

Plano de implantação de soldagem elétrica com caminhão de solda

Paulo Lobato

Especialista ferroviário – BR FERROVIA

e-mail: brferrovia@brferrovia.com.br

RESUMO: A soldagem de via férrea é uma atividade presente tanto na manutenção quanto na construção de novas linhas. O modelo correto de soldagem deve ser definido, levando-se em consideração os recursos disponíveis, a capacidade técnica dos profissionais, a produção esperada total e diária, entre outros aspectos. O modelo de soldagem elétrica tem sido escolhida por muitas ferrovias e empreiteiros para a formação de trilhos longos soldados na linha ou fora da linha. Este artigo tem por objetivo apresentar um plano de implantação de um processo de soldagem elétrica “on track”, utilizando um caminhão de solda elétrica.

1 INTRODUÇÃO

As juntas em vias férreas são consideradas um mal necessário para a maioria das ferrovias pois são pontos frágeis da via permanente, principalmente porque são mais suscetíveis ao desenvolvimento de desnivelamentos. Portanto, é imprescindível eliminar as juntas desnecessárias. E a forma mais barata de se eliminar juntas é através da soldagem na própria linha.

Atualmente, nas ferrovias brasileiras, os dois métodos mais usuais para este tipo de serviço são os de soldagem aluminotérmica e elétrica (Flash-Butt Welding). Neste sentido, este documento tem como objetivo apresentar o plano de implantação genérico de um processo de soldagem elétrica móvel, abordando os seguintes aspectos:

1. Modelos de soldagem móvel
2. Processos de soldagem de trilho on-track
3. Especificação de caminhão de solda elétrica
4. Premissas de operação
5. Premissas de manutenção
6. Premissas de saúde e segurança
7. Premissas de meio ambiente
8. Start up e ramp up de processo.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Modelos de soldagem móvel de trilhos

2.1.1 Turma de solda aluminotérmica

O Processo Aluminotérmico tem sido bastante utilizado em aplicações específicas, onde outros processos de soldagem existentes não apresentam a flexibilidade e condições adequadas para realização da solda no campo. É um processo que não possui relação com outros processos existentes, por ser baseado em reação química entre materiais ferrosos ou não ferrosos e o alumínio.

Assim de uma forma geral, trata-se tipicamente de um processo que envolve uma reação do alumínio com um óxido-metálico, dando como resultado final o metal líquido que se forma na reação química.



Figura 1 - Soldagem aluminotérmica [4]

2.1.2 Soldagem a gás

De acordo com o Indian Railways Institute of Civil Engineering, a soldagem a gás, ou Gas Pressure Welding (GPW), não é um processo de fusão, mas uma técnica de junção de fase sólida de trilho através do aquecimento dos topos de dois trilhos, utilizando a mistura dos gases oxigênio e acetileno. A alta pressão aplicada em ambos os trilhos em temperaturas de 1.250 °C a 1.300 °C causam a junção das pontas dos trilhos.



Figura 3 - Soldagem a gás [4]

2.1.3 Cabeçote de soldagem elétrica

Este equipamento consiste de um cabeçote de soldagem elétrica, conhecido como “Flash Butt Welder”, que pode ser montado sobre um caminhão rodoferroviário ou na lança de uma escavadeira. Este cabeçote é concebido para soldagem de barras de vários tamanhos formando trilhos longos soldados (TLS) “on-track” ou “off-track”.



Figura 4 - Container de soldagem elétrica (Thiago Viana, 2011)



Figura 5 - Equipamento de soldagem elétrica (Thiago Viana, 2011)

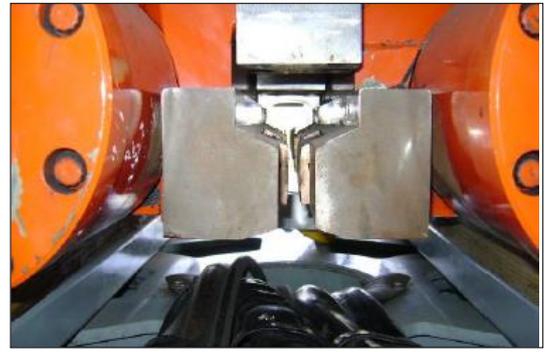


Figura 2 - Eletrodos de soldagem (Thiago Viana, 2011)

A soldagem elétrica é um método de junção de metais em que o calor necessário para forjamento é gerado pela resistência dos trilhos à passagem de uma corrente elétrica. O equipamento vai trabalhar comprimindo a extremidade de uma barra contra a outra, derretendo o metal em um processo controlado através da circulação de corrente. O processo se dá da seguinte maneira:

1. Os dois trilhos são presos firmemente por duas garras com eletrodos;
2. Enquanto uma barra é mantida estacionária, a outra é aproximada até quase haver o contato das duas.
3. Uma corrente elétrica é então imposta às duas barras. Neste processo, calor é gerado e o fagulhamento se inicia.
4. As extremidades são afastadas e aproximadas diversas vezes de acordo com número de ciclos, sequência e taxa pré-determinados.
5. Quando a temperatura atinge o limite de fusão, as extremidades dos trilhos são pressionadas uma contra a outra, com uma força específica, ocorrendo a soldagem.

2.2 Processo de soldagem elétrica na linha

Visto que algumas ferrovias brasileiras possuem grande variedade de trilhos aplicados e com diferentes níveis de desgaste, existem certas restrições quanto à soldagem elétrica de trilhos distintos e a diferença máxima entre topos de trilhos permitida é de 3 mm. Assim, se faz necessário a inspeção preliminar do local de soldagem e o planejamento detalhado da atividade antes da mobilização dos recursos.

No entanto, de forma geral, o processo de soldagem na linha (on-track) se dá da seguinte maneira:

1. Retirada da fixação (ponteamento antes da faixa);
2. Corte dos trilhos;

3. Esmerilhamento da alma;
4. Puxamento, nivelamento e alinhamento dos trilhos;
5. Soldagem;
6. Rebarba da solda;
7. Resfriamento (acompanhamento com pirômetro);
8. Verificação do alinhamento após a solda;
9. Esmerilhamento do boleto e lixamento da alma;
10. Recolocação da fixação.

- O cabeçote deve girar até 90° no próprio eixo permitindo soldagem de barras transversalmente ao container;
- O modelo deve ser containerizado adaptado para instalação em prancha rodoviária;
- Recebimento do equipamento no porto deve ser feito por representante do fornecedor;
- Comissionamento do equipamento deve ser feita por operador qualificado;
- Deve ser elaborado um programa de treinamento e operação assistida;
- Operadores devem ser certificados pelo fornecedor;
- Comprometimento do fornecedor que peças sobressalentes deverão ser fornecidas durante 10 anos mantendo leadtime acordado no contrato de aquisição.

3 PREMISSAS BÁSICAS DE PROJETO

3.1 *Especificação técnica de caminhão de solda elétrica*

Caminhões de solda elétrica geralmente são utilizados em ferrovias de grande extensão na atividade de manutenção de eliminação de juntas de trilhos ou na construção de linhas novas que não possuem um estaleiro de solda disponível. Neste sentido, se faz necessário um equipamento com flexibilidade para atuar tanto em modo rodoviário quanto ferroviário e agilidade para percorrer longas distâncias em curto espaço de tempo. A fim de garantir a maior segurança na operação e melhor operabilidade e manutenibilidade, a especificação técnica deste equipamento, atuando no Brasil, deve conter os seguintes requisitos básicos:

- Equipamento deve ser capaz de soldar, rebarbar e esmerilar trilhos TR37, TR45, TR50, TR57, TR68 e TR70;
- Tanque de combustível deve ser suficiente para garantir trabalho ininterrupto de no mínimo 6 horas efetivas e 24 soldas realizadas;
- O equipamento deve possuir sistema de refrigeração e sistema de controle de incêndio;
- O guindaste deve possuir trava de segurança para viagem;
- O guindaste deve possibilitar deslocamento de máquina horizontalmente de um trilho para o outro;
- O guindaste deve pivotar em no mínimo 20° permitindo soldagem lateralmente ao container;

Um dos pontos de atenção quanto à aquisição do equipamento se refere à assistência técnica pós-venda. A máquina de solda elétrica pode ser facilmente operada por soldador experiente devidamente treinado, no entanto, esta é uma tecnologia recentemente introduzida no país, assim, a formação de mantenedor gabaritado para realizar manutenção deste equipamento demandará tempo. Por este motivo é indispensável que o fornecedor escolhido tenha corpo técnico e estrutura de manutenção no Brasil.

3.2 *Operação*

3.2.1 *Pessoal*

No caso de operação em um único turno, sugere-se dividir a equipe em dois grupos: operação do caminhão e apoio de via permanente. Sendo que o primeiro ficará responsável pela realização das soldas em si e o segundo ficará responsável pelos serviços de via para preparar a linha para soldagem e fechar a linha pós-soldagem. Este grupo de apoio de via deve ser cativo e sob a mesma supervisão do outro grupo a fim de garantir sincronia da programação de ambos. Desta forma, a equipe deve ser composta dos seguintes profissionais:

Tabela 1 - Profissionais da equipe de operação do caminhão

Função	Responsabilidade	Requisitos	Quantidade
Operador do cabeçote	Operar container e garantir qualidade da solda	Técnico Experiência em soldagem	1
Eletro-mecânico	Auxiliar operador e manter equipamentos	Técnico Experiência em manutenção eletro-mecânica	1
Condutor	Conduzir caminhão rodoferroviário	Ensino médio CNH D Condução de veículos ferroviários	1

Tabela 2 - Profissionais da equipe de apoio de via permanente

Função	Responsabilidade	Requisitos	Quantidade
Encarregado	Planejar serviços e coordenar equipe de soldagem e via	Técnico	1
Mantenedor	Realizar serviços	Ensino médio	5

3.2.2 Treinamentos

Os profissionais da equipe de soldagem deverão receber os treinamentos de operação da máquina de solda, manutenção do equipamento, noções básicas de via permanente, noções básicas da operação da ferrovia onde estiver atuando, noções de saúde e segurança voltado para o cumprimento da sua atividade, normas regulamentadoras referentes à atividade.

O condutor do caminhão deverá receber treinamento extra referente a veículos automotores, equipamentos móveis e condução de equipamentos ferroviários.

A fim de reduzir o tempo de implantação do processo, os treinamentos que não dependem do fornecedor do equipamento deverão ser realizados antes da chegada do mesmo.

3.2.3 Estrutura de apoio de via permanente

Para realização dos serviços de operação e manutenção do caminhão de solda e realização dos serviços de via permanente, se faz necessário municiar a equipe com as ferramentas básicas de manutenção de via, equipamentos de pequeno porte, equipamentos de proteção individual.

Além disso, a fim de garantir a logística da equipe e material, é necessário um caminhão carroceria munck rodoferroviário, conforme figura abaixo.



Figura 6 - Caminhão carroceria munck cabinado rodoferroviário

3.2.4 Premissas de saúde e segurança

O projeto deve ser planejado de forma que, durante e após o comissionamento, sejam atendidos os requisitos das normas regulamentadoras brasileiras referentes à saúde e segurança dos empregados durante a realização das atividades. Os requisitos das atividades críticas relacionadas ao processo de soldagem de trilho com caminhão de solda elétrica são definidos pelas seguintes normas regulamentadoras:

- Norma regulamentadora 3 - Embargo ou interdição;
- Norma regulamentadora 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- Norma regulamentadora 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

Neste sentido, no que tange pessoas, os operadores e mantenedores devem:

- Realizar exames médicos para comprovar a capacidade laboral para a atividade de trabalho em altura.
- Os profissionais devem receber capacitação que contemple:
 - Prevenção de Riscos em Equipamentos Móveis;
 - Direção Preventiva, para operadores de equipamentos móveis que se deslocam sobre rodas, não importando a via;
 - Prevenção de Riscos em Bloqueio e Sinalização;
 - Prevenção de Riscos em Instalações Elétricas e Serviços com Eletricidade;
 - Segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) para os profissionais que executam

atividades no mesmo ou em suas proximidades;

- Primeiros Socorros.
- Os profissionais que executam atividades em instalações elétricas e serviços com eletricidade devem comprovar que sejam qualificados, capacitados ou habilitados.

3.2.5 Aspectos de meio ambiente

Durante o processo de soldagem são geradas fagulhas que apesar de serem contidas por dispositivo corta-fogo, podem por ventura incendiar um dormente. Desta forma, é importante que o container tenha extintores para combater princípios de incêndio. Além disso, pode-se instalar um sistema de aspersão pressurizada de água no interior do container.

3.2.6 Start up e ramp up

Considera-se startup, o comissionamento e o treinamento da equipe que devem ser simultâneos. O tempo de treinamento mínimo do fornecedor deve ser de 60 horas prático-teórico, mais 30 dias de operação assistida. A estrutura mínima necessária para realiza-los é:

- Sala de treinamento;
- Oficina mecânica;
- Estrutura de apoio completa da equipe de via permanente;

Devem participar do treinamento:

- Equipe de operação e manutenção do caminhão de solda elétrica;
- Equipe de manutenção de via permanente (parcialmente);
- Responsável pela implantação;
- Responsável pela capacitação;
- Responsável de implantação do estaleiro de solda;
- Equipe técnica que ministrará o treinamento.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Considerando a equipe e recursos completos descritos no planejamento acima, espera-se uma capacidade produtiva na eliminação de juntas na linha de 4 soldas por hora. Esta capacidade produtiva é substancialmente superior à soldagem aluminotérmica que pode ser estimada em 1 solda por hora. Além disso, a soldagem elétrica é geralmente considerada superior à soldagem aluminotérmica, uma vez que [6]:

- A soldagem elétrica é um processo de forjamento e, neste caso, a resistência da junção é praticamente a mesma do metal-base. Deficiências como porosidade, inclusões e falta de fusão são evitados. Por outro lado, a soldagem aluminotérmica é um processo de preenchimento e, assim, suscetível a deficiências como porosidade, inclusões e falta de fusão;
- A soldagem elétrica de trilhos é um processo automatizado e assim, menos dependente das habilidades do soldador, o que resulta geralmente em consistente qualidade;
- No caso de soldagem elétrica, a zona termicamente afetada (ZTA) é menor em relação à soldagem aluminotérmica;
- Soldagem elétrica gera relativamente menor impacto ambiental por emissão de gases tóxicos quando comparado ao processo de soldagem aluminotérmica;
- O processo de solda elétrica é mais seguro para os operadores, uma vez que não há geração de massa de metal derretido.

5 CONCLUSÃO

O sucesso na implantação de projetos de depende de uma série de fatores, que necessitam de uma perfeita integração para que os resultados planejados sejam efetivamente alcançados. Dentre estes fatores, o desenvolvimento de um bom plano de implantação e o envolvimento da equipe do projeto são os mais importantes para o sucesso dos empreendimentos. Neste sentido, este documento apresentou um guia prático para a implantação de um processo de soldagem elétrica com caminhão rodoferroviário, passando pela explicação do processo, requisitos básicos do equipamento, premissas de operação, manutenção, saúde e segurança e meio ambiente. Espera-se assim, que este guia possa ser útil tanto para ferrovias, metrô, quanto para empreiteiras que vierem a adquirir este tipo de equipamento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Brina, H. L. Estradas de Ferro. Ed. UFMG. Belo Horizonte, 1988. Volume 1.
- [2]. Indian Railways Institute of Civil Engineering. Welding Techniques. Ed. IRCEN, 2006.
- [3]. <http://www.longhieng.com.br/452.html>. Acesso em: 24/06/16.
- [4]. <http://www.weldguru.com/thermit.html>. Acesso em: 24/06/16.