela L. Gonzaga<sup>1</sup>, Rodrigo Condotta<sup>2</sup>

Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário da FEI

lisboa.gonzaga@bol.com.br, rcondotta@fei.edu.br

**Resumo:** Com o intuito de estudar os principais elementos que afetam a fluidez e interferem nas propriedades dos materiais pulverulentos, neste trabalho aferiu-se o comportamento das amostras de areia, cimento, calcário e microssilica e as misturas entre elas. Dessa forma foram realizadas análises tanto na condição estática, como na condição dinâmica como o fluxo variável e o cisalhamento.

## 1. Introdução

Sendo a dimensão das partículas uma característica natural do material ou uma característica resultante de um processo prévio de fragmentação, o pó pode ser definido como um conjunto de partículas de origens, estruturas e composições variadas.

Do ponto de vista operacional, o negligenciamento da tecnologia de partículas resulta em perda de produção, má qualidade do produto, risco para a saúde ou até mesmo a explosão. Enquanto que uma compreensão mais apurada do comportamento dos pós pode minimizar estes problemas e melhorar o processo, controle de qualidade e emissões ambientais [1].

Apesar da diversidade e da vasta utilização de sólidos particulados em escala industrial, o estudo do comportamento e escoamento de materiais pulverulentos ainda é limitado pelo fato do uso de matérias-primas baratas, de baixo valor agregado e/ou pela ausência de uma demarcação ou conformidade para descrever tais aspectos [2].

Desta forma, o presente trabalho estudou o comportamento de algumas misturas de 3 componentes comumente utilizada na formulação de argamassas, visto a importância deste produto comercial no segmento da construção civil.

## 2. Metodologia

Foram utilizadas 5 amostras comerciais puras dos constituintes individuais das argamassas, sendo 2 delas os chamados “fillers” (calcário e microssilica), sendo os demais o cimento, areia fina e areia média. A quantidade de areia foi fixada em 55%, 67,5% e 80% em massa, e a quantidade de *filler* na composição de finos (*filler* + cimento) em 5%, 12,5% e 20%, totalizando 18 misturas.

Todas as amostras foram submetidas à análise granulométrica no equipamento Bluewave (Microtrac Inc.) e a testes de estabilidade e fluxo variável (VRF) e cisalhamento no reômetro de pó FT-4 (Freeman).

O teste de estabilidade e fluxo variável consiste em medir a energia dispendida por uma lâmina ao permear o leito do material particulados em diferentes velocidades de rotação, parâmetro correlacionável com potência de misturadores e roscas transportadoras. Já o

teste de cisalhamento, realizados a 6, 9 e 15 Kpa, permitiu a determinação da coesão dos materiais, parâmetro ligado com a dificuldade de escoamento destes materiais na descarga de silos de armazenamento.

## 3. Resultados

Inicialmente caracterizou-se os materiais granulares puros. A curva de distribuição de tamanho das partículas permitiu a determinação do médio tamanho volumétrico e do tamanho referente a 50% da distribuição, apresentados na Tabela 1, bem como a coesão estimada a partir do teste de cisalhamento para 6kPa de consolidação.

Tabela 1 – Propriedades das amostras puras.

Material	D <sub>v</sub> (d <sub>[4,3]</sub> )	D <sub>50%</sub>	Coesão (6kPa)
Calcário	4,05	3,06	1,59
Microssilica	25,24	14,06	0,22
Areia Fina	170	146	0,17
Areia Média	436	424	0,34
Cimento	17,17	15,12	0,66

Posteriormente, fez-se a avaliação das misturas em relação aos testes dinâmicos de estabilidade e fluxo variável e cisalhamento. Os resultados para as misturas contendo *filler* calcário e microssilica estão apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

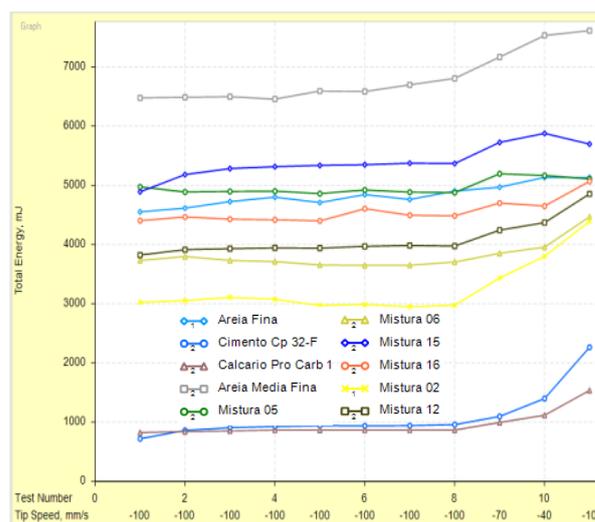


Figura 1 – Teste de estabilidade e fluxo variável para misturas contendo como *filler* o calcário.

A partir deste teste foi possível notar que quando se aumenta o teor de *filler*, mas se conserva o teor de areia, a mistura necessita de uma menor energia de fluxo. Nota-se também, que as misturas que possuem areia fina, independente do teor de *filler*, necessitam de uma

menor energia de fluxo. Isso ocorre, pois essas misturas apresentam aspecto coesivo, com tendência a formação de aglomerados com ar no seu interior, fazendo com que estes materiais apresentem menor resistência à lâmina, já que o ar não oferece nenhuma resistência ao movimento da mesma.

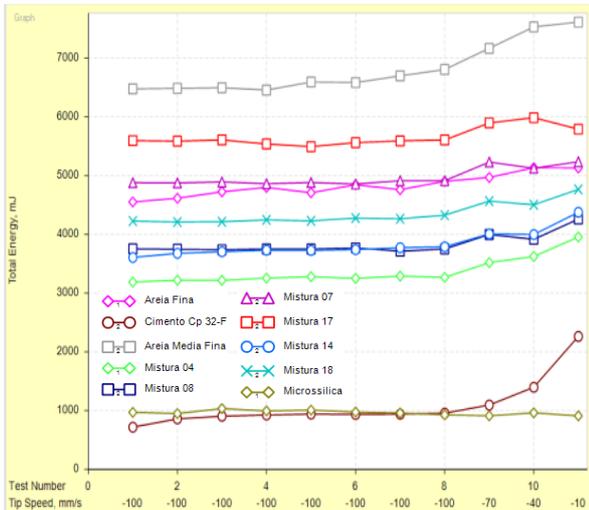


Figura 2 – Teste de estabilidade e fluxo variável para misturas contendo como *filler* a microssilica.

Comparando-se os gráficos das Figuras 1 e 2, percebe-se que ao mudar apenas o tipo de *filler*, mas não o seu teor na mistura, como é o caso das misturas 5 e 7, não há mudança significativa na energia de fluxo. É válido notar também que a mistura 14, que possui o mesmo teor de *filler* da mistura 8, porém com diferente teor e tipo de areia, possui a mesma energia de fluxo da mesma.

Tais constatações indicam que o teor de *filler* é o grande influenciador na mudança do valor de energia de fluxo necessário para movimentar a lâmina através das misturas, e não o teor e tipo de areia numa mistura de argamassa dentro das condições estudadas.

Desta forma, foram realizados testes de cisalhamento para estas misturas com resultados mais interessantes, cujo resultado é apresentado na Figura 3.

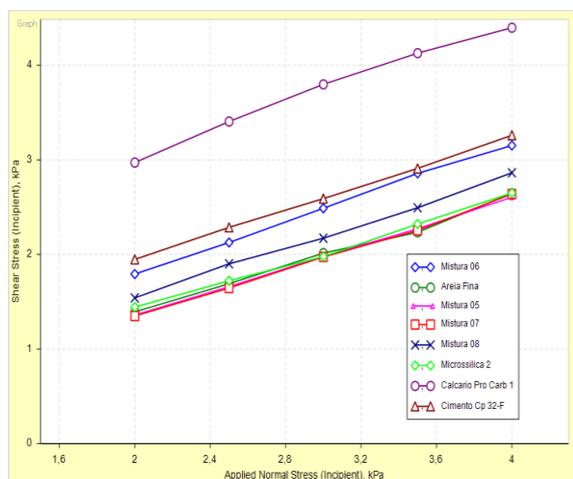


Figura 3 – Teste de cisalhamento à 6 kPa para misturas 5, 7, 6, 8 e seus respectivos componentes puros.

A partir deste gráfico foi possível determinar a coesão das misturas, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição das misturas e seus respectivos valores de coesão.

Material	%Finos	Tipo Filler	% Filler nos Finos	Coesão (6kPa)
Mistura 05	20%	Calc.	5%	0,11
Mistura 06	20%	Calc.	20%	0,42
Mistura 07	20%	Sil.	5%	0,06
Mistura 08	20%	Sil.	20%	0,25

Através deste ensaio foi possível notar que quanto maior o teor de *filler* na mistura, maior é o valor de coesão da mesma. Sendo um material mais coesivo a energia necessária para movimentar a lâmina através da mistura é menor por conta da grande quantidade de poros em seu interior, mas prejudica o seu transporte sob ação da gravidade (descarregamento do material): aumenta a coesão.

Nota-se também que a mistura 7 possui menor valor de coesão, apesar de apresentar o mesmo teor baixo de *filler* que a mistura 5. Entretanto, tal comportamento se inverte para teores superiores. Possivelmente, isto se deve ao fato de que o calcário é um material de menor granulometria e que, em pequenas quantidades, acaba permanecendo no interior dos poros intersticiais da mistura, não desenvolvendo interações importantes na mistura. Já em teores superiores de calcário a coesão já se torna mais pronunciável.

#### 4. Conclusões

Misturas do mesmo tipo de *filler*, mas com maior teor do mesmo e independente do tipo de areia empregada, mostraram a necessidade de menor energia de fluxo no ensaio de estabilidade e fluxo variável. Entretanto, estes mesmos materiais apresentam os maiores valores de coesão conforme apontado nos ensaios de cisalhamento.

Além disso, o *filler* é o grande influenciador do comportamento desenvolvido pelas argamassas comerciais. Um exemplo pode ser observado na Figura 2, através do perfil das misturas 14 e 8, onde foi possível se obter misturas de comportamento idêntico utilizando diferentes teores de tipo de constituintes, assegurando que garantindo as mesmas condições do processo podem ser aplicadas para diferentes produtos.

#### 5. Referências

- [1] RHODES, M. **Introduction to particle technology**. 2ª ed.; John Wiley & Sons Ltd. 2008.
- [2] CAMPOS, M. **Análise da escoabilidade de pós**. Dissertação de Pós-Graduação, São Carlos, 2012.

#### Agradecimentos

Ao Centro Universitário da FEI pela oportunidade de aprendizado e ao meu orientador por todo o suporte e ajuda.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI – PIBIC 174/16.