

A obtenção de pó de aço inoxidável por atomização a água

Lucio Salgado (1)

José Gabriel Vicente (2)

Francisco Ambrozio Filho (3)

RESUMO

O processo de atomização é o meio mais importante para a obtenção de pós metálicos. Este trabalho apresenta um estudo experimental dos efeitos de alguns parâmetros de processo nas propriedades do pó de uma liga AISI 316L. O procedimento experimental e os resultados obtidos são apresentados. Utilizou-se água como fluido de atomização. Foram alteradas a pressão do fluido de atomização e a temperatura do metal líquido. Foram medidas as seguintes características dos pós obtidos: distribuição do tamanho de partículas, tamanho médio das partículas e densidade aparente. Como esperado, um aumento na pressão de água causou uma diminuição no tamanho médio das partículas. Um aumento no superaquecimento provocou uma alteração no formato das partículas, aumentando a densidade aparente.

(1) Membro ABM - Engo Metalurgista - Sinterconsult

(2) Membro ABM - Engo Metalurgista - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A.

(3) Membro ABM - Doutor em Enga Metalúrgica - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos pós metálicos e suas características dependem fundamentalmente do método de fabricação. Apesar da grande diversidade de parâmetros utilizados na sua caracterização podemos considerar o tamanho médio, forma e distribuição de partículas e sua microestrutura como sendo os mais importantes para a determinação das propriedades do material.

A atomização, dentre os métodos de fabricação de pós metálicos, é o processo mais empregado. Nessa técnica, as características dos pós obtidos são função de alguns parâmetros de processamento, tais como: tipo de fluido de atomização, pressão do fluido, superaquecimento do metal líquido, diâmetro do filete de metal líquido, etc...

O objetivo do trabalho é avaliar o efeito de alguns parâmetros de atomização nas características do pó de aço inoxidável 316L, utilizando-se a água como fluido de atomização e um bocal do tipo anelar.

2. O PROCESSO DE ATOMIZAÇÃO

A atomização consiste na desintegração de um filete de metal líquido pela incidência de um jato de um fluido, como ilustrado na figura 1. Uma representação esquemática do equipamento básico utilizado pode ser vista na figura 2.

Os pós de aço inoxidável são normalmente produzidos por atomização à água ou a gás inerte. Os pós atomizados à água apresentam geralmente formato irregular com um teor de oxigênio superficial relativamente alto (1500 a 2000 ppm). Os pós atomizados a gás inerte são normalmente esféricos, com nível de oxigênio superficial abaixo de 200 ppm. As figuras 3 e 4 mostram o formato característico das partículas.

As principais variáveis de processo na atomização à água variam nas seguintes faixas(1,2) :

vazão de metal líquido	: 4,5 a 90 (Kg/min)
vazão de água	: 110 a 380 (l/min)
pressão da água	: 5 a 20 MPa
ângulo de incidência	: 40 a 60°
superaquecimento	: 75 a 150°C

Este trabalho mostra os resultados iniciais do estudo da influência do superaquecimento e da pressão de água nas características do pó de aço inoxidável 316L. Os outros parâmetros foram mantidos constantes .

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O equipamento utilizado para a realização dos ensaios é composto por um sistema de atomização à água, utilizando bocal de alta vazão do tipo anelar. A vazão de água utilizada foi de 330 (l/min), para um fluxo de metal líquido de 50 (kg/min). O ângulo de incidência foi de 80°.

O metal líquido foi elaborado, a partir de matérias primas de alta pureza, em forno de indução com atmosfera protetora de argônio para se minimizar a oxidação.

Foram realizados ensaios com temperaturas de metal líquido de 1800, 1850 e 1700°C, para pressões de água de 4, 7 e 10 MPa.

A caracterização dos pós obtidos foi realizada através dos seguintes ensaios: distribuição do tamanho de partículas, diâmetro médio e densidade aparente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios de atomização estão mostrados na tabela 1.

Observa-se a partir dos resultados que o diâmetro médio de partículas é menor para pressões de fluido atomizante mais elevadas. Este fenômeno está relacionado a um aumento na transferência de energia ao filete metálico, que é utilizada para criação de superfície. As figuras 5, 6 e 7 mostram as curvas de distribuição granulométrica para

temperaturas de 1600, 1650 e 1700°C respectivamente. O aumento da pressão implica também em uma redução da densidade aparente do pó, sendo este efeito mais pronunciado para pressões mais baixas.

Por outro lado, um aumento no superaquecimento leva à obtenção de partículas mais arredondadas, resultando em uma elevação da densidade aparente. Este fato pode ser explicado pela redução de viscosidade do metal líquido, causada pela elevação da temperatura, e pelo aumento no tempo de solidificação (tempo de esferoidização). As figuras 8, 9 e 10 mostram a distribuição do tamanho de partículas para pressões de 4, 7 e 10 MPa respectivamente.

A variação da densidade dos pós está relacionada com alterações em sua morfologia. As figuras 11 a 14 mostram micrografias de pós com diferentes valores de densidade aparente.

Os resultados obtidos estão de acordo com trabalhos similares discutidos na literatura(3,5,6). No entanto alguns problemas devem ser melhor estudados para a continuidade dos trabalhos, entre os quais destacam-se a oxidação superficial característica dos pós obtidos por atomização à água e a reprodutibilidade dos resultados obtidos.

5. CONCLUSÕES

* O tamanho médio de partículas decresce com o aumento da pressão do fluido de atomização.

* A densidade aparente dos pós aumenta com a elevação da temperatura.

* A elevação da pressão provoca a formação de partículas mais irregulares.

ABSTRACT

The atomization technique is the most important way for producing metal powders. This paper presents an experimental study of the effects of some process parameters on the powder properties of an AISI 316L alloy. The experimental procedure utilized and the obtained results are presented. It was used water as atomizing fluid pressure and the molten temperature were changed. The following powder characteristics were measured: particle size distribution, mean particle size and apparent density. As it was expected, an increase in the water pressure promotes a decrease in the mean particle size. An increase in the melt pouring temperature changes the particle shape, increasing the apparent density.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) KAYSSER, W.A.; RZESNITZEK, K. Principles of Atomization. IN: Science of Sintering. New York, Plenum Press, 1990. p.157-76
- (2) ALLER, A. J.; LOSADA, A. Characteristics of Atomized Powders. Powder Metallurgy International, 21: 5-19, 1989
- (3) AMBS, H.D.; STOSUY, A. The Powder Metallurgy of Stainless Steels. IN: Handbook of Stainless Steels. New York, MacGraw-Hill, 1977
- (4) METALS handbook. 9. ed. Metals Park, ASM, 1984. v. 7, p. 100-104
- (5) HALADA, K.; PETZOW, G. Effect of Superheating on Water Atomization. Powder Metallurgy International, v. 21, p. 17-21, 1989
- (6) SALGADO, L.; AMBROZIO Fo, F.; NEVES, M.D.M. das; POLA, E.J.G.; SOUZA, O.C. de. Characterization of Ni-Cu alloy powders produced by the atomization process. Material Science and Engineering, A133, p. 692-97, 1991

Tabela 1. Resultados obtidos nos ensaios de atomização.

Ensaio	T	P	DA
no	(°C)	(PSI)	(g/cm ³)
1	1700	1600	2,76
2	1700	1000	2,88
3	1700	500	3,54
4	1850	1600	2,75
5	1850	1000	2,82
6	1850	500	3,13
7	1800	1600	2,67
8	1800	1000	2,87
9	1800	500	2,97

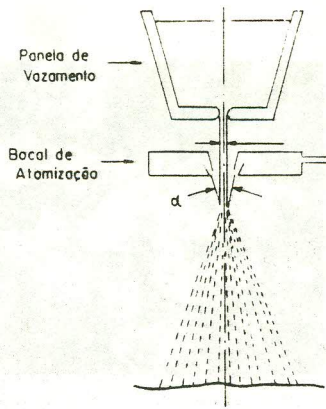


Figura 1. Esquema de preparação de pós por atomização.

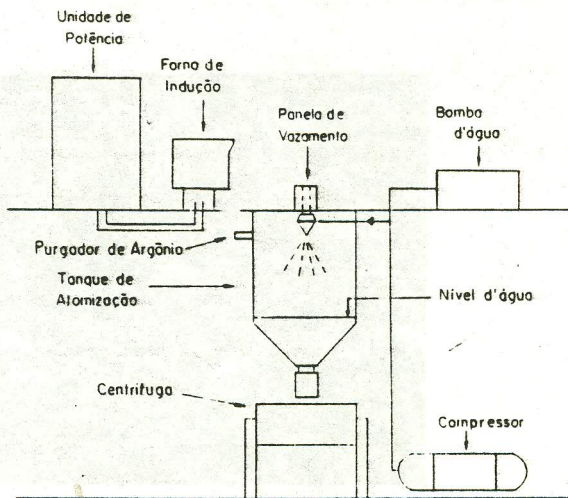


Figura 2. Representação esquemática do sistema de atomização

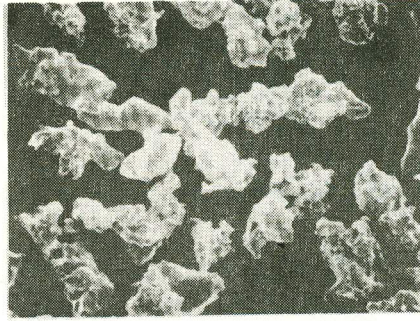


Figura 3. Morfologia típica de pós atomizados à água (4).

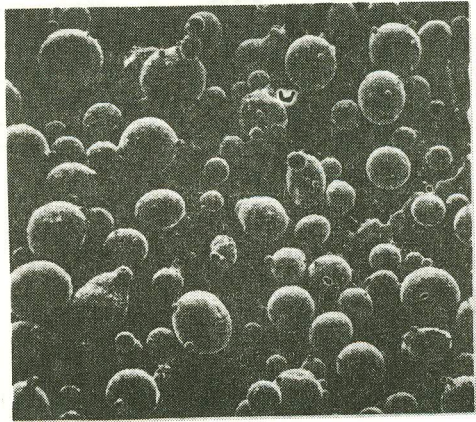


Figura 4. Morfologia típica de pós atomizados à gás(4).

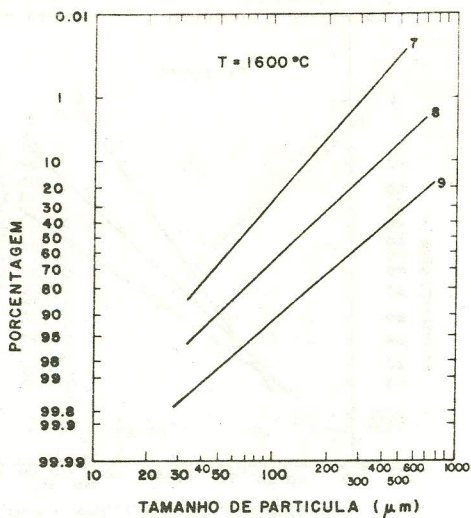


Figura 5. Curvas de distribuição granulométrica para temperatura de atomização de 1600°C.

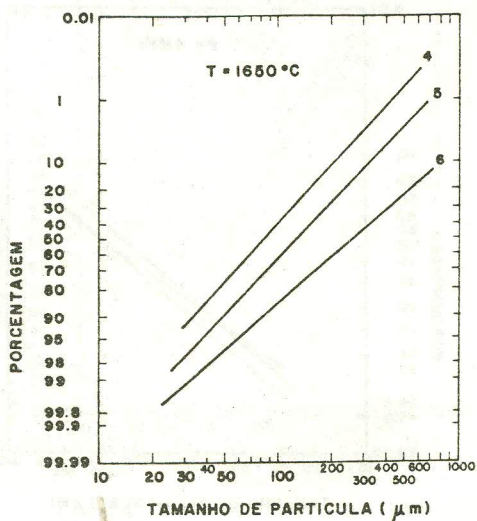


Figura 6. Curvas de distribuição granulométrica para temperatura de atomização de 1650°C.

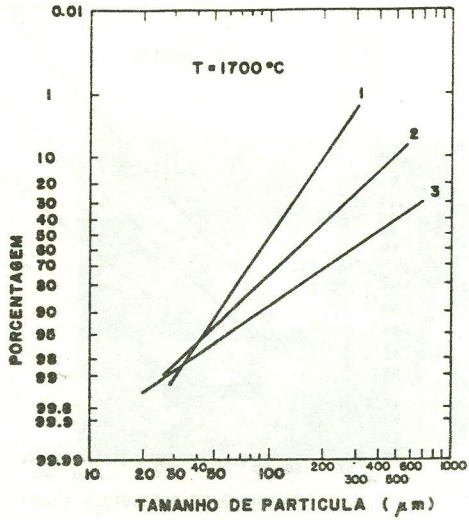


Figura 7. Curvas de distribuição granulométrica para temperatura de atomização de 1700°C.

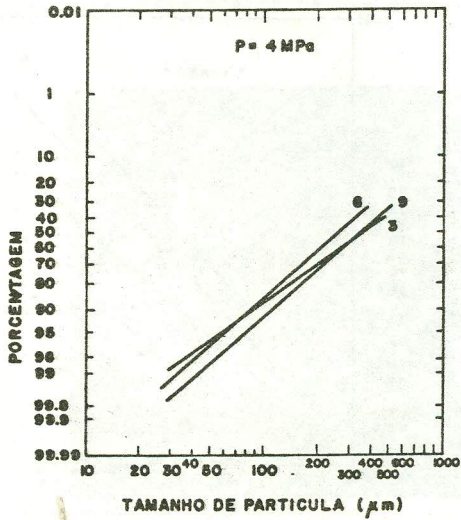


Figura 8. Curvas de distribuição granulométrica para pressão de atomização de 4MPa.

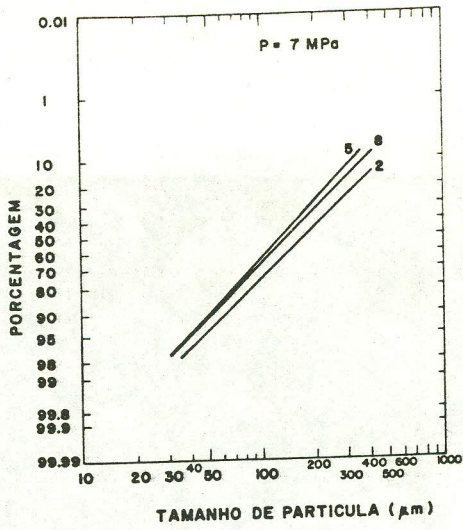


Figura 9. Curvas de distribuição granulométrica para pressão de atomização de 7MPa.

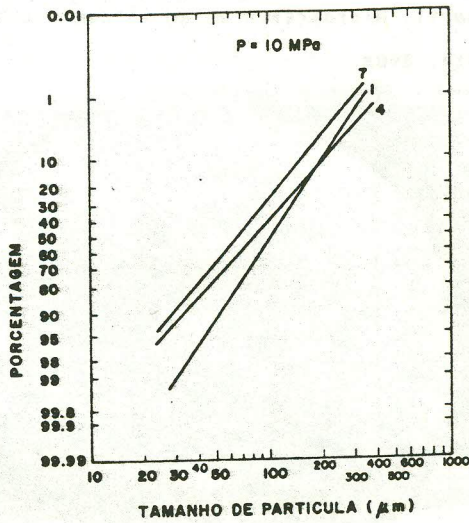


Figura 10. Curvas de distribuição granulométrica para pressão de atomização de 10MPa.



Figura 11. Micrografia de um pó com $DA=3,54 \text{ g/cm}^3$.

Aumento: 300x

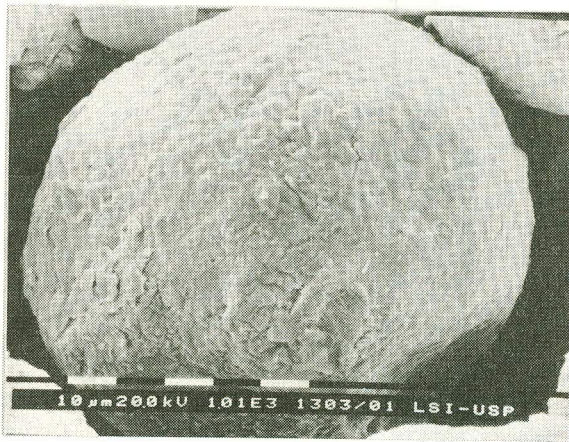


Figura 12. Micrografia mostrando o aspecto superficial de uma partícula com formato arredondado.

Aumento: 1000x

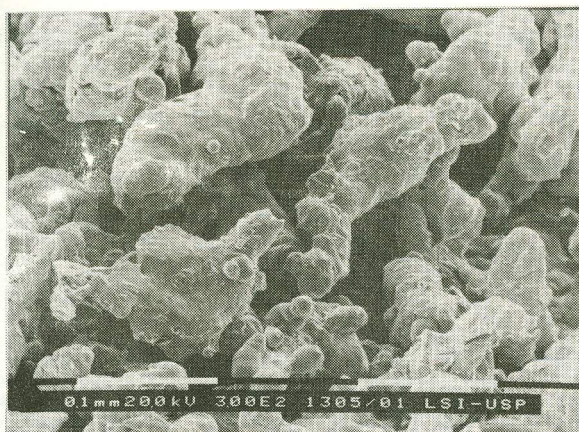


Figura 13. Micrografia de um pó com $DA=2,57 \text{ g/cm}^3$.

Aumento: 300x

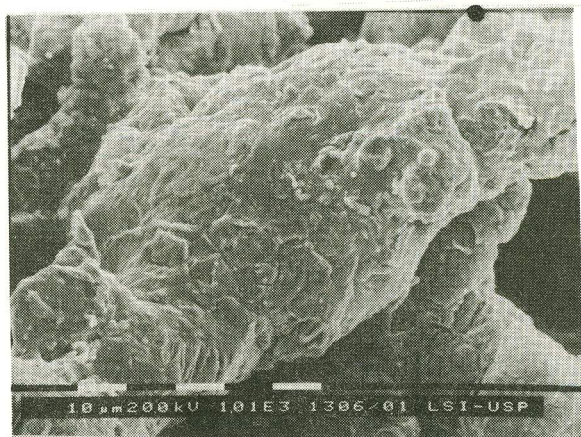


Figura 14. Micrografia mostrando o aspecto superficial de uma partícula com formato irregular.

Aumento: 1000x