

### 3 Processos de soldagem

A seguir serão descritos os principais processos utilizados em soldagens circunferenciais dos aços ARBL. São eles: soldagem com eletrodo revestido, soldagem com arame tubular e a arco gás-metal. Entretanto, neste trabalho somente os dois primeiros serão avaliados.

#### 3.1 Soldagem com eletrodo revestido

No processo de soldagem com eletrodo revestido (SMAW), o arco elétrico é formado entre a peça e um eletrodo consumível, formado por um núcleo metálico e um revestimento que pode ser celulósico, básico, rúflico ou oxidante, dependendo da sua composição.

Para a soldagem de dutos de aço ARBL os tipos de eletrodos que são utilizados são o celulósico e o básico e por isso são os de nosso maior interesse.

Os eletrodos celulósicos possuem elevada quantidade de material orgânico (celulose) no revestimento, cuja decomposição pelo arco gera gases que protegem o metal líquido. São bastante adequados para a soldagem fora da posição plana, como a soldagem circunferencial de tubos e na execução de passes de raiz. A solda depositada com este tipo de eletrodo apresenta boas propriedades mecânicas, porém apresenta grande possibilidade de fragilização por hidrogênio, proveniente do revestimento.

Já os eletrodos básicos possuem em suas composições alta quantidade de carbonatos de fluorita, não apresentando substâncias orgânicas. Isso faz com que as soldas depositadas com este tipo de eletrodo tenham baixo teor de hidrogênio, minimizando a suscetibilidade de formação de trincas induzidas por hidrogênio.

### **3.2 Soldagem com arame tubular**

No processo de soldagem com arame tubular (FCAW), o arco elétrico é formado entre a peça e um eletrodo tubular metálico, contínuo e consumível, cujo interior é preenchido por um fluxo fundente. O arame tubular é um consumível que resulta em um metal depositado com baixo teor de hidrogênio, o que reduz a possibilidade de formação de trincas induzidas por hidrogênio na solda. As funções do fluxo são a estabilidade do arco, o controle da escória, a inclusão de elementos de liga e a proteção do metal de solda e da poça de fusão, que é feita pelos gases gerados pela queima do fluxo contido dentro do arame e pode ser suplementada por uma proteção gasosa externa. <sup>(1,5)</sup>

Com relação à proteção contra contaminação atmosférica, o processo de soldagem com arame tubular pode ser classificado em dois tipos: o processo com proteção gasosa (FCAW-G) e o processo auto-protegido (FCAW-S). No primeiro caso, uma proteção adicional é providenciada com a utilização de gás que flui através do bocal da tocha, já no segundo caso, a própria fusão do fluxo gera um gás protetor do metal de solda e da poça de fusão. <sup>(1,5)</sup>

### **3.3 Soldagem a arco gás-metal**

No processo de soldagem a arco gás-metal (GMAW) o eletrodo é contínuo e consumível e a proteção do arco e da poça de fusão é obtida por um gás ou mistura de gases. Se o gás utilizado for inerte (Ar ou He), o processo é chamado de MIG. Se o gás utilizado for ativo (CO<sub>2</sub> ou mistura de Ar / O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub>), o processo é chamado de MAG.

O processo de soldagem MAG, assim como o processo de arame tubular, utiliza consumíveis que depositam baixo teor de hidrogênio no metal de solda, minimizando a possibilidade de formação de trincas induzidas por hidrogênio na solda.

### 3.4 Comparação entre os processos de soldagem

O gráfico abaixo compara as quantidades de hidrogênio difusível depositada pelos diferentes processos de soldagem. Esta quantidade pode variar desde muito baixa até alta.

Para o processo GMAW a quantidade de hidrogênio varia de extra baixa a baixa. Para o processo FCAW com proteção gasosa a quantidade de hidrogênio pode estar entre baixa e alta. Já no processo SMAW a quantidade de hidrogênio depende da umidade do revestimento e do tipo de eletrodo usado, variando, assim, de extra baixa a alta.

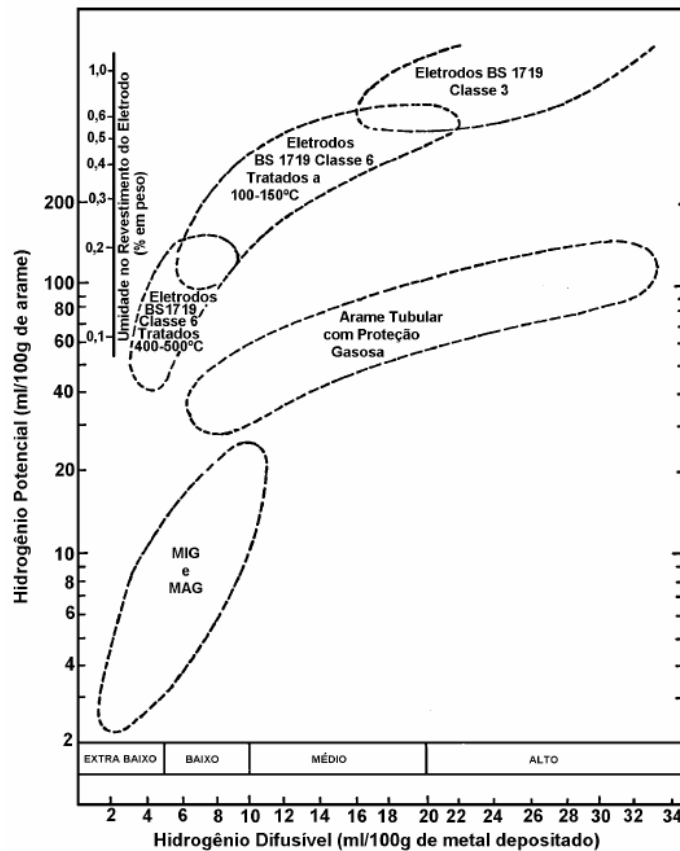


Figura 1: Comparação entre as quantidades de hidrogênio difusível depositado pelos diferentes processos de soldagem. <sup>(9)</sup>