



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA**

**Tipos de segregação de partículas e  
soluções para os problemas mais  
comuns**



**JENIKE**  
& JOHANSON  
SCIENCE ENGINEERING DESIGN




**JENIKE**  
& JOHANSON  
SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

1

**Mecanismos de Segregação**

- ▶ Percolação (*Sifting*)
- ▶ Deslizamento sobre um superfície
- ▶ Arraste pelo ar (fluidização)
- ▶ Arraste pelas partículas (geração de pó)
- ▶ Efeitos dinâmicos




**JENIKE**  
& JOHANSON  
SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

2

## Modos mais comuns de segregação

The diagram shows three hopper configurations illustrating segregation mechanisms:

- Sifting:** Shows coarse particles (red) settling at the bottom and fines (black) remaining on top.
- Fluidization:** Shows coarse particles (red) settling at the bottom and fines (black) rising to the top.
- Dusting:** Shows dust (black) rising to the top and coarse particles (red) remaining at the bottom.


**JENIKE**  
 & JOHANSON SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

3

## Mecanismos de Segregação

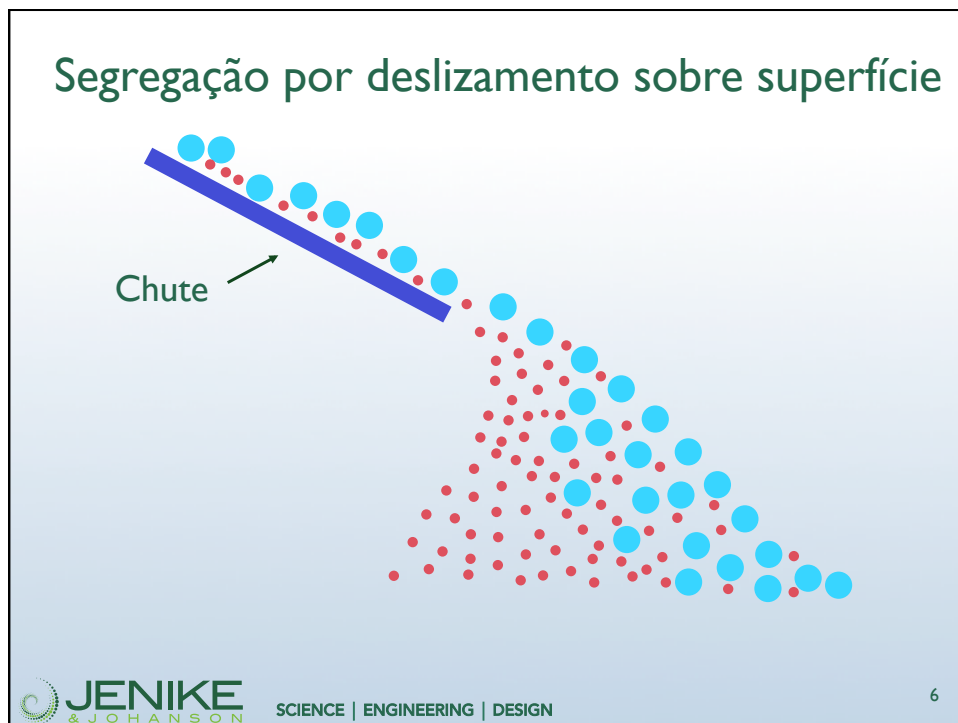
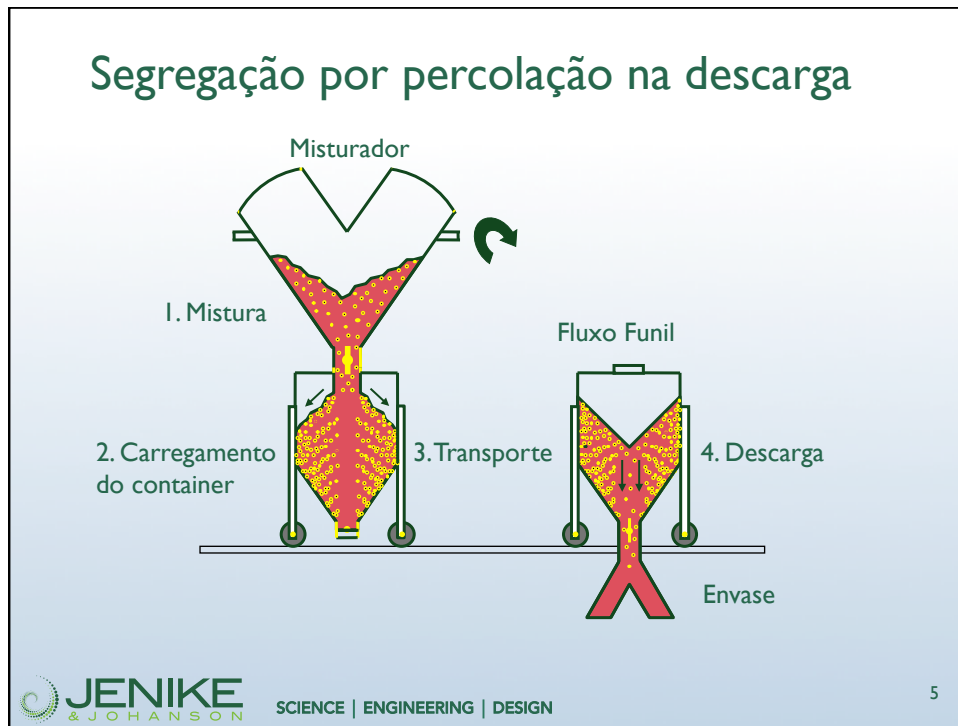
- ▶ **Percolação (*Sifting*)**
  - ▶ **Requer:**
    - ▶ Diferença de tamanho de partículas
    - ▶ “Grandes” Partículas
    - ▶ Material de fluxo livre
    - ▶ Movimento entre partículas



Ver: Williams, J.: "The Segregation of Particulate Materials: A Review", Powder Technology Vol. 15, 1976.


**JENIKE**  
 & JOHANSON SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

4



## Segregação por deslizamento sobre superfície



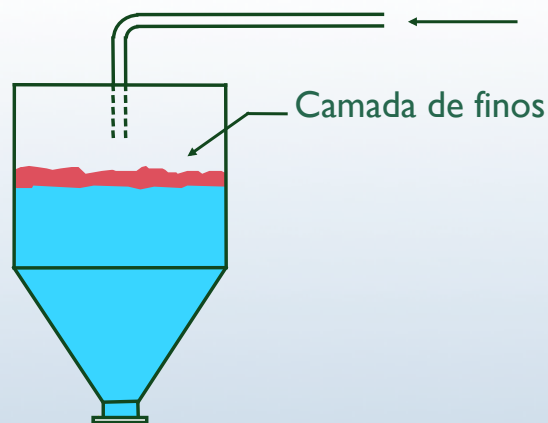
## Mecanismos de Segregação

- ▶ Percolação (*Sifting*)
- ▶ Deslizamento sobre uma superfície
- ▶ **Arraste pelo ar (fluidização)**

## Mecanismos de Segregação

- ▶ Arraste pelo ar (fluidização)
  - ▶ Requer:
    - ▶ Partículas finas
    - ▶ Excesso de ar entre partículas

## Segregação por Fluidização



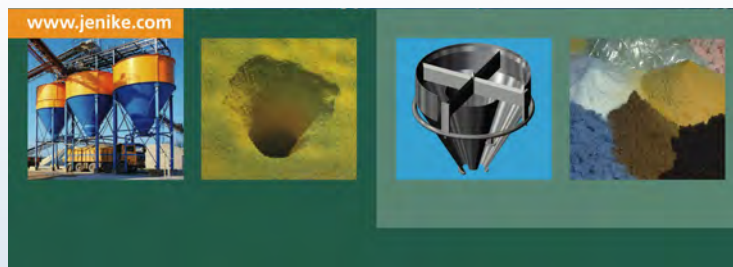
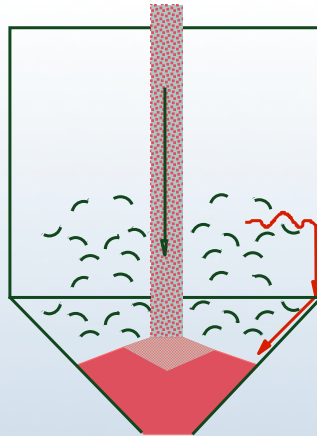
## Mecanismos de Segregação

- ▶ Percolação (*Sifting*)
- ▶ Deslizamento sobre uma superfície
- ▶ Arraste pelo ar (fluidização)
- ▶ **Arraste pelas partículas (geração de pó)**

## Mecanismos de Segregação

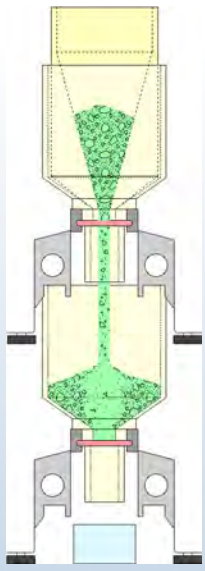
- ▶ **Arraste pelas partículas (geração de pó)**
  - ▶ Requer:
    - ▶ Partículas em suspensão
    - ▶ Diferentes velocidades de acomodação
    - ▶ Correntes de ar

## Segregação por Geração de Pó



## Testes de Tendência a Segregação

### Teste de Segregação por Percolação



**ASTM D6940**

Início      Meio      Fim

Ref.: <http://jenike.com/bulkmaterialtesting/segregation/>

**JENIKE & JOHANSON** SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN 15

### Teste de Segregação por Fluidização



**ASTM D6941**

Topo      Meio      Fundo

Ref.: <http://jenike.com/bulkmaterialtesting/segregation/>

**JENIKE & JOHANSON** SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN 16





[www.jenike.com](http://www.jenike.com)

## Soluções para Segregação

**JENIKE**  
& JOHANSON SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

17

## Soluções para Segregação - Estratégias

1. Modificar o material
2. Modificar o processo
3. Modificar o equipamento

**JENIKE**  
& JOHANSON SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

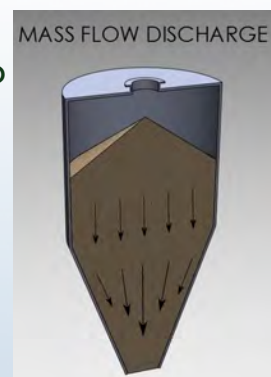
18

## O que fazer?

- ▶ **Modificar o material**
  - ▶ Aumentar a coesividade
  - ▶ Alterar a distribuição granulométrica
  - ▶ Granulação
    - ▶ Compactação, spray drying, aglomeração, FBD

## O que fazer?

- ▶ **Modificar o material**
- ▶ **Modificar o processo/equipamento**
  - ▶ Misturar quando necessário
  - ▶ Usar fluxo mássico
  - ▶ Usar BINSERT®
  - ▶ Saída no eixo central do cilindro
  - ▶ Permitir vent



### Anti-Segregação BINSERT®

Trecho vertical

Velocidade uniforme

Cone fluxo mássico

**JENIKE**  
& JOHANSON

SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

21

### Saída alinhada com eixo central

Evitar

Recomendado

**JENIKE**  
& JOHANSON

SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

22

## Conclusões

- ▶ Mecanismos mais comuns:
  - ▶ Percolação / Fluidização / Geração Pó
- ▶ Fluxo mássico
  - ▶ Reduz/elimina efeitos de percolação ou geração de pó
  - ▶ Piora efeitos de segregação por fluidização
- ▶ Minimizar número de transferências
- ▶ Manter chutes e tremonhas simétricas
- ▶ Usar vent ou evitar fluxo de ar em contra-corrente



**JENIKE**  
& JOHANSON

SCIENCE | ENGINEERING | DESIGN

23



**JENIKE**  
& JOHANSON  
SCIENCE ENGINEERING DESIGN

Rogério Ruiz  
Engenheiro de Projetos  
+55 (19) 3886-1179  
rruiz@jenike.com

Jenike & Johanson

Rua dos Pintassilgos, 76, Vinhedo, São Paulo  
www.jenike.com | info-brasil@jenike.com

24 de Outubro de 2017