

6.1 Conclusões

Dentro das condições experimentais adotados, os dados levantados sobre os possíveis efeitos da variante *MIG/MAG Térmico* permitem inferir, alicerçados na literatura técnica consultada, as seguintes conclusões:

- a) De maneira geral, foi observado que, dependendo da forma de onda implementada, a utilização da *pulsção térmica* no processo *MIG/MAG* apresenta-se como mais uma opção (ferramenta) na melhoria da qualidade final do metal aportado. Esta variante, por apresentar diferentes comportamentos do arco entre as fases de *pulso* e *base térmica*, afeta a dinâmica na região do arco (variação na frequência de destacamento e possíveis perdas em **UGPP** e na manutenção de ℓ_0) e, conseqüentemente, altera ciclicamente a taxa de deposição, a geometria do cordão (reforço, largura e penetração), o grau de diluição e a microestrutura na zona fundida e a largura da **ZTA**.
- b) Proposição de parâmetros que caracterizem a *pulsção térmica*
 - A adoção dos parâmetros *distância entre pulsos* (**D_{pt}**), *desnível térmico* (**D_t**), *ciclo ativo térmico* (**C_t**), aliados aos parâmetros já existentes como a *frequência térmica* (**F_t**) e a *corrente média total* (**I_{mt}**), auxiliam na caracterização da variante e na otimização das características desejadas para o depósito.
- c) Forma de onda e relação entre as dinâmicas do sistema de alimentação do arame
 - A forma de **onda I**, em função da modulação conjunta nos valores de **I_m** e **v_a** (igualdade entre **T_{xf}** = **T_{xa}**), permite uma ampla faixa na seleção do

pacote operacional, garante a condição **UGPP**, no intervalo de T_t , e a manutenção nos valores de ℓ_0 e ℓ ;

□ Para a forma de **onda II**, em função da modulação apenas no valor de **Im** (perda na igualdade $T_{xf} = T_{xa}$), poderá ocorrer a perda da condição **UGPP** (para materiais mais resistivos), em decorrência da mudança cíclica nos valores de ℓ_0 e ℓ . Além disso, a instabilidade na região do arco é incrementada pela constante variação na distância de projeção da gota metálica e na largura da coluna do arco e pela possibilidade da ocorrência de curto-circuito ou queima do bico de contato (a amplitude da oscilação em ℓ dependerá da relação $\frac{Im_{bt} \times t_{bt}}{Im_{pt} \times t_{pt}}$).

□ A dinâmica (sinal) do sistema de alimentação do arame, na passagem de **pt/bt** e **bt/pt**, é influenciada pela frequência térmica (F_t). Para um aumento contínuo em F_t é necessária uma resposta mais rápida do sistema para evitar que a forma de onda passe de retangular (em valores baixos de F_t) para trapezoidal (em valores médios de F_t) ou triangular (para valores altos de F_t).

d) Agitação da poça de fusão

□ A *pulsção térmica* provoca uma diferença no grau de agitação da poça entre as fases de *pulso* e *base térmica*. Na fase de *pulso térmico* o metal líquido apresenta-se mais agitado, em decorrência do maior valor de **Im** e da frequência de destacamento das gotas metálicas;

□ Para a forma de **onda II** o mecanismo de agitação é mais complexo, em face do efeito adicional da variação cíclica de ℓ_0 e da distância de projeção da gota.

e) Avaliação estatística do relacionamento entre as características do depósito e os parâmetros que caracterizam a *pulsção térmica*

□ Através do projeto fatorial, foi possível avaliar que a manipulação sistemática, individual ou em conjunto, dos parâmetros envolvidos na *pulsção térmica* permite variar as características apresentadas pelo depósito, numa faixa compreendendo valores impraticáveis até condições otimizadas da microestrutura e da geometria da zona fundida. Além disso, é

importante ressaltar que o estudo da exata correlação entre o pacote de *pulsção térmica* e a sua resposta sobre as características finais do cordão precisa ser aprofundado.

6.2 Recomendações para trabalhos futuros

- a) Fazer um estudo a respeito da relação entre os parâmetros de *pulsção térmica* e a formação da banda de subestrutura grosseira na interface térmica;
- b) Avaliar o efeito do aumento da largura média da **ZTA** sobre um possível aumento na região regenerada durante a soldagem multipasse;
- c) Relacionar os parâmetros de *pulsção térmica* com as propriedades (resposta) mecânicas do depósito;
- d) Avaliar a diferença no grau de diluição, entre as fases de **pt** e **bt**, sobre o mecanismo de resistência à cavitação (evolução das frações volumétricas de martensitas α' e β) em revestimento aplicado na recuperação de turbinas hidráulicas;
- e) Avaliar o efeito metalúrgico de diferentes misturas gasosas durante a soldagem com *pulsção térmica*;
- f) Fazer um estudo sobre o verdadeiro mecanismo envolvido na anomalia da **ZTA** (inércia na fronteira inferior, isoterma em **A_{c1}**), durante a soldagem com *pulsção térmica*;
- g) Relacionar estatisticamente os parâmetros de *pulsção térmica* com o aspecto e o tamanho apresentado por **FA**.