

"Que mal pode fazer um pontinho de solda? Para fixar um parafuso... para restringir o movimento de uma luva ... ou mesmo para posicionar uma estrutura que será soldada. A prática do ponteamento talvez seja, na área de soldagem, a mais utilizada em indústrias mecânicas, mas poucos sabem os efeitos metalúrgicos que um ponto de solda pode promover nos diferentes tipos de materiais."

1 - O QUE É O PONTEAMENTO?

O ponteamento de solda é uma prática muito utilizada quando se deseja fixar partes de componentes, normalmente para executar uma soldagem posterior. Também tem sido utilizado para evitar que ocorra movimento relativo entre partes de um equipamento quando este é colocado em serviço, muito embora esta não seja considerada "boa prática" em engenharia.

2 - EXISTE ALGUM PROBLEMA EM EXECUTAR UM PONTO DE SOLDA?

Nenhum, se o ponto de solda é realizado como uma etapa anterior à soldagem e tanto o procedimento como o soldador são qualificados. Muitos problemas podem ocorrer, no entanto, quando se utiliza o ponteamento em componentes sujeitos a carregamentos cíclicos (inclusive térmicos), principalmente em materiais de elevada temperabilidade e/ou materiais de baixa ductilidade.

3 - QUE TIPO DE PROBLEMA PODE OCORRER QUANDO SE REALIZA UM PONTO DE SOLDA?

Para melhor explicar os problemas que podem ocorrer em um ponto de solda serão brevemente apresentados alguns conceitos básicos sobre ciclos térmicos.

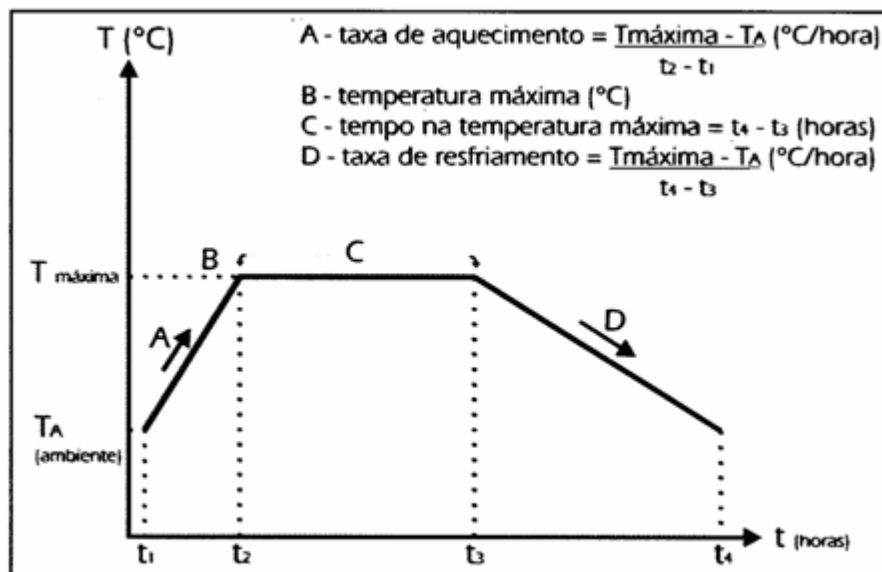


Figura 1 - Esquema simplificado de um ciclo térmico de normalização de um aço baixa liga, por exemplo.

3.1 – Ciclos Térmicos

Um ciclo térmico é uma variação de temperatura com o tempo. Existem ciclos térmicos de tratamentos térmicos, de soldagem e de conformação mecânica, entre outros, cujos principais parâmetros estão representados na figura 1. Verifica-se nesta figura, que ilustra um ciclo de tratamento térmico de normalização de um aço baixa liga, que os principais parâmetros são taxa de aquecimento, temperatura máxima, tempo de permanência na temperatura máxima e taxa de resfriamento.

Todos sabem que os materiais metálicos, e principalmente as ligas ferrosas, apresentam transformações com a temperatura, e muitas destas transformações ocorrem de forma diferente dependendo dos ciclos térmicos. Aços baixa liga com maiores teores de elementos de liga e principalmente com maior teor de carbono podem variar completamente suas propriedades em função dos ciclos térmicos impostos, onde as principais transformações ocorrem no resfriamento. Dessa forma, se variarmos as taxas de resfriamento impostas a um aço AISI 4140 após austenitização, por exemplo, podemos variar sua dureza desde 90 HRB.

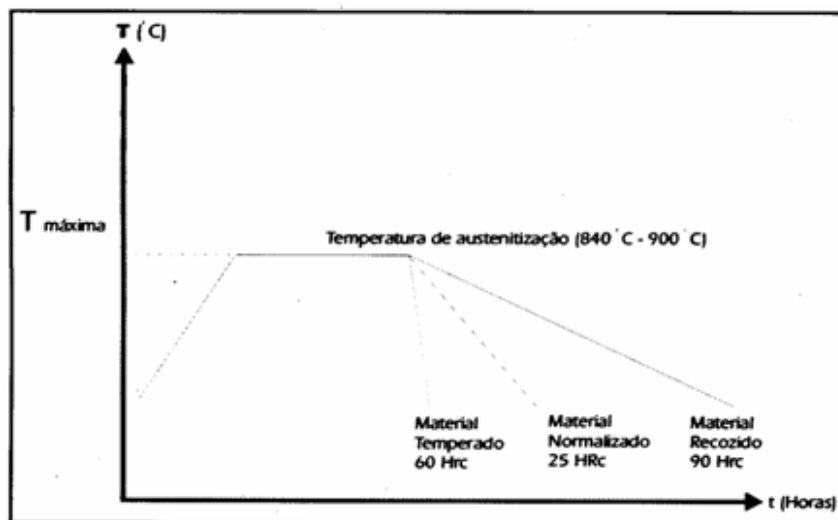


Figura 2 - Esquema que ilustra a variação de durezas com a variação da taxa de resfriamento de um aço AISI 4140.

Mas um ciclo de tratamento térmico é muito diferente de um ciclo de soldagem, pois no tratamento térmico é possível controlar as taxas de aquecimento e de resfriamento impostas, além de que o material todo aquece e resfria, com pequenas variações de temperatura entre a superfície e o centro da peça. No caso da soldagem, ao contrário, não existe um único ciclo térmico imposto ao material, mas sim muitos, pois como a fusão é localizada, existem muitas temperaturas máximas atingidas ao longo do material, como ilustrado na figura 3, muito embora a taxa de resfriamento não seja muito diferente para todas estas regiões.

Pode-se constatar, portanto, que nos ciclos térmicos de soldagem as características gerais são de:

- elevadíssima taxa de aquecimento (quase instantânea);
- temperaturas máximas variáveis com a distância, chegando próximas à temperatura de fusão nas adjacências da região fundida (veja repartição térmica, fig 4);
- pequenos tempos de permanência na máxima temperatura e
- taxas de resfriamento muito mais elevadas do que as taxas de resfriamento dos tratamentos térmicos (observe que o gráfico esquemático apresenta a unidade de tempo em segundos comparativamente a um gráfico de tratamento térmico com a unidade em horas).

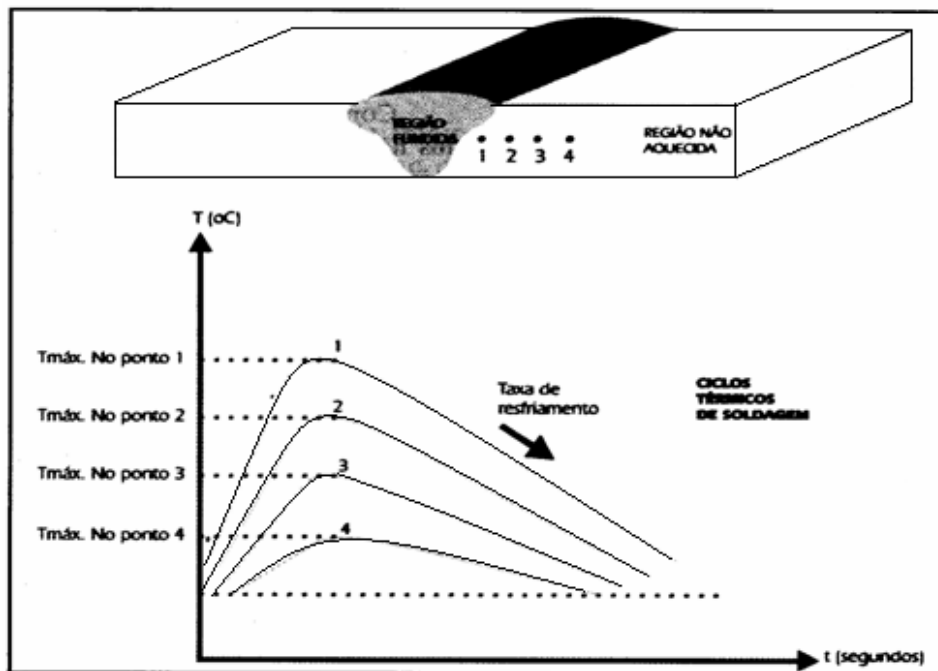


Figura 3 - Ciclos térmicos de soldagem.

Se um aço AISI 4140 atinge durezas muito altas durante sua têmpera, imaginem o mesmo aço após um ciclo de soldagem! As taxas de resfriamento muito elevadas, associadas ao tensionamento de contração da solda, podem causar seu trincamento ainda durante a soldagem, caso não seja utilizado o pré-aquecimento adequado. O pré-aquecimento atua diminuindo as taxas de resfriamento, como pode ser visualizado na figura 5, o que reduz as tensões de contração e evita o trincamento, muito embora a dureza da região de solda ainda permaneça elevada (exigindo um tratamento térmico de alívio posterior). Logo, quando se realiza a soldagem deste tipo de material, deve-se utilizar um procedimento que inclua o pré-aquecimento e o alívio de tensões.

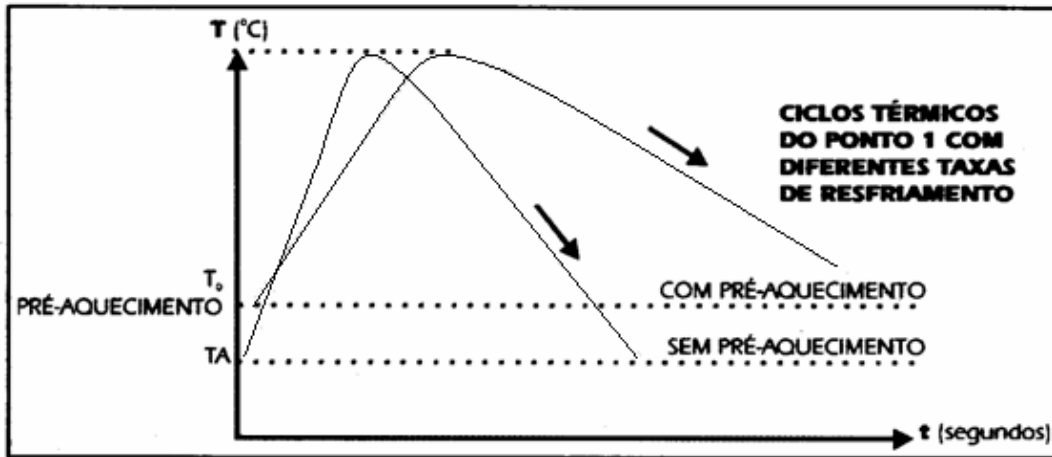


Figura 5 - Efeitos do pré-aquecimento na taxa de resfriamento.

Voltando à pergunta sobre que tipo de problema pode ocorrer no ponteamento... Basta visualizar a troca de calor de um cordão de solda e compará-la com a de um ponto de solda (figura 6) para entender que os ciclos térmicos nas adjacências de um ponto são muitíssimo mais curtos e, com certeza, não somente as taxas de resfriamento são muito mais elevadas como o tensionamento imposto é absurdamente maior, principalmente porque o ponto é utilizado para fixar partes e, portanto, com alta restrição.

Logo, percebe-se que os problemas de um ponto de solda estão relacionados à capacidade de acomodar tensões. Se não forem utilizados procedimentos adequados para pontear ou se o ponteamento for conduzido em materiais que

se fragilizam, pode ocorrer o trincamento das adjacências do ponto de solda. Aberturas de arco indevidas na superfície destes materiais também são problemáticas.

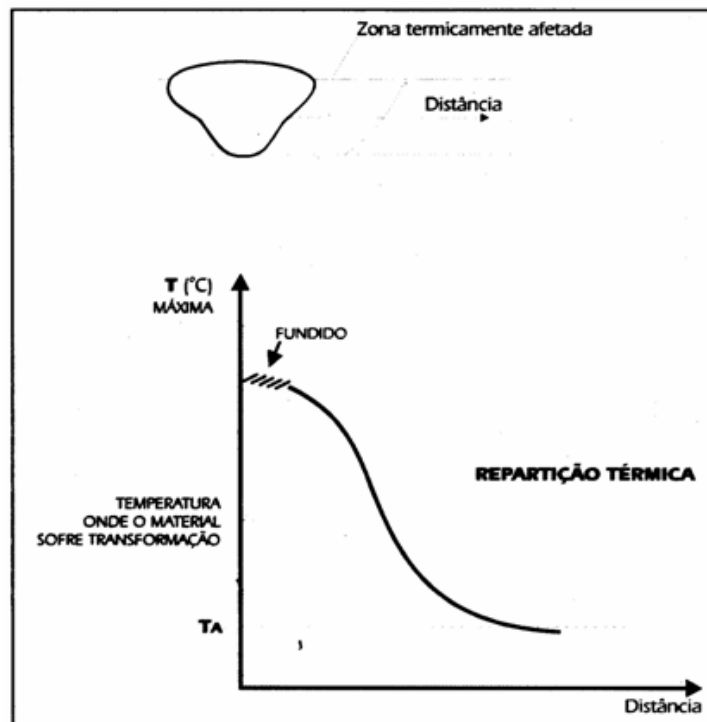


Figura 4 - Repartição térmica de uma solda.

4 - QUAIS OS MATERIAIS QUE NÃO DEVEM SOFRER PONTEAMENTO?

Com certeza os ferros fundidos não devem sofrer ponteamento, pois sua capacidade de acomodar tensões é muito baixa e mesmo utilizando um consumível austenítico é um procedimento de soldagem qualificado, ocorrem trincas ainda durante a soldagem (fig 7).

Ponteamento de parafusos e luvas também não são indicados, pois estes componentes são confeccionados nos mais variados tipos de aço e com os mais variados tipos de revestimento, quase sempre apresentando problemas nos pontos de solda.

Eixos ou estruturas sujeitas a carregamentos cíclicos (inclusive de natureza térmica, ou seja, em equipamentos que trabalham com ciclos de aquecimento e resfriamento) não devem ser ponteados em regiões que não serão soldadas, principalmente se não for realizado o alívio do equipamento, pois as tensões residuais e os possíveis defeitos superficiais podem favorecer trincamentos por fadiga.

Aços inoxidáveis não devem ser ponteados em regiões que estarão expostas ao meio agressivo, pois a estrutura formada no ponto de solda e o alto tensionamento da região podem ser responsáveis por corrosão prematura.

Aços de alta temperabilidade (como os aços baixa liga ao Cr e Ni 41xx e 43xx-, ao Cr-Mo, de médio ou alto carbono, e inoxidáveis martensíticos, entre outros) não podem ser ponteados a frio e nem podem ser ponteados sem sofrer posterior alívio.

5 - O PONTEAMENTO NECESSITA DE UM PROCEDIMENTO QUALIFICADO?

Sim, o mesmo procedimento de soldagem a ser adotado para o material.

6 - E O SOLDADOR TAMBÉM PRECISA SER QUALIFICADO?

Sim, segundo o procedimento de soldagem adotado ou segundo um corpo-de-prova específico de ponteamento (de acordo com a AWS). Este é um dos principais problemas do ponteamento em grandes empresas, pois durante a etapa de posicionamento e montagem nem sempre são os soldadores que executam o ponteamento.

Muitas vezes é o pessoal de caldeiraria que monta o equipamento ou estrutura que será posteriormente soldado, e a maioria das vezes sem o procedimento em mãos. O que acontece é que muitas vezes o ponteamento é realizado a frio em uma condição onde o procedimento de soldagem prevê o pré-aquecimento, ocorrendo a formação de trincas embaixo dos pontos.

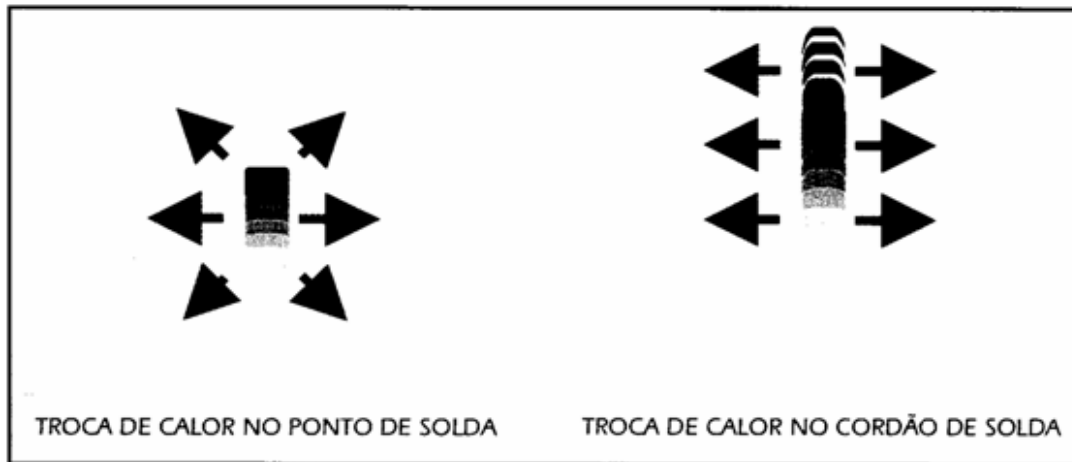


Figura 6 - Esquema representativo da troca de calor nas adjacências de um ponto em comparação com um cordão de solda.

7 - QUAIS SÃO AS RECOMENDAÇÕES QUANDO SE PRETENDE PONTEAR UM EQUIPAMENTO OU ESTRUTURA?

1 . ponteamento para restringir o movimento relativo entre componentes que serão colocados em operação não é uma boa prática de engenharia. Existem vários dispositivos mecânicos que se apresentam mais adequados e que não comprometem as características metalúrgicas dos materiais.

2. no ponteamento de materiais a serem posteriormente soldados deve-se:

- conhecer o procedimento de soldagem do material e utilizar o mesmo procedimento (principalmente na questão do préaquecimento);
 - sempre que possível utilizar gabaritos para realizar o ponteamento;
- se possível pontear somente em regiões que serão soldadas depois, ou seja, não deixar regiões de ponteamento expostas (em " gambiarras ");
- os pontos devem ser soldados em comprimentos mínimos na ordem de 15 a 20 mm;
 - não deixar que os pontos formem crateras, enchendo com um pouco mais de solda;
 - esmerilhar os pontos de início (abertura de arco) e término do ponteamento antes de soldar sobre os pontos;
 - se os pontos se situarem em regiões que permanecerão expostas, esmerilhar a região para remover o ponto após a soldagem e realizar um ensaio de LP para avaliar se houve a formação de trincas;
 - se for realizado o alívio localizado, deve-se garantir que todas as regiões que foram ponteadas estão na temperatura de alívio (dentro da região controlada por termopares).

Finalmente, é importante ressaltar que muitas falhas de equipamentos são atribuídas às regiões de abertura de arco indevida e ao Ponteamento inadequado, muito embora exista pouca disseminação sobre o assunto. Este artigo tem, portanto, a finalidade de alertar para este pequeno detalhe, que pode fazer a diferença na qualidade de seu produto.

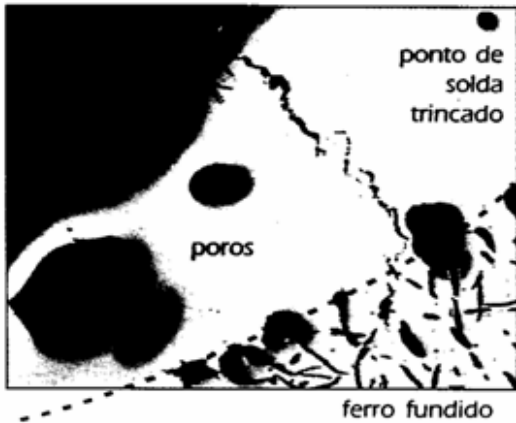


Figura 7 - Micrografia de um componente de ferro fundido ponteadado com um consumível de aço inox austenítico, evidenciando o trincamento ocorrido ainda na soldagem. Microscopia ótica. 50x. Sem ataque.

Annelise Zeemann é engenheira mecânica, M.Sc. em Eng. Metalúrgica e de Materiais no PEMM COPPE/UFRJ, e Diretora Técnica da Empresa de Consultoria Tecmetal, que atua em análise de materiais e consultoria em engenharia mecânica e metalúrgica.

É professora no curso de Engenheiros de Soldagem do Senai junto com a SLV de Mannheim e professora no Curso de Engenheiros de Soldagem da Unitau - Taubaté.

Texto retirado da revista Soldagem & Inspeção, Ano 4 – Nº 7