

CONSTRUÇÃO DE UM ATOMIZADOR EM ESCALA REDUZIDA PARA PRODUÇÃO DE PÓ DE ALUMÍNIO

Rafael Callegari, rafacallega@gmail.com¹

Lisiane Trevisan (orientador), lisiane.trevisan@farroupilha.ifrs.edu.br¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, Câmpus Farroupilha, endereço para correspondência, Avenida São Vicente, 785, Cinquentenário, Farroupilha, RS.

Resumo: O presente trabalho busca através de mecanismos e materiais disponíveis no IFRS-Câmpus Farroupilha, construir um atomizador em escala reduzida, o qual será utilizado para fabricação de pó de Alumínio SAE 305. Um atomizador consiste em um equipamento capaz de produzir pequenas partículas metálicas através da colisão de fluidos em alta velocidade a uma coluna de metal no estado líquido. Inicialmente fez-se um protótipo do atomizador no Software SolidWorks. Após esta etapa construiu-se o mesmo de acordo com o projeto. Foram executados 4 testes, 3 deles com ar e 1 com água, tais fluidos exercem a função de dissipar a coluna de metal líquido. Testaram-se duas geometrias para saída dos fluidos, sendo uma em espiral e outra retilínea. Propuseram-se também três diferentes diâmetros de orifício para o cadinho, por onde escoaria o metal dando origem ao filete de metal líquido, até chegar-se no tamanho de orifício ideal, igual a 6mm. Para os testes com ar utilizaram-se pressões de jato dos fluidos de 0,4; 0,6 e 0,8 MPa e para a água pressão igual a 100 MPa. Os resultados permitiram observar que o atomizador possibilita produzir partículas de diferentes tamanhos, apesar de não utilizada uma metodologia muito eficaz para medição das mesmas. Observou-se algumas limitações no projeto elaborado, devido a utilização de recursos limitados.

Palavras-chave: atomização, alumínio, atomização com gás, atomização com água.

1. INTRODUÇÃO

Pós metálicos vêm sendo utilizados na indústria para confecção dos mais diversos produtos, incluindo explosivos, eletrodos para solda, artigos para celulares e demais itens utilizados diariamente, pelos mais diferentes públicos, no mundo todo. Embora diversidade seja uma qualidade deste processo, pode-se utilizar uma simples definição para metalurgia do pó, é o processo no qual transforma-se um metal em pequenas partículas, normalmente menores do que 150 µm de diâmetro, o qual será convertido posteriormente, nos itens anteriormente mencionados. [1]

Na atomização, o metal fundido é vazado por meio de um orifício próprio para tal operação, dando origem a um filete líquido, que é atacado por jatos de água ou gás. Esses jatos conduzem à pulverização do filete e ao seu resfriamento imediato. Com isso, recolhe-se o pó, que é peneirado e reduzido, estando, após isso, pronto para o uso. A forma e o tamanho das partículas podem variar em razão de parâmetros variados, dentre os quais se incluem a pressão do fluido, a espessura do filete, a geometria do conjunto de pulverização e o tipo de atomização. É o que ocorre com a atomização feita à água, que normalmente produz partículas angulosas e irregulares, enquanto que a atomização ao ar conduz a partículas esferoidais ou em gota. [1]

No Brasil a metalurgia do pó surgiu no ano de 1940, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT, com a operação de uma pequena usina experimental, a qual possibilitou as primeiras experiências, seguido da produção de pequenos produtos, como buchas auto lubrificantes, algumas ferramentas da classe de metal duro para ferramentas de corte e materiais de ferro e aço sinterizados. [2]

Porém, para que seja possível aplicação de pós na metalurgia, é necessário transformar o metal em pequenas partículas e para tanto existem diversas técnicas, dentre estas, o processo de atomização, que pode ser subdividido em atomização a água, a gás e outros.

A Conformação por *Spray*, ou a gás, teve seu início com os trabalhos de Singer na Universidade de Swansea, Wales, no Reino Unido, na década de 70 com o processo *Spray Rolling*. Este processo tinha como princípio a atomização de um fluxo de metal líquido usando o nitrogênio como gás de atomização e o direcionamento do *spray* para um par de rolos laminadores. [3-5]

Atualmente muitos processos foram desenvolvidos para fabricação de pós metálicos, tais como moagem de alta energia, eletrodo rotativo, gás de atomização, entre outros. [6-8]

O processo de atomização a gás é entre os métodos anteriormente mencionados uma alternativa de menor relação produção-custo, e ainda possibilita melhor qualidade e pureza dos pós atomizados, controle das propriedades do pó e potencial para produção em massa. [9-12]

Atualmente o processo a gás ou *Spray* consiste em um sistema de fundição que realiza a fusão da matéria prima por um forno sob ambiente controlado ou não. O fundido é vertido através de um sistema de cadinho num bocal, onde a corrente de material fundido é desintegrada pela energia cinética de um fluxo de gás inerte em alta pressão. [13]

A atomização a água, também é um processo comum para produção de pós metálicos e funciona basicamente da mesma forma que a atomização a gás. O fluxo de metal ou liga metálica é desintegrado por um jato, ou vários, de alta energia, porém utiliza-se um liquido como agente para desintegrar o fluxo, o que confere diferentes características ao material atomizado. O processo de atomização a água é o mais importante método de atomização, seguido pela atomização a gás. Geralmente utiliza-se esta variação de fluido nestes processos para conferir diferentes propriedades ao pó metálico. A atomização também pode ser realizada na posição horizontal ou vertical. Um atomizador em escala real pode chegar a até 20 metros de altura. [1]

A diferença básica entre ambos confere-se na morfologia de partícula obtida, onde a atomização a gás possibilita obter partículas esféricas e a atomização a água produz partículas irregulares. [1]

É necessário destacar que este trabalho prezou principalmente pela confecção do um equipamento universal, que permita utilizar como elemento desintegrante do fluxo, tanto água como gás dando assim origem ao pó. O atomizador desenvolvido preocupa-se principalmente em atingir o tamanho de partícula ideal durante o processo, ficando em segundo plano propriedades metalúrgicas do metal. Para fins de resfriamento não utilizou-se gás inerte, porém, trata-se de Alumínio, material que não apresenta elevado grau de preocupação referente fluido utilizado, já que não sofrerá oxidação durante o resfriamento. A utilização de um mesmo equipamento como veículo de atomização com diferentes fluidos é uma alternativa para diminuição de custos durante o processo de atomização do Alumínio.

Primeiramente serão apresentados os métodos de fabricação do atomizador, seguido dos parâmetros utilizados durante a operação do mesmo e por fim os resultados obtidos.

A Figura 1 demonstra o desenho esquemático de um atomizador vertical, o qual foi usado como exemplo para a fabricação do atomizador para água e para gás apresentado neste trabalho. O mesmo consiste em um cadinho com um orifício por onde o metal escoará (a) até atingir a zona de resfriamento, onde o fluido, neste caso, gás inerte, dissipará a coluna em pequenas partículas (b), ambas serão armazenadas no fundo do equipamento, denominado container (c).

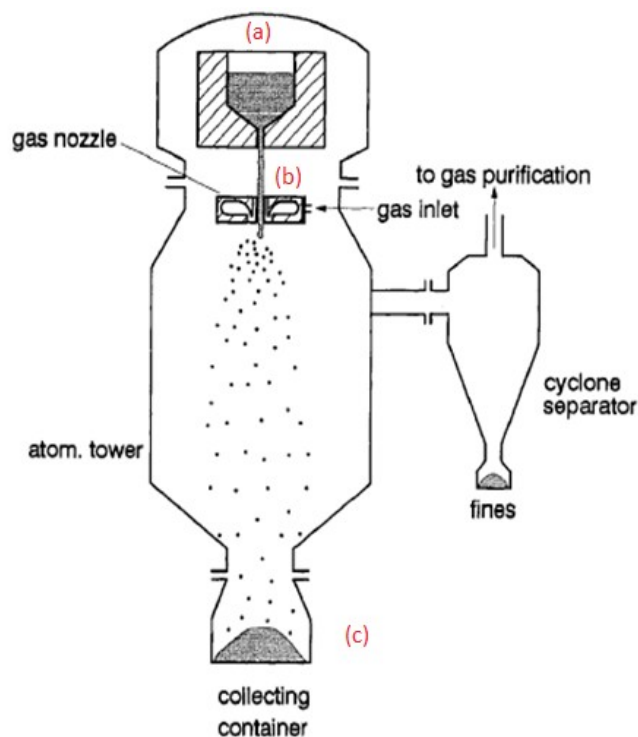


Figura 1: Atomizador a gás; (a) Cadinho. (b) Zona de Resfriamento. (c) Container. [1]

Os pós metálicos são normalmente encontrados no mercado aliados a enorme valor agregado, devido ao alto controle de processo necessário para produzi-los. Tendo isto em vista a utilização de recursos disponíveis no IFRS – Câmpus Farroupilha, o presente experimento buscou reproduzir o processo de fabricação de pó de Alumínio SAE 305 de forma simplificada, porém buscando resultados satisfatórios no que se diz respeito a formato e tamanho de partícula.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Adotaram-se para este trabalho as técnicas de atomização por *Spray*, ou a gás e de atomização a água. Primeiramente definiram-se as metodologias de resfriamento, seguido do diâmetro de orifício ideal para estas condições e finalmente as pressões de trabalho utilizadas nos testes

2.1. Fabricação do Atomizador e Parâmetros Utilizados

Visando a utilização dos materiais e do forno de indução disponível no IFRS - Campus Farroupilha, optou-se pela produção de um atomizador em escala reduzida.

A Figura 2 apresenta o primeiro modelo do protótipo de atomizador, no Software SolidWorks. O mesmo consiste em um suporte para o cadinho (a), juntamente com um sistema de resfriamento em formato de espiral (b), o qual possui orifícios internos que buscam convergir o fluido em um ponto central a 45° da superfície, por onde o filete de metal líquido passará (c), após esta etapa as partículas acumulam-se no container (d).

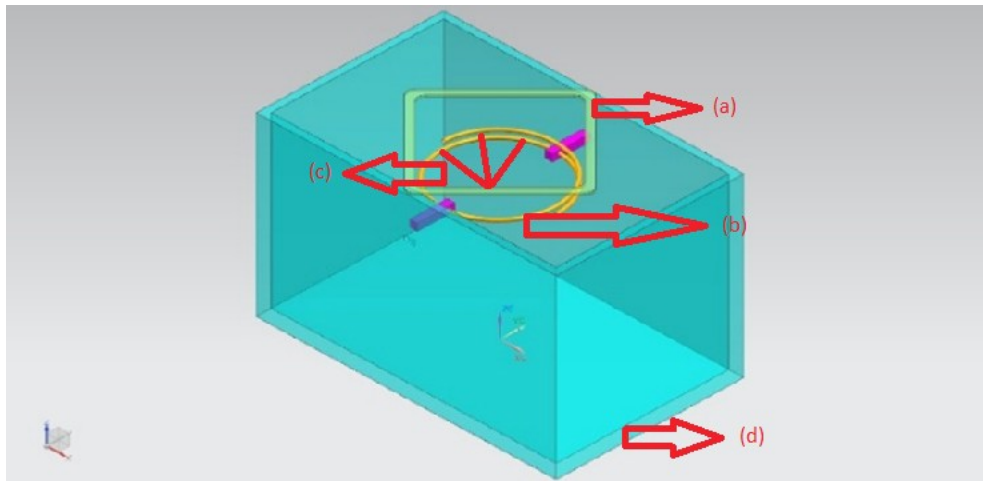


Figura 2: Atomizador configuração 1; (a) Suporte para cadinho. (b) Geometria de resfriamento. (c) Linhas de fluxo do fluido utilizado. (d) Container.

De mesma forma ocorre na Figura 3, que apresenta o segundo protótipo criado para o atomizador. Seu princípio de funcionamento é exatamente igual ao primeiro, assim como seus componentes, exceto quando refere-se a metodologia de resfriamento utilizada, que consiste em duas hastes retilíneas, também a 45° da superfície, as quais possibilitam menor perda de carga durante o percurso do fluido (a).

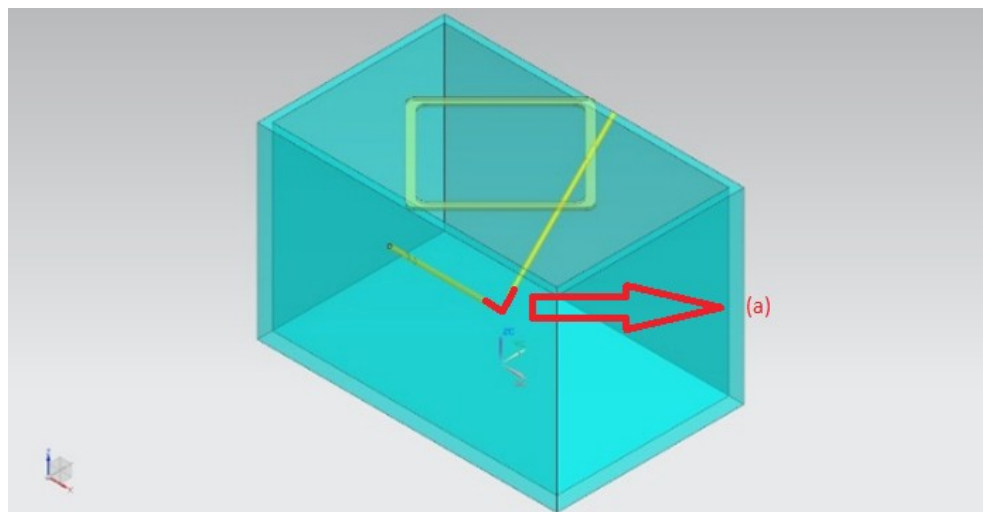


Figura 3: Atomização configuração 2. (a) Linhas de fluxo do fluido utilizado.

Utilizou-se praticamente sucata para a construção do mesmo, a reutilização de materiais esteve presente durante todo projeto. Apesar disto, a segurança, assim como, a possibilidade de fácil operação e controle do equipamento, foram

levadas em conta durante a construção.

A fabricação iniciou-se a partir da torre e do contêiner de coleta, que no caso do protótipo consistem em um recipiente metálico medindo 400 mm de largura x 250 mm de comprimento x 250 mm de altura.

Após a confecção do contêiner, partiu-se para a etapa de construção da entrada dos fluidos, para dissipar a coluna de metal líquido. Testaram-se duas geometrias diferentes para a saída dos fluidos, como mostrado anteriormente nas Figuras 2 e 3.

As Figuras 4 e 5 apresentam o protótipo construído com seus componentes em destaque, ressalta-se a utilização de uma tampa, necessária para que o pó metálico não ejetasse da mesma, devido as altas pressões utilizadas.

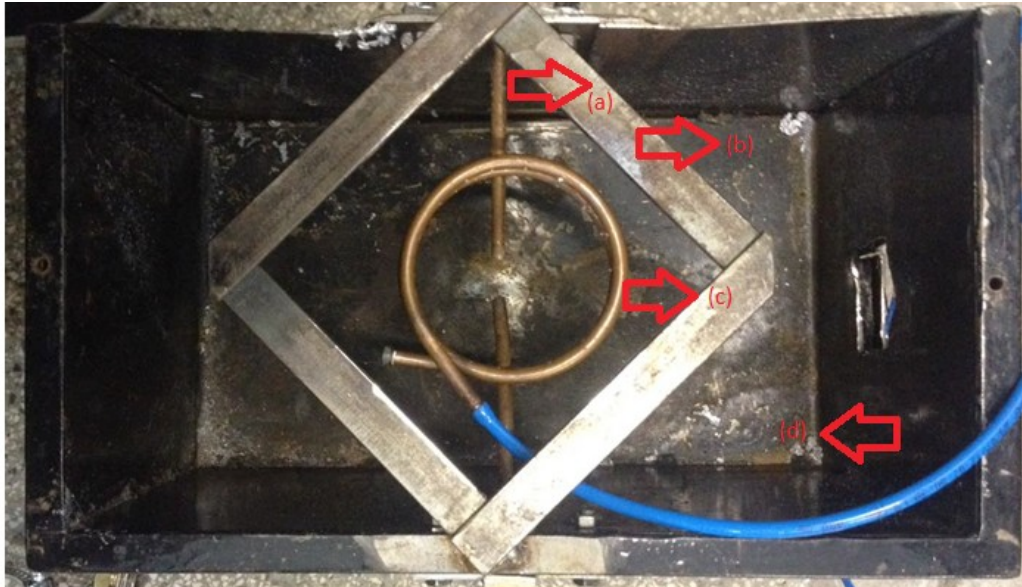


Figura 4: Saídas utilizadas para desintegrar a coluna de metal líquido. (a) Hastes de resfriamento. (b) Suporte do cadinho. (c) Espiral de resfriamento. (d) Container.



Figura 5: Atomizador.

É importante ressaltar que o tamanho das partículas decresce com a perpendicularidade do jato de ar em relação ao fluxo de metal líquido. Porém há limitações, ou seja, se o ângulo do fluxo de gás for aproximadamente 90°, sendo assim perpendicular, o jato pode acabar causando o resfriamento do cadinho e consequentemente a interrupção do fluxo, além

disto, as saídas de fluido acabariam sendo obstruídas, pois ficariam uma frente a outra. [1, 14]

As pressões utilizadas para dissipar a coluna de metal fluido através de gás, foram de 0,4, 0,6 e 0,8 MPa, valores relativamente baixos para produção de pós, porém puderam ser alcançados através da rede de ar comprimido do IFRS – Câmpus Farroupilha, sendo as mesmas medidas através do manômetro da rede. Já a pressão utilizada para dissipar a coluna de metal com água foi de 100 MPa. Sendo assim, foi possível analisar relação entre pressão e tamanho de partícula. [3]

O passo seguinte após a implementação do fluxo dos fluidos e da fixação da pressão de trabalho, foi a determinação do diâmetro do orifício do cadinho por onde escoará o Alumínio. Assim, como nas pressões, nesta etapa também foram testados três diferentes diâmetros, no valor de 2, 4 e 6 mm respectivamente. [15-17].

A temperatura de fusão utilizada para a liga de Alumínio foi de 800 °C, e o cadinho foi pré-aquecido durante aproximadamente uma hora, permanecendo a temperatura do mesmo entre uma faixa de 350 °C - 400 °C, durante o período de vazamento do metal.

A transferência do Alumínio líquido foi feita diretamente do forno para o cadinho, sem etapas intermediárias.

2.2. Teste da Metodologia de Resfriamento

Devido à baixa pressão decorrente da linha de ar comprimido, aliada a alta perda de carga gerada pela serpentina, a configuração espiral não apresentou resultado satisfatório. Apesar de proporcionar uma boa configuração para dissipar a coluna de metal líquido, a mesma não pode ser utilizada para este fim.

Além disto, seria necessário elevada precisão no momento de conformá-la e furá-la, para que o fluxo fosse concentrado em um único ponto, situação a qual não conseguiu-se atingir. Por consequência disto optou-se pela utilização das colunas retas como saídas para os fluidos.

As hastes retilíneas apresentaram bom desempenho, já que por não apresentarem geometria complexa, não demonstraram elevada perda de carga durante o caminho percorrido, da rede para o fim da linha, no atomizador.

2.3. Diâmetro do Orifício do Cadinho

Uma etapa fundamental para o correto funcionamento do atomizador é o orifício pelo qual o metal líquido irá percorrer. Tal configuração deve permitir principalmente romper a tensão superficial do material, para que este escoe livremente até entrar em contato com o fluido que irá dissipá-lo. As diferentes configurações testadas permitiram não só obter um diâmetro adequado para a prática, mas também comprovar que quando o diâmetro é muito pequeno, dependendo do material fundido, não consegue-se romper a tensão superficial para que o mesmo escoe.

A partir disto, quando testado o orifício igual a 2 mm, o mesmo causou a interrupção do fluxo, ainda antes do Alumínio ultrapassar a parede do cadinho, ou seja, a tensão superficial foi alta o suficiente para evitar o escoamento do metal líquido, quando utilizado este valor para diâmetro. A Figura 6 apresenta o perfil do Alumínio solidificado quando testou-se o orifício igual a 2 mm, deixando apenas um aspecto de que mesmo passaria pelo orifício.



Figura 6: Resultado do orifício de 2 mm de diâmetro.

Sabendo-se da ineficiência do diâmetro igual a 2 mm, o próximo orifício a ser testado foi o de 4 mm. O mesmo possibilitou a passagem do fluxo por um curto período de tempo, porém obstruiu a passagem do mesmo logo em seguida. Presume-se assim que o Alumínio ao entrar em contato com a parede do cadinho formou uma fina camada, oriunda do resfriamento gerado pela diferença de temperatura entre cadinho e Alumínio. A propagação de tal fenômeno acabou causando a interrupção do fluxo permanentemente. A Figura 7 apresenta o alumínio solidificado na saída do orifício igual a 4 mm.



Figura 7: Resultado do orifício de 4 mm de diâmetro.

A partir dos dois testes iniciais percebeu-se que logo seria possível atingir um diâmetro ótimo para este caso, sendo assim, o próximo experimento realizado foi com o diâmetro igual a 6 mm. O orifício de 6 mm possibilitou que o Alumínio escoasse livremente durante o tempo necessário para que todo material depositado no cadinho vazasse sem interrupções. Logo, optou-se pela utilização desta dimensão para dar sequência ao projeto. A Figura 8 apresenta o cadinho com o orifício igual a 6 mm.



Figura 8: Cadinho com orifício igual a 6 mm de diâmetro.

3. REESULTADOS E DISCUSSÕES

Anteriormente ao início da fase de atomização realizaram-se testes para verificar o comportamento do equipamento através das configurações anteriormente estipuladas e assim que solicitado algumas observações puderam ser feitas.

3.1. Atomização com Ar

Como mencionado anteriormente, utilizaram-se três diferentes pressões para os testes de atomização a gás. O objetivo da variação da pressão foi atingir diferentes tamanhos de partícula nos testes. A escala utilizada nas imagens varia em milímetro. As dimensões das partículas foram estipuladas através da escala sobreposta as Figuras.

Inicialmente utilizou-se ar a uma pressão de 0,4 MPa, medindo-se a mesma com um manômetro na saída da linha de ar comprimido. Para produção do pó nesta etapa, alinhou-se o cadinho com as saídas de ar, acionou-se a válvula para saída de ar e realizou-se o vazamento do Alumínio no cadinho pré-aquecido. A partir disto, obtiveram-se diferentes tamanhos de partículas, porém permaneceram na ordem de 500 a 1000 μm , tamanho considerado alto em relação a granulometria esperada para que o mesmo fosse considerado um pó metálico.

As Figuras 8 e 9 demonstram os resultados obtidos para este valor de pressão.



Figura 8: Tamanho de partícula obtido na atomização a gás com pressão de 0,4 MPa. (Aumento de 40x)

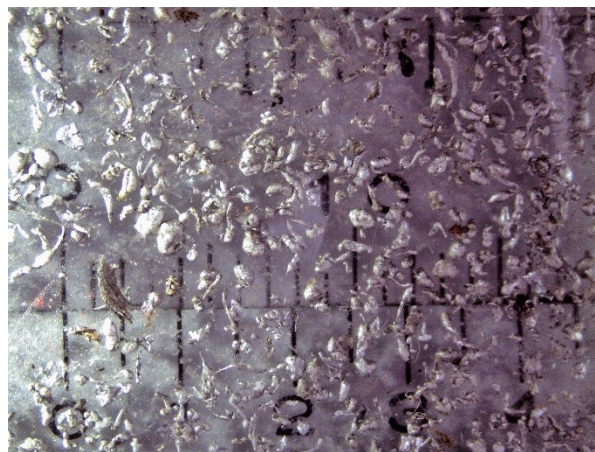


Figura 9: Tamanho de partícula obtido na atomização a gás com pressão de 0,4 MPa. (Aumento de 40x)

Após a realização do primeiro experimento, partiu-se para a execução do próximo teste, com pressão de gás igual a 0,6 MPa. Buscou-se reproduzir as mesmas condições do teste anterior, com alinhamento do cadinho em relação a saída de gás e temperatura de pré-aquecimento.

Em relação ao teste anterior notou-se considerável diferença nos tamanhos de partícula. Para a pressão de 0,6 MPa o tamanho de partícula ficou por volta de 300 a 500 μm , também considerado alto, porém confirma-se uma queda do tamanho de partícula com o aumento da pressão da vazão de ar.

As Figuras 10 e 11 demonstram os resultados obtidos para o valor de pressão igual a 0,6 MPa.

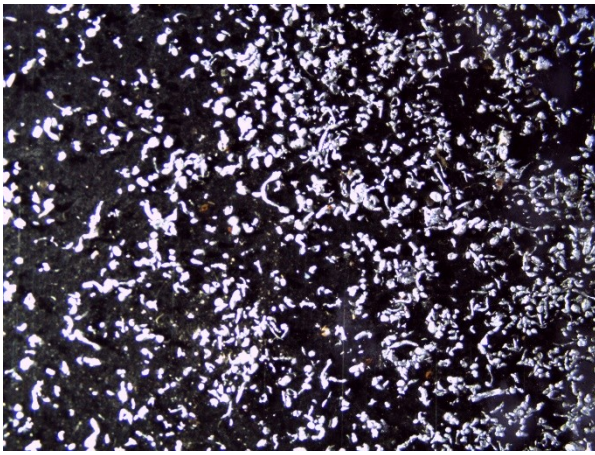


Figura 10: Tamanho de partícula obtido na atomização a gás com pressão de 0,6 MPa. (Aumento de 40x)

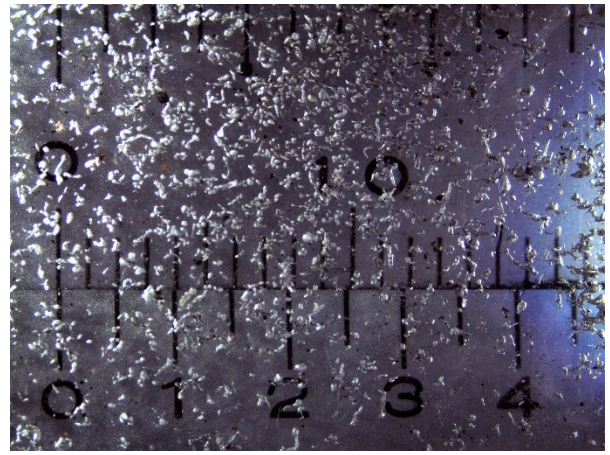


Figura 11: Tamanho de partícula obtido na atomização a gás com pressão de 0,6 MPa. (Aumento de 40x)

O último teste realizado utilizando ar como agente desintegrante da coluna de Alumínio líquido foi com uma pressão igual a 0,8 MPa, e conforme verificado no experimento anterior o tamanho de partícula continuou a decrescer com o aumento da pressão.

As Figuras 12 e 13 demonstram as partículas obtidas nesta etapa, podendo-se notar que o tamanho das mesmas ficou em torno de 200 a 300 μm , valor relativamente padrão em relação ao pó de Alumínio geralmente utilizado em aplicações industriais.

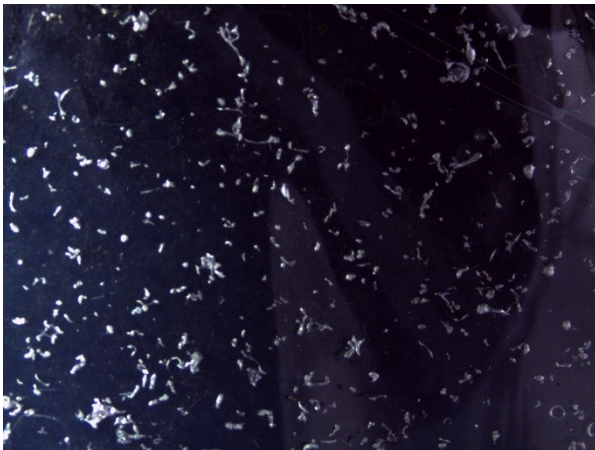


Figura 12: Tamanho de partícula obtido na atomização a gás com pressão de 0,6 MPa. (Aumento de 40x)

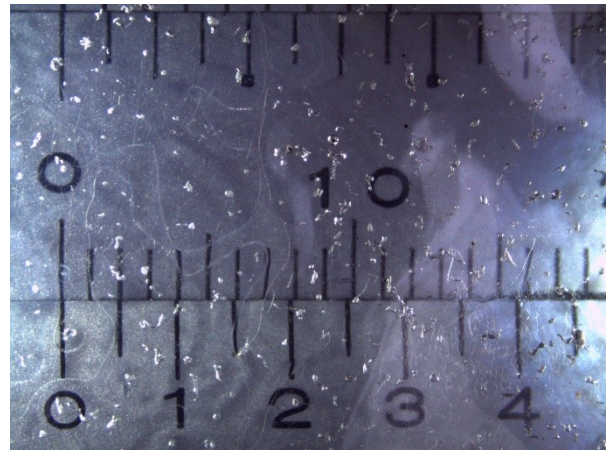


Figura 13: Tamanho de partícula obtido na atomização a gás com pressão de 0,6 MPa. (Aumento de 40x)

Nota-se também que as partículas apresentam geometria não circular, característico do processo de atomização a gás. A Figura 14 ilustra diversas morfologias possíveis para pós metálicos. O que define basicamente a morfologia das partículas é o processo utilizado. Assim, por exemplo, uma atomização a gás é reconhecidamente empregada quando se objetiva obter partículas em gota. [14]



Figura 14: Esquema ilustrativo da morfologia das partículas produzidas através de atomização [14].

3.2. Atomização com Água

Apesar da alteração do fluido utilizado para atomização, o protótipo não sofreu nenhuma alteração, sendo os parâmetros necessários para produção do pó igualmente utilizados aos experimentos anteriores.

Para formação do pó através de água utilizou-se um jato de água acoplado a tubulação que fôra anteriormente utilizada para fluxo de ar. Sendo assim a pressão de água utilizada neste experimento consistiu na pressão que o jato era capaz de exercer, ou seja 100 MPa, segundo o equipamento. Como o jato não permite regulagem de pressão de trabalho, apenas um experimento foi realizado.

As Figuras 15 e 16 apresentam o resultado obtido através da água como fluido para atomização a uma pressão igual a 100 MPa.



Figura 15: Tamanho de partícula obtido na atomização a água com pressão de 100 MPa. (Aumento de 40x)



Figura 16: Tamanho de partícula obtido na atomização a água com pressão de 100 MPa. (Aumento de 40x)

Através das Figuras 13 e 14 pode-se notar a diferença no tamanho das partículas geradas pela atomização a água em relação a atomização a gás, sendo que presume-se que as mesmas permaneceram em um tamanho menor do que os 100 μm .

Uma notável diferença dá-se em relação a geometria das partículas, já que a água tende a formar partículas irregulares, e não em gota ou esféricas, como na atomização a ar, fator que dependendo da aplicação do material pode ser de bastante relevância. [14]

A Tabela 1 apresenta o resumo dos resultados encontrados referentes a pressão utilizada para tamanho de partícula obtido.

Tabela 1. Resultados experimentais para os ensaios de atomização com ar e água.

Pressão Do Ar (MPa)	Tamanho de partícula (μm)
0,4	500 a 1000
0,6	300 a 500
0,8	200 a 300
Pressão Da Água (MPa)	Tamanho de partícula (μm)
100	< 100

Observa-se que com o aumento da pressão o tamanho de partícula decresce, porém, de acordo com o fluido utilizado o metal comporta-se diferentemente, conforme visto anteriormente na Figura 13.

4. CONCLUSÃO

Nota-se que se pode obter diferentes tamanhos e formas de partícula de acordo com a pressão e fluido utilizado, o que leva a conclusão de que existe uma pressão ótima de trabalho para produção das partículas em cada caso. Quanto mais controlado é este fator mais precisas serão as dimensões das partículas.

É importante ressaltar que para construção do atomizador teve-se que respeitar alguns fatores, a primeira restrição consistiu na altura do forno de indução. Já que o vazamento se deu diretamente do forno para o cadinho o valor de altura necessitou ser pré-determinado, ou seja, menor do que o limite de altura do forno.

Outro fator limitante foi a pressão para teste, já que a rede de ar do IFRS-Câmpus Farroupilha pôde proporcionar apenas três diferentes pressões, assim como para o teste em água, que possibilitou apenas uma pressão. Foi necessário certificar-se também que o material chegasse líquido até o momento em que fosse dissipado pelo fluido presente, logo, este foi um fator determinante para o correto funcionamento.

Algumas sugestões de melhoria poderiam também ser aplicadas, como um mecanismo de regulação do ângulo da saída dos fluidos, fator extremamente interessante para fins de avaliação de tamanho de partícula em relação ao ângulo de saída dos fluidos, assim como peneirar o pó após produzido, para separar corretamente os tamanhos de partícula.

Outro fator que agregaria ao trabalho seria a realização de uma microscopia eletrônica por varredura ou uma granulometria a laser, onde o correto tamanho de partícula, assim como a geometria das mesmas poderiam ser melhor avaliadas e determinadas.

A construção do atomizador procedeu-se através de materiais reciclados, disponíveis no Câmpus, basicamente utilizou-se sucata para esta finalidade. Entretanto resultados promissores foram atingidos através da produção deste atomizador simplificado. Sabendo que um atomizador custa por volta de US\$30 000, os resultados obtidos através do mesmo podem ser considerados satisfatórios, já que o custo de fabricação foi extremamente baixo, por volta de R\$ 200,00.

Além disto, um atomizador de escala reduzida possibilita realizar testes laboratoriais, ou seja, desenvolver novos pós metálicos, assim como ligas, fator este que permanece como sugestão para trabalhos futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores pela dedicação ao ensinar e compartilhar todo o seu conhecimento. Um agradecimento especial a professora Lisiane Trevisan pela orientação do trabalho de conclusão de curso.

Agradeço também a meus colegas e todos técnicos laboratoriais do IFRS-Câmpus Farroupilha, pelo auxílio durante o andamento do projeto, assim como as indústrias, Bigfer, Maioli Ar Condicionados e Morganite, que colaboraram com doação de materiais, os quais foram utilizados para construção do protótipo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] THUMMLER, F., OBERACKER, R. An introduction to powder metallurgy. 1 ed. London: I. Jenkins and J.V. Wood., 1993. 332 p.
- [2] CHIAVERINI, V., Metalurgia do pó: Técnica e Produtos. 3 ed. São Paulo: [s.n.], 1992. 352 p.
- [3] LAVERNIA, E.J., GRANT, N.J., “Spray deposition of metals: a review”, *Materials Science and Engineering*, 98, p.381-394, 1988.
- [4] OJHA, S.N., “Spray forming: science and technology”, *bull. of Materials Science*, 15 (6), p. 527-542, 1992.
- [5] REICHEL, W., VOSS-SPIPKER, P., “A new and original shaping process for the metallurgical industry”, *Metallurgia*, 53 (9), p.410-413, 1986.
- [6] ZHANG, D.L., Processing of advanced materials using high-energy mechanical milling, *Prog. Mater. Sci.* 49 (2004) 537–560.
- [7] BASAK, C.B., et al. Anantharaman, Characterization and process evaluation of Ni-Ti-Fe shape memory alloy macro-spheres directly fabricated via rotating electrode process, *J. Alloys Compd.* 597 (2014) 15–20.

- [8] METZ, R., C. et al, Nitrogen spray atomization of molten tin metal: powder morphology characteristics, *J. Mater. Process. Technol.* 195 (2008) 248–254.
- [9] MOTAMAN S., et al, Numerical and experimental investigations of the effect of melt delivery nozzle design on the open-to closedwake transition in closed-coupled gas atomization, *Metall. Mater. Trans. B Process Metall. Mater. Process. Sci.* 46 (2015) 1–15.
- [10] KOURMATZIS A., LOWE A., MARSII A.R., Combined effervescent and airblast atomization of a liquid jet, *Exp. Thermal Fluid Sci.* 75 (2016) 66–76.
- [11] MULLIS A.M., BIGG, T.D., ADKINS, N.J., A microstructural investigation of gas atomized Raney type Al-27.5 at.% Ni catalyst precursor alloys, *J. Alloys Compd.* 648 (2015) 139–148.
- [12] CIPOLLONI, G., PELLIZZARI, M., MOLINARI, A., HEBDA, M., Contamination during the high-energy milling of atomized copper powder and its effects on spark plasma sintering, *Powder Technol.* 275 (2015) 51–59. [8] S. Motaman, A.M. Mullis, R.F. Cochrane, D.J. Borman, Numerical and experimental investigations of the effect of melt delivery nozzle design on the open-to closedwake transition in closed-coupled gas atomization, *Metall. Mater. Trans. B Process Metall. Mater. Process. Sci.* 46 (2015) 1–15.
- [13] MONTEIRO, M. et al. *Atomização a gás linha XHD*. 8 ed. São Paulo: Eutetic Castolin, 2016. 8 p.
- [14] RODRIGUES, D., *Processamento de pós metálicos e cerâmicos*, São Paulo, 2016. 112 p.
- [15] SI, C. et al. Characteristics of 7055al alloy powders manufactured by gas-solid two-phase atomization: a comparison with gas atomization process. *Materials and design*, Elsevier, v. 118, n. 0264-1275, p. 66-74, 2017.
- [16] DING, P. et al. Preparation, characterization and properties of multicomponent AlCoCrFeNi_{2.1} powder by gas atomization method. *Journal of alloys and compounds*, Elsevier, v. 721, n. 0925-8388, p. 609-614, jan. 2017.
- [17] LAGO, M. L. D., *Liga de alumínio para aplicação aeronáutica obtida por conformação por spray*, São Luiz - Maranhão, 2010.

PRODUCTION OF ALUMINUM POWDER THROUGH THE ATOMIZATION PROCESS

Rafael Callegari, rafacallega@gmail.com¹

Lisiane Trevisan (orientador), lisiane.trevisan@farroupilha.ifrs.edu.br¹

¹ Federal Institute of Education, Science and Technology, Rio Grande do Sul, Campus Farroupilha, address for correspondence, Av. São Vicente, 785, Cinquentenário, Farroupilha, RS.

Abstract. *The present work searches through mechanisms and materials available at IFRS-Campus Farroupilha, to build a small-scale atomizer, which will be used to manufacture SAE 305 aluminum powder. An atomizer consists of an equipment capable of producing small metal particles through collision of fluids at high speed to a column of metal in the liquid state. Initially an atomizer prototype was made in SolidWorks Software. After this step the same was constructed according to the project. Four tests were performed, three of them with air and one with water, these fluids exert the function of dissipating the column of liquid metal. Two geometries were tested for fluid output, one spiral and one rectilinear. Three different hole diameters were also proposed for the crucible, through which the metal would give rise to the fillet of liquid metal, until the ideal orifice size, equal to 6mm, was reached. For the air tests fluid pressures of 0.4, 0.6 and 0.8 MPa were used and for the water pressure equal to 100 MPa. The results allowed to observe that the atomizer makes it possible to produce particles of different sizes, although a very effective methodology for measuring them was not used. There were some limitations in the design, due to the use of limited resources.*

Keywords: *atomization, aluminum, gas atomization, water atomization.*