

Escolhendo o melhor parâmetro da forma para análises da Morfologia

The inventor of Laser Particle Size Technology

PARTICLE SIZE AND SHAPE ANALYZERS

Introdução

Na literatura, dez parâmetros das partículas possibilitam a caracterização morfológica da partícula. Uma das dificuldades nas análises morfológicas reside na troca do parâmetro da forma na maior parte da natureza das partículas. Os padrões ISO 13322-1 [1] e a USP <776> [2] fornecem várias indicações para as análises morfológicas na maior parte dos tipos das partículas.

Definição dos parâmetros morfológicos

Diâmetros Feret

Diâmetros Feret são as distâncias entre dois paralelos tangentes aos lados opostos da partícula. A representação é definida como diâmetros Feret mínimo e Feret máximo como na figura 1.

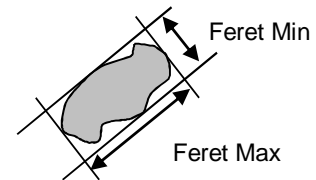


Figura 1: Representação dos Diâmetros Feret mínimo e Feret Máximo

Razão do Aspecto (RA)

A razão do aspecto possibilita a caracterização da forma anisotrópica da partícula, em outras palavras, o comprimento prolongado. Isto é definido pela razão dos diâmetros Feret mínimo e máximo.

$$RA = \frac{\text{Feret Min}}{\text{Feret Max}}$$

Fator de Compactação (FC)

O fator de compactação reflete a razão entre a superfície da partícula e a superfície do menor retângulo que pode conter esta.

$$\text{Fator de Compactação} = \frac{A}{W \times H}$$

Onde A é a superfície da partícula, W e H a largura e o comprimento do menor retângulo contendo a partícula (Figura 2).

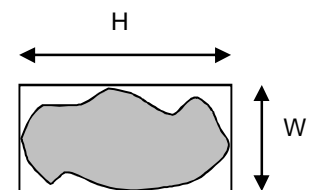


Figura 2: Característica do comprimento do menor retângulo contendo a partícula.

Esfericidade

O parâmetro da esfericidade destaca a diferença entre a forma da partícula comparada a uma partícula esférica (Figura 3).

$$\text{Esfericidade} = \frac{R_{\text{inscrito}}}{R_{\text{circunscrito}}}$$

onde $R_{\text{circunscrito}}$ é o raio do círculo circunscrito, e R_{inscrito} é o raio do círculo inscrito

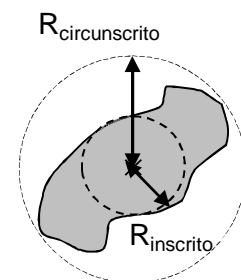


Figura 3: Representação dos raios inscritos e circunscritos

The inventor of Laser Particle Size Technology

PARTICLE SIZE AND SHAPE ANALYZERS

Casos teóricos

Na ordem de caracterizar de um modo simples a maioria das formas das partículas, é possível utilizar 5 tipos de partículas do qual representam todos os tipos de partículas existentes (Figura 4).

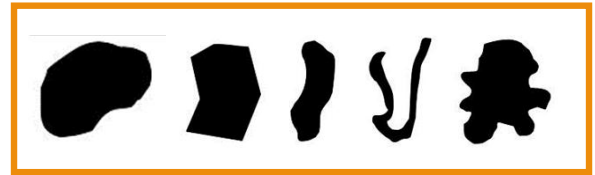


Figura 4: Morfologias principais das partículas

Partículas esféricas

Se a maioria das partículas são esféricas Figura 5, então é necessário usar os parâmetros da esfericidade %sphericity+, o qual reflete a razão entre a superfícies dos círculos inscritos e circunscritos.

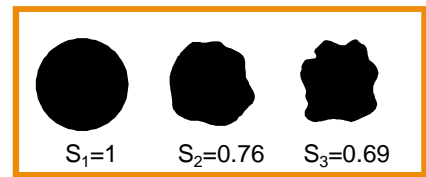


Figura 5: Partículas com tendência esférica

Partículas retangulares

No caso das partículas serem do formato retangular, é necessário usar o fator de solidez %compactness factor + (CF). Este parâmetro destaca a influência da característica cúbica das partículas e a diferença entre a superfície das partículas e a superfície do retângulo (Figura 6).

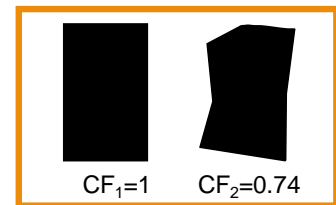


Figura 6: Partículas com tendência retangular

Partículas com forma anisotrópica

Para partículas com formas anisotropicas, em outras palavras, aquelas no qual o comprimento é muito maior do que a largura, os seguintes fatores são os mais relevantes (Figura 7). A razão do aspecto (AR) fornece a informação do alongamento da partícula.

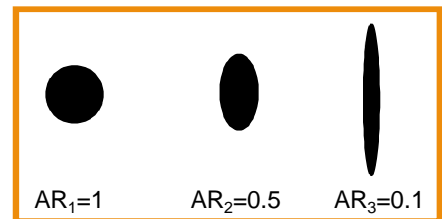


Figura 7: Partículas com forma anisotrópica

Neste caso , os valores do comprimento e largura da fibra podem ser usados para caracterizar os aspectos dimensionais da partícula. O parâmetro da curvatura da fibra (CF) fornece informações adicionais na geometria das partículas e da sua curvatura (Figura 8).

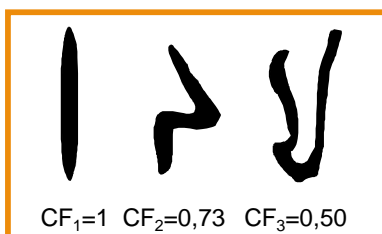


Figura 8: Partículas Curvadas

Partículas que possuem superfícies muito irregulares

Se as partículas possuem uma superfície irregular , utiliza-se o valor da razão de circularidade (CR) (Figura 9).

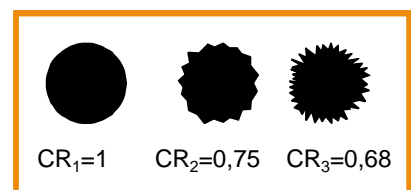


Figura 9: Partículas com superfícies irregulares

Exemplos concretos

Casos de partículas em forma de fibra de aço

Fibras de aço possuem formas de fibras e os comprimentos podem variar (Figura 10). Neste caso a medida dos diâmetros Feret ou as dimensões de um retângulo contendo a partícula (bounding box) não é relevante (Figura 11).

É necessário levar em consideração o comprimento da fibra e também a sua curvatura. Estes parâmetros são muito úteis para caracterizar todos os tipos de materiais fibrosos como fibras poliméricas, cerâmicas e metálicas.



Figura 10: Fibras de aço (4 x ampliação)

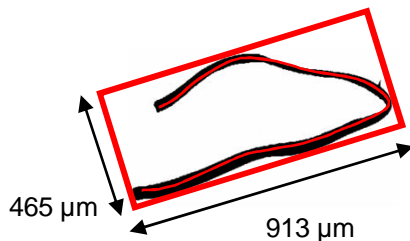


Figura 11: Imagem com fundo ajustado

Dimensão da caixa (Comprimento) = 913 µm
 Dimensão da caixa (Largura) = 465 µm
 Comprimento da fibra = 2004 µm
 Curvatura da Fibra (FC) = 0.48

Caso de partículas de vermiculita

Nestes casos as partículas de vermiculita podem ser caracterizadas pela média de vários parâmetros incluindo a razão de circularidade do qual verifica não somente a rugosidade superficial mas também a razão do aspecto para highlight a forma anisotrópica (Figura 12 e Figura 13).



Figura 12 : Vermiculita (Aumento x4)



Figura 13: Imagem com fundo ajustado

Razão de Circularidade = 0.62
 Razão do Aspecto = 0.63

Caso das partículas de Quartzo

Este tipo de partícula não possui uma característica (Figura 14 e 15) e a escolha de um parâmetro representativo da forma é conseqüentemente a maior dificuldade do que os casos anteriores. O uso de um gráfico mostra a tendência e a visualização de um parâmetro morfológico específico e a avaliação da distribuição das das partículas na média dos valores (Figuras 16 e 17).

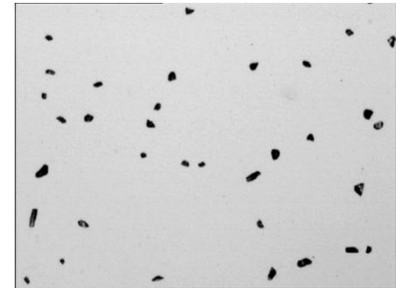


Figura 14: Partículas de Quartzo (x10 ampliação)

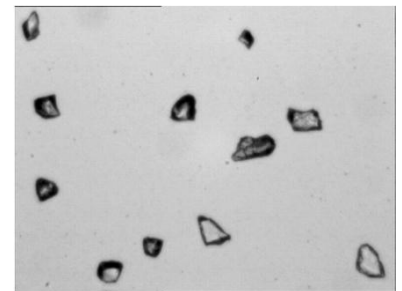


Figura 15: Partículas de Quartzo (x20 ampliação)

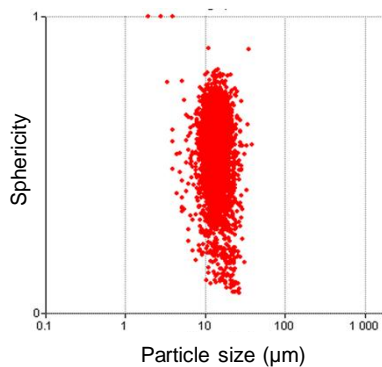


Figura 16 : Gráfico da tendência (Esferecidade)

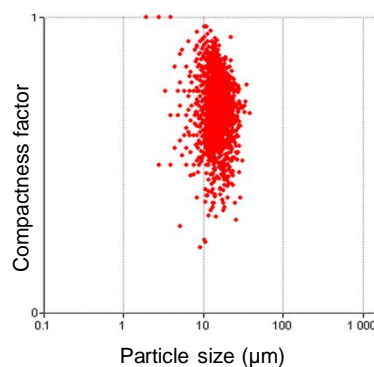


Figura 17 : Gráfico da tendência (Fator de solidez)

Neste exemplo o fator de compactação é o valor mais representativo para as análises morfológicas porque a varredura da plotagem dos pontos vermelhos está mais representativo no valor médio de (FC=0.72).

Conclusão

Alguns dos dez parâmetros da forma fazem possível a caracterização da morfologia das partículas. A escolha dos parâmetros corretos fornecem a amostra um importante passo para um boa caracterização dos parâmetros da forma. Em todos os casos , uma determinação precisa é baseado em análises estatísticas de uma amostra e o processamento de centenas de partículas como recomendado pela ISO 13322-1 Standard [1].

Referencias

[1] ISO 13322-1 (2004) standard : Particle Size Analysis, Image Analysis Methods . Static Image Analysis Methods

[2] Norme USP <776> : Optical Microscopy