

## Introdução

A soldagem GMAW (Gas Metal Arc Welding) ou MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas) é um processo que tem como fonte de calor o arco elétrico, utiliza eletrodo consumível e proteção gasosa. O eletrodo é aquecido por efeito Joule e funde pela passagem de corrente elétrica, começando assim a formação de gotas metálicas e posteriormente a sua transferência para região da poça de fusão. Na fig. 1 é apresentado de forma esquemática o processo.

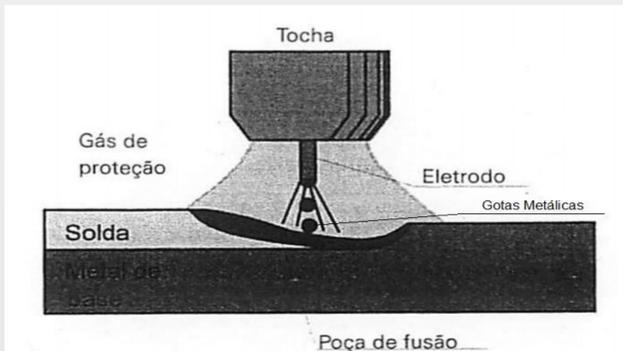


Fig.1 – Principais elementos do processo MIG/MAG. [Adaptado de Modenesi e Bracarense, 2009].

Conforme cita Machado [1996], o modo como ocorre a transferência de metal do eletrodo para peça é resultado de uma complexa interação de forças que são influenciadas por diversos parâmetros de soldagem, como tensão e corrente, por exemplo. Dentre os modos de transferência mais comuns estão o curto-circuito, o globular e o aerossol, que podem ser observados na fig.2, itens a, b e c, respectivamente.

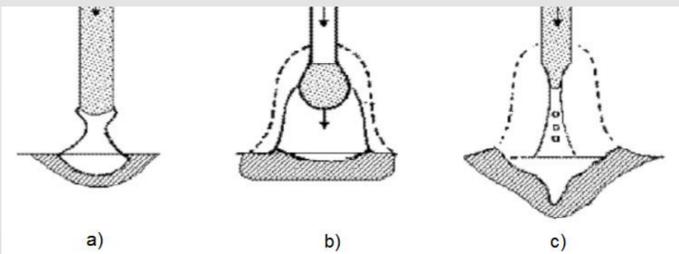


Fig.2 – Modos de transferência no processo GMAW. [Adaptado de Machado, 1996].

Existem várias técnicas para visualização do arco elétrico, como cita Modenesi [2007], dentre elas a fotografia/cinematografia, que consiste em utilização de fotografia com tempo de exposição extremamente pequeno e cinematografia de alta velocidade, na qual se utiliza câmeras com capacidade de captura de quadros em alta frequência.

## Objetivos

Os principais objetivos do trabalho são, a visualização da forma de transferência de metal do eletrodo para a peça utilizando a técnica de fotografia/cinematografia, a classificação quanto ao modo de transferência observado e a posterior comparação com os dados de tensão e corrente obtidos.

## Materiais e Métodos

Para realização da filmagem da região do arco elétrico foi utilizada a câmera de alta velocidade da fabricante Phantom, modelo V411. Acoplada a mesma foi utilizada uma lente NIKKOR 105mm/ f2.8, da Nikon, um filtro UV e lentes para soldagem sobrepostas. Aquisição foi feita com uma taxa de 8000 quadros por segundo e resolução de 512x512 pixels, sendo processada pelo software de aquisição PCC (Phantom Camera Control).

Para soldagem foi utilizado arame com diâmetro de 1.2mm, tanto para obtenção do modo de transferência curto-circuito quanto para aerossol, assim como o gás de proteção C10 (90% Ar e 10% CO<sub>2</sub>). Para curto-circuito foi utilizada a tensão de 24V e velocidade de soldagem de 6m/min. Para aerossol foi utilizada a tensão de 35V e velocidade de soldagem de 10m/min.

O procedimento consistiu em posicionar a câmera a uma distância segura de interesse e focalizar manualmente na região da tocha. A soldagem foi realizada pelo sistema automatizado por controle numérico computadorizado (CNC) Tartilope V4, que era responsável pelo movimento do corpo de prova durante a soldagem. A tocha foi mantida fixa e com distância bico de contato peça de 20mm.

## Resultados

Na fig.3 podemos observar as imagens obtidas para soldagem com os parâmetros 24V e 6m/min. A fig.3a representa a primeira abertura de arco. Na fig.3b já temos o arco elétrico estabelecido e podemos observar a formação da gota metálica. Na sequência podemos observar o desenvolvimento da gota, na fig.3c e instantes antes do contato com a poça de fusão, na fig.3d. Depois do contato com a poça ocorre a extinção do arco e posterior reabertura, fig.3d e fig.3e, indicando o modo de transferência curto-circuito. Na fig.4 temos os gráficos de tensão e corrente.

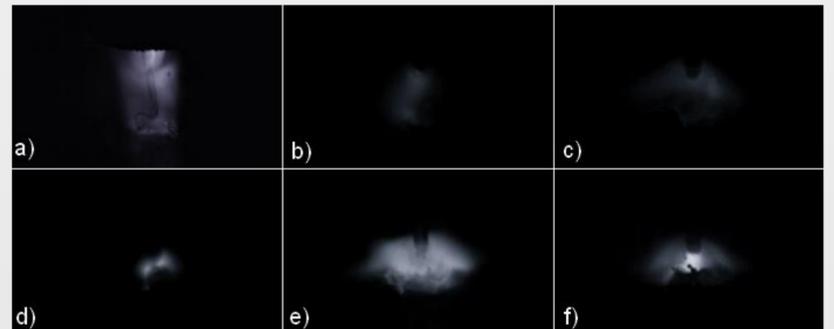


Fig.3 – Imagens Curto-circuito.

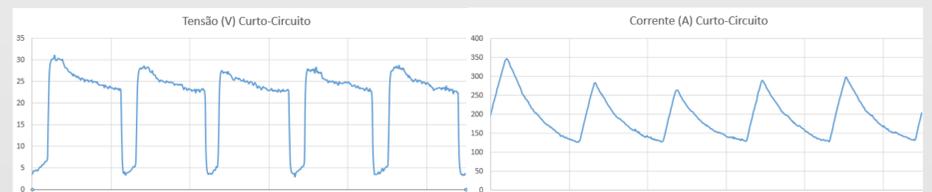


Fig.4 – Tensão e Corrente Curto- Circuito.

Na fig.5 podemos observar as imagens obtidas para soldagem com os parâmetros 35V e 10m/min. A fig.5a representa a primeira abertura de arco. Nas fig.5b e fig.5c temos o arco estabelecido com formação de gota de tamanho elevado mas que não toca a poça de fusão, indicando uma transferência globular. Nas fig.5d, fig.5e e fig.5f podemos observar o arco estabelecido e a redução do diâmetro das gotas metálicas, que agora são depositadas de forma mais constante, sugerindo o modo de transferência aerossol. Na fig.6 temos os gráficos de tensão e corrente.

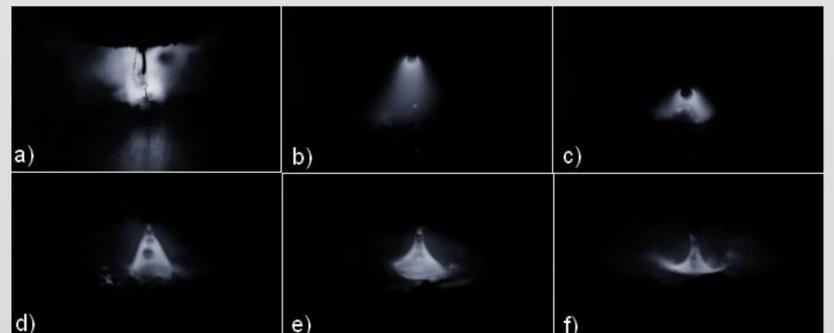


Fig.5 – Imagens Aerossol.

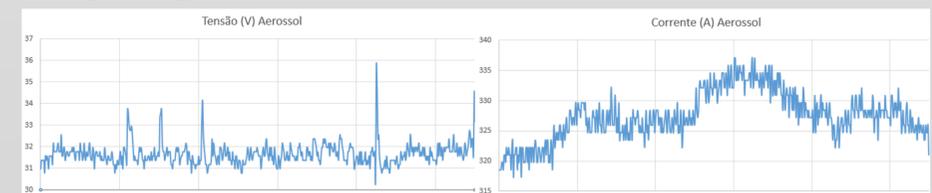


Fig. 6 – Tensão e Corrente Aerossol

## Conclusões

Foi possível observar os modos de transferência de curto-circuito, globular e aerossol nos experimentos realizados. Os melhores resultados foram obtidos no modo aerossol devido ao seu arco elétrico mais estável. As grandes variações de corrente e tensão e as instabilidades do arco elétrico no curto-circuito foram prejudiciais para qualidade da imagem, devido a grande variação de luminosidade causada pelas mesmas.

## Referências Bibliográficas

- Machado, I. G. Soldagem e técnicas conexas: processos. Editado pelo autor, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1996;
- Modenesi, P. J.; Bracarense, A. Q. Introdução à Física do Arco Elétrico E Sua Aplicação na Soldagem dos Metais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007;
- Modenesi, P. J.; Bracarense, A. Q.; Marques, P. V. Soldagem: fundamentos e tecnologia. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2009.