



OBTENÇÃO DE ESPUMA METÁLICA DE ALUMÍNIO VIA METALURGIA DO PÓ¹

Patrik Oliveira Bonaldi²
Lírio Schaeffer³

Resumo

Espumas metálicas são materiais de estrutura porosa que combina as propriedades de materiais celulares com materiais metálicos. Com essas espumas podem ser produzidas as chapas sanduíches, que consistem em um corpo de alumínio com alta porosidade (espuma) e com faces de chapas de alumínio ou aço, podendo ser fabricadas por diversas rotas. Atualmente essas estruturas leves vêm ganhando maior campo de aplicação e mais interesse por parte da indústria. A espuma metálica é produzida através da mistura de pó de alumínio com um agente espumante que posteriormente é expandido através de um processo termicamente ativado. Este trabalho apresenta o método de obtenção de espuma de alumínio através da metalurgia do pó, diversas aplicações e resultados de propriedades mecânicas.

Palavras-chave: Estrutura sanduíche; Espuma metálica; Metalurgia do pó.

OBTAINING OF ALUMINIUM FOAM BY POWDER METALLURGY ROUTE

Abstract

Metallic foams are materials of porous structure that combines the properties of cellular materials with metallic materials. With these foams can be produced plates sandwich, consisting of an aluminum body with high porosity (foam) and the faces of sheet aluminum or steel and can be synthesized by various routes. Currently, these lightweight structures are gaining greater scope and more interest from industry. The metallic foam is produced by mixing aluminum powder with a foaming agent which is subsequently foamed through a thermally activated process. This paper presents a method of producing foam aluminum by powder metallurgy, various applications and results of mechanical properties

Key words: Aluminium foam sandwich; Metallic foam; Powder metallurgy.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no Laboratório de Transformação Mecânica.

³ Dr. Ing. Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1 INTRODUÇÃO

As estruturas sanduíches de alumínio, também conhecidas no inglês como *Aluminium Foam Sandwich – AFS* podem ser produzidas em uma variedade de formas, que vão desde simples produtos planos até geometrias mais complexas, como mostra a Figura 1, dependendo do processo de obtenção utilizado. As estruturas leves do tipo sanduíches podem otimizar as propriedades de compressão, torção e flexão, além de ser um material com boas propriedades de isolamento acústico e térmico, devido a alta porosidade. Com uma grande vantagem que é a redução de peso. Suas propriedades do metal espumas dependem muitas características morfológicas, como a distribuição do tamanho dos poros, curvatura da parede celular, defeitos.⁽¹⁾

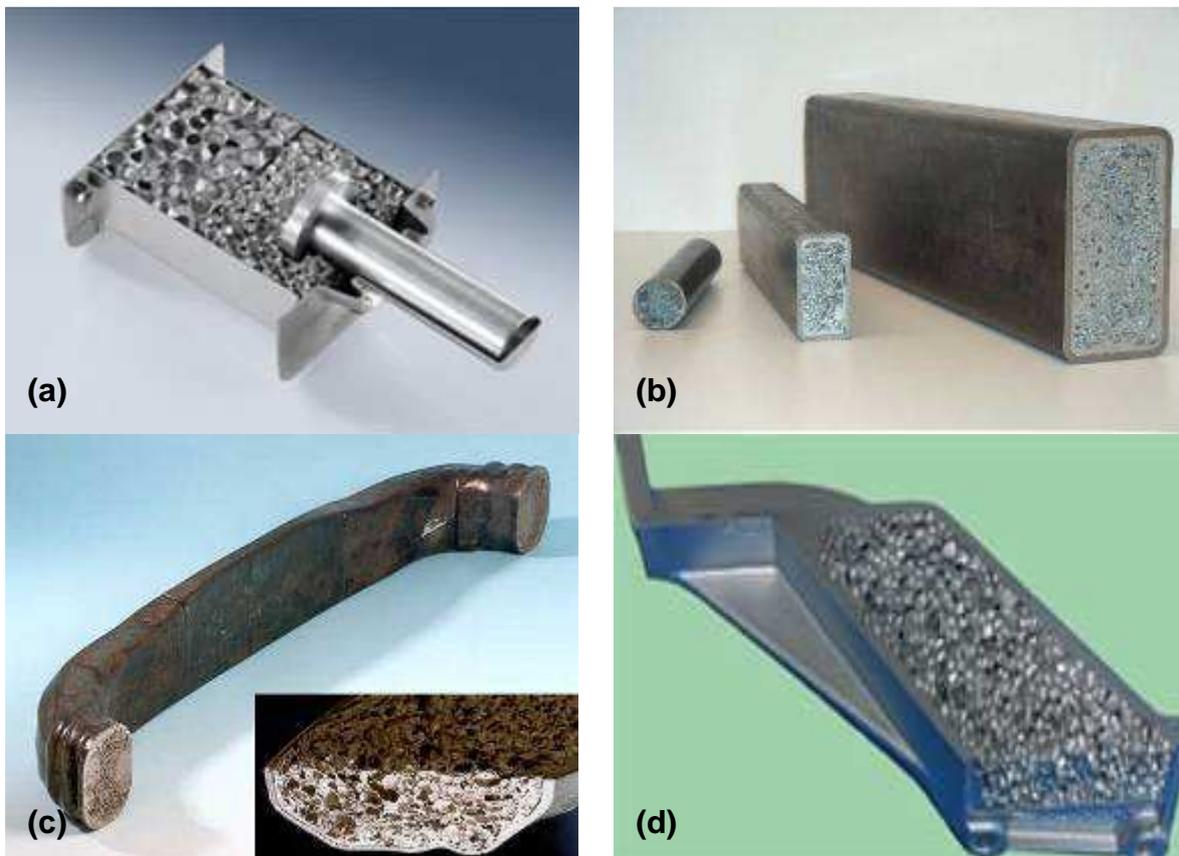


Figura 1: Exemplos de aplicação de estruturas sanduíche, (a) absorvedor de impacto, (b) perfis preenchidos de espuma metálica, (c) barra de absorção de impacto, (d) suporte de motor automotivo.⁽²⁾

Existem, atualmente, cerca de 150 instituições trabalhando com espumas metálicas pelo mundo. Varias companhias estão desenvolvendo e produzindo esse tipo de material. Esses materiais estão sendo utilizados em diversas aplicações industriais como, estruturas leves, implantes biomédicos, filtros, eletrodos, catalisadores, trocadores de calor e absorvedores de energia. Esse aumento de interesse por ser visto pelo crescimento anual de 20% nas publicações desde 2000. A Alulight® está, agora, produzindo um elemento de *Crashabsorber* para a Audi, com 100.000 peças por ano.⁽³⁾ A Alcoa (EUA) iniciou no mercado de espumas de alumínio em 2006, apresentando um novo método de fabricação. Pequenos componentes forjados teriam um grande volume no mercado e 100.000 peças seria possível, cada uma



pesando cerca de ½ kg. Atualmente no Brasil não há empresas fabricantes de espumas de alumínio, aumentando o interesse nas pesquisas do LdTM, visto a grande possibilidades de aplicação industrial.

2 MÉTODO DE OBTENÇÃO DA ESTRUTURA SANDUÍCHES

As espumas metálicas podem ser obtidas por varias rotas.^(4,5) A rota utilizada nas pesquisas do LdTM é pelo processo de metalurgia do pó,⁽⁶⁾ misturando pó de alumínio e uma agente espumante, no caso é utilizado o hidreto de titânio (TiH₂), que é pode ser produzido no LdTM/UFRGS. Esses dois pós são misturados em um moinho de bolas e compactados uniaxialmente. Em seguida esse compactado é levado a um forno com temperatura superior ao ponto de fusão do alumínio, nesta temperatura ocorre o fenômeno de dissociação do hidreto de titânio, em hidrogênio e titânio, provocando a expansão da espuma. A estrutura sanduíche pode ser obtida colocando o compactado junto com as chapas de alumínio ou aço no forno, como mostrado pela Figura 2. Essa estrutura sanduíche pode ser aplicada diretamente ou podendo ainda ser conformada, obtendo peças das mais variadas formas, conforme a aplicação final.

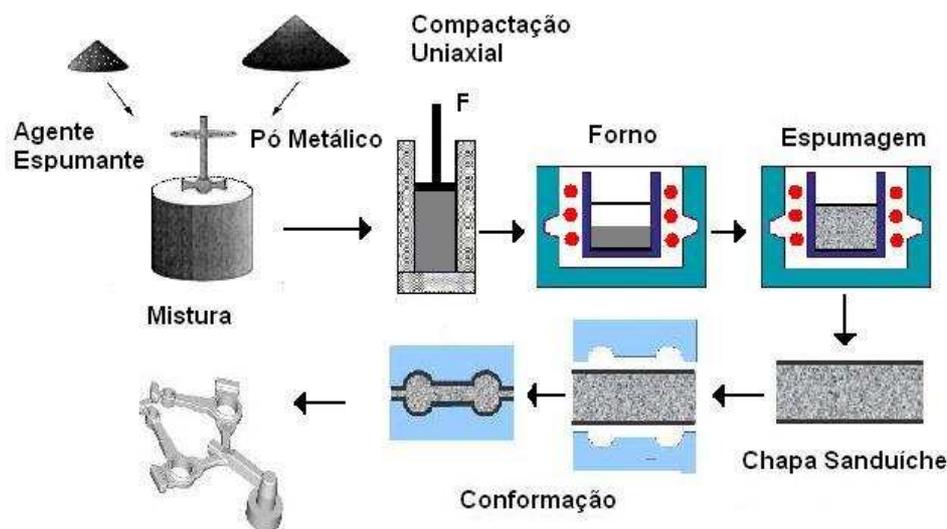


Figura 2: Esquema do processo de obtenção estruturas sanduíche de alumínio.

3 APLICAÇÃO

Muitas aplicações são possíveis com as espumas metálicas e chapas sanduíches, algumas delas são descritas nesse item.

3.1 Indústria Automotiva

A crescente demanda de segurança dos automóveis levou em muitos casos, a um maior peso veículo. Este conflito, com novas exigências para o baixo consumo de combustível, que necessitam de medidas adicionais de redução de peso. Além disso, especialmente na Europa e no Japão, os automóveis com reduzido comprimento são desejados. Esta redução, no entanto, não deverá ter lugar em detrimento do tamanho do compartimento do passageiro. Por isso, tenta-se



introduzir novos motores compactos ou reduzir outras estruturas para manter o conforto dos passageiros. Isto cria novos problemas com a dissipação de calor no compartimento do motor, porque todos os agregados são estreitamente espaçados, ou com falha de segurança, devido ao reduzido tamanho das zonas colisão. Por último, a necessidade de reduzir as emissões de barulho dos automóveis, levou à procura de um novo absorvedor de som. Alguns exemplos de aplicação são mostrados na Figura 3.

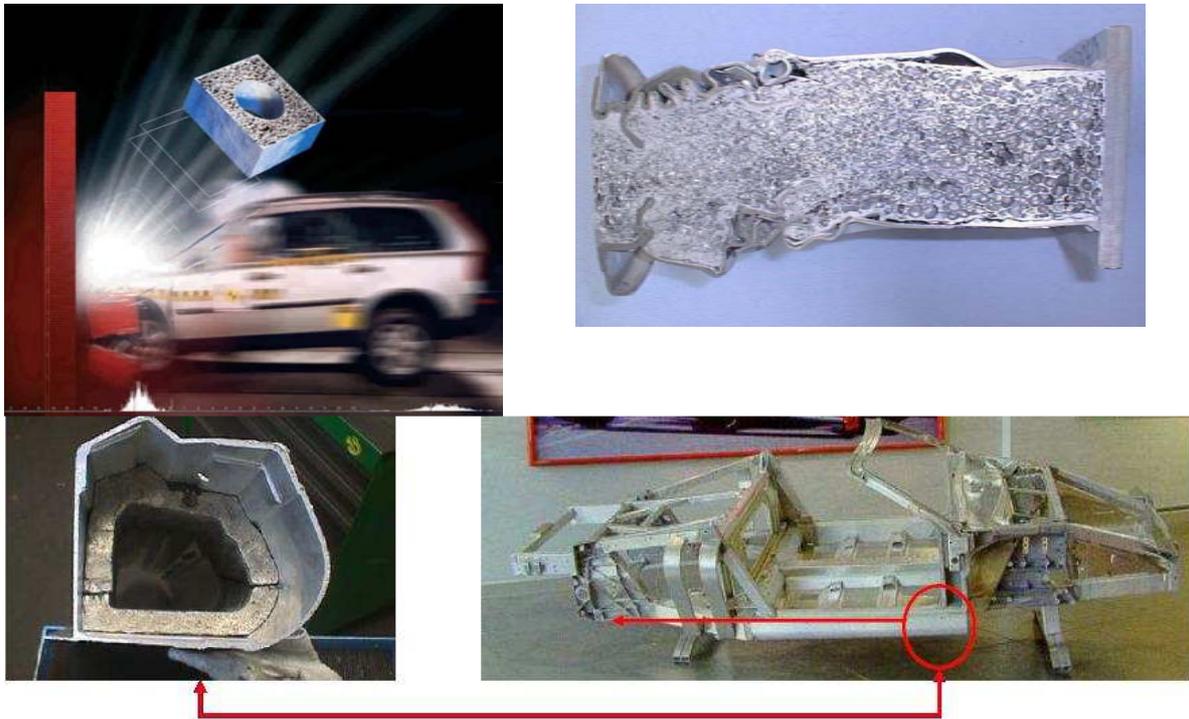


Figura 3: Exemplos de aplicação na indústria automotiva.⁽⁷⁾

Do mesmo modo que utilizado em estruturas automotivas, podem ser utilizados em na indústria ferroviária, porem com estruturas maiores. Trens japoneses utilizam blocos de $2,3\text{m}^3$, produzidos pela Alporas[®].⁽⁶⁾

3.2 Controle de Ruído

Existe o problema das vibrações indesejáveis de uma construção (máquinas, veículos etc.) que podem causar danos e levar à emissão de ondas acústicas (ruído). Como o módulo de Young da espumas de metal é mais baixo, comparado com o correspondente metal sólido, a frequência de ressonância de uma estrutura de espuma metálica serão geralmente deslocado para frequências mais baixas em comparação a uma construção convencional.

3.3 Indústria Aeroespacial

A substituição das estruturas por placas de espuma metálica ou painéis sanduíche poderia conduzir a um maior desempenho e custos reduzidos.⁽⁸⁾



Figura 4: Exemplo de aplicação aeroespacial.⁽⁸⁾

3.4 Utensílios de Cozinha

Em uma panela ou uma frigideira, o calor é adicionado a partir de baixo de uma maneira muito localizada, por exemplo, por uma chama. Preparar uma boa comida, muitas vezes exige uma área maior de temperatura constante. Na face inferior da chapa o transporte de calor é direcionado transversalmente, devido a alta condutividade da liga de alumínio densa. O transporte através da camada de espuma será muito mais lento. A condutividade térmica da espuma é da ordem 20 vezes inferior à do material denso.⁽⁹⁾



Figura 5: (a) panela convencional, panela de chapas sanduíche e (c) condutividade de calor na estrutura sanduíche.⁽⁹⁾

4 RESULTADOS OBTIDO NO LDTM

A espuma metálicas produzidas no LdTM, são obtidas a partir da mistura de pó de alumínio e hidreto de titânio, numa determinada proporção. Essa mistura é compactada em uma matriz cilíndrica ou retangular e posteriormente levada ao forno para aquecimento e expansão da espuma, proporcionando uma alta porosidade, aproximadamente 70%. Os melhores resultados foram obtidos com uma força de compactação de 450MPa e tempo no forno de 12 minutos a 700°C, com posterior resfriamento em água. A Figura 6 mostra uma amostra de espuma metálica de alumínio obtida, observa-se uma alta porosidade, que pode ser variado, conforme alguns parâmetros, como força de compactação, tempo e temperatura⁽¹⁰⁾ de espumagem e tamanho de partícula dos pós.



Figura 6: Amostra de espuma de alumínio obtida no LdTM.

Após a obtenção das espumas, foi realizado um ensaio de absorção de energia, variando a densidade das amostras, que foram medidas através do princípio de Arquimedes. Os resultados são mostrados na Figura 7. Observa-se que uma maior porosidade, proporciona uma maior absorção de energia, mas esse não deve ser o único parâmetro a ser considerado, pois o caráter estrutural também deve ser avaliado.

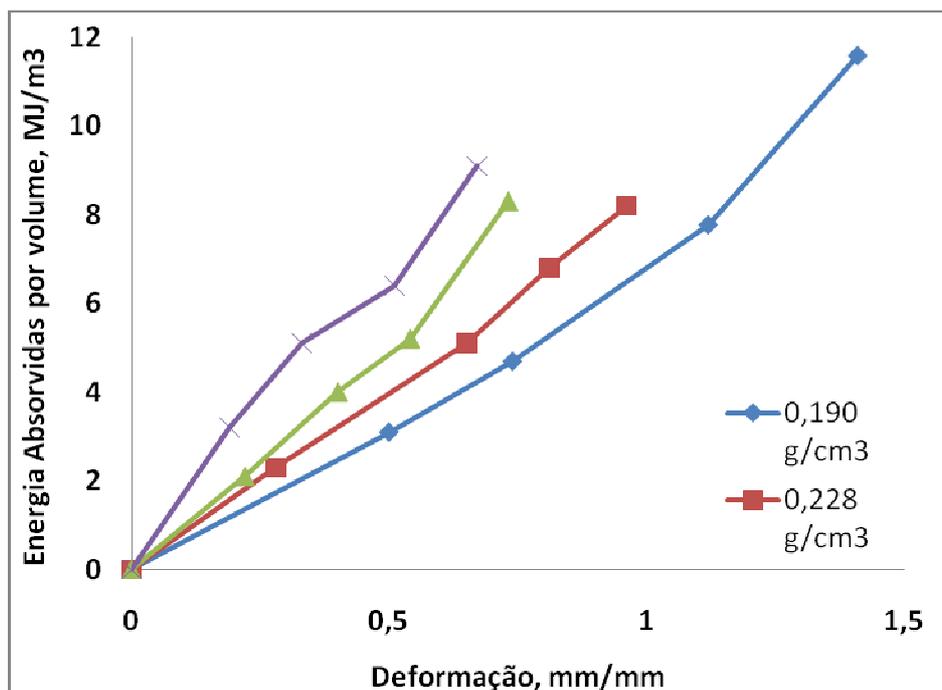


Figura 7: Resultado de energia absorvida pelas amostras de espumas metálicas de alumínio.

Foi realizado também um ensaio de compressão das amostras, variando a densidade, que é mostrado na Figura 8. Uma maior densidade, obtém-se uma maior valor de tensão de escoamento, porém uma pequena redução na deformação total da amostra.

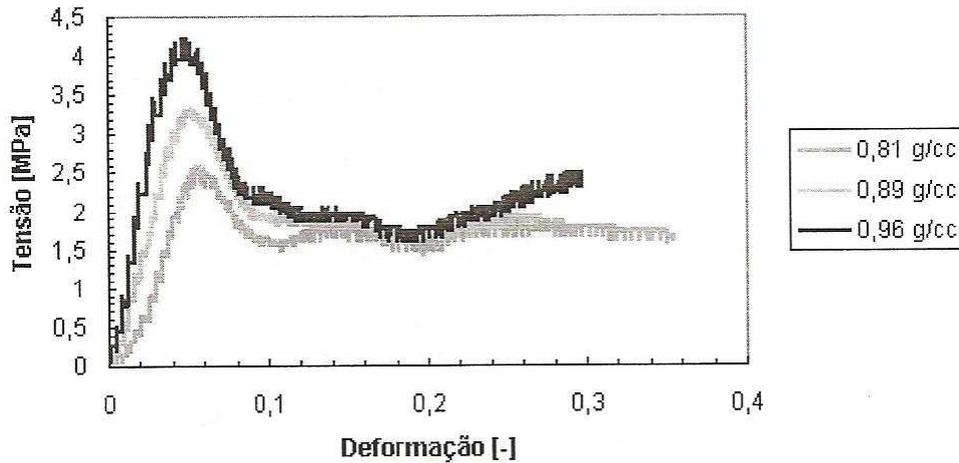


Figura 8: Ensaio de compressão da espuma metálica de alumínio.

5 CONCLUSÃO

As estruturas sanduíches são uma nova classe de material, mais leve, que vem ganhando mais interesse e aplicações, visto um grande aumento de instituições trabalhando nesta área. As chapas sanduíches obtidas nesse trabalho possuem uma densidade 5,5 vezes menor quando comparada a chapas de aço e duas vezes menor comparada a chapas de alumínio. Isso mostra que se trata de um material leve, podendo levar a redução de peso em estruturas em geral ganhado mais eficiência na absorção de energia em caso de impacto.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e as empresas Alcoa e Brats pelo fornecimento de matéria prima.

REFERÊNCIAS

- 1 DAXNER, T., et. al. Modelling of cellular metals. Handbook of Cellular Metals,. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, p. 245–280. 2002.
- 2 <http://www.ifam-dd.fraunhofer.de> (visitado em 02/02/2010).
- 3 BANHART, J., et. al. Porous metals and metallic foams: Current status and recent developments. *Advanced Engineering Materials*, n. 9, v. 10, p. 775-792, 2008.
- 4 BANHART, J. Manufacturing routes for metal foams. *Journal of Metals* v.52, p. 22-27, 2000.
- 5 BANHART, J. Manufacture, characterisation and application of cellular metals and metallic foams. *Progress in Materials Science*,v.46, p. 559–632, 2001.
- 6 5 YANG, C., NAKAE, H. Foaming characteristics control during production of aluminium alloy foam. *Journal of Alloys and Compounds*, n. 313, p. 188 – 191. 2000.
- 7 <https://www.fh-landshut.de> (visitado em 14/10/2009).
- 8 SCHWINGEL, D. et. al. Aluminium foam sandwich structures for space applications. *Acta Astronautica*, n. 61, pp. 326 – 330, 2007.
- 9 BANHART, J., SEELIGER, H. W.. Aluminium Foam Sandwich Panels: Manufacture, Metallurgy and Applications. *Advanced Engineering Materials*, n. 9, v.10, p. 793-802, 2000.
- 10 WANG, Z. Effect of heat treatments on the crushing behaviour and energy absorbing performance of aluminium alloy foams. *Materials and Design*. n. 30, p. 977–982, 2009.