



AEAMESP



IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE SOLDAS EM TRILHOS POR CENTELHAMENTO

Thiago Gomes Viana



AEAMESP



20ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA: 3 TECNOLOGIAS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE.

TÍTULO: IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE SOLDAS EM TRILHO POR CENTELHAMENTO

1 INTRODUÇÃO

Atualmente no processo de soldagem por centelhamento (*flash-butt welding*) realizado no Estaleiro de Solda VLI/FCA (Valor da Logística Integrada / Ferrovia Centro-Atlântica) em Pedro Leopoldo-MG, não existe, através de PRO (Procedimento Operacional), uma metodologia de controle de qualidade das soldas produzidas.

Esta ausência de um padrão operacional e monitoramento contínuo, somado à preocupação com a ocorrência de falhas e defeitos destas soldas na via permanente trazem à tona a preocupação quanto à segurança operacional da empresa.

Visto isso, foi visualizado pela Engenharia VLI a necessidade de criação de metodologia de controle de qualidade destas soldas, assim como, implantação deste controle no Estaleiro.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Definir metodologia de controle de qualidade das soldas *flash-butt* e implantá-las no Estaleiro VLI.



AEAMESP



2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Revisão bibliográfica sobre o assunto.
- Realizar visita técnica nos Estaleiros da EFC (Estrada de Ferro Carajás) e da EFVM (Estrada de Ferro Vitória Minas) e verificar boas práticas.
- Verificar metodologia de controle de qualidade de soldas existente atualmente no Estaleiro VLI.
- Definir nova metodologia para o controle de qualidade das soldas.
- Expor para equipe do Estaleiro a nova metodologia que será proposta para o controle de qualidade das soldas.
- Criar PRO (Procedimento Operacional): Controle de qualidade de soldas do Estaleiro.
- Implantar novo fluxo de controle de qualidade das soldas.
- Recomendações para inspeção dimensional de recebimento de trilhos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Normas, Livros e Documentos Técnicos foram estudados para melhor entender sobre o assunto e poder tomar uma decisão acertada para o controle de qualidade de soldas do Estaleiro.

3.1 Por que implantar o Controle de Qualidade?

Segundo Wainer [1], entre os problemas operacionais que podem ocorrer na soldagem estão os seguintes:

- Material base inadequado quanto à composição química e propriedades mecânicas.
- Projeto inadequado da junta soldada pela geometria do chanfro/corte das faces dos trilhos.
- Capacidade, treinamento e qualificação do pessoal inadequado ou insuficiente, gerando defeitos de soldagem e muitos refugos.



AEAMESP



- Utilização de equipamentos de soldagem e instrumentos de controles inadequados ou defeituosos, levando à crença de que a execução e o controle estão feitos.
- Não execução ou execução inadequada e não controlada dos tratamentos pré e/ou pós-aquecimento.
- Controle inadequado da junta soldada, esperando, de um método de exame não-destrutivo, resultados que ele não pode assegurar.

Ainda segundo Wainer [1], muitas soluções para se evitar problemas com o processo de soldagem fazem parte de Normas e especificações, dentre elas as principais são:

- Definição e detalhamento adequado do chanfro/faces dos trilhos a serem soldadas.
- Criteriosa especificação do procedimento de soldagem, tomando como base os códigos e normas aplicáveis.
- Definição das faixas dos parâmetros de soldagem especificados, tais como: intensidade de corrente e tensão, calor imposto, temperatura de pré e/ou pós-aquecimento.
- Disponibilidade de equipamentos, pessoal desejado, investimentos e custos.
- Treinamento e qualificação de soldadores, supervisores e inspetores.
- Aferição de todos os instrumentos de medição e controle dos parâmetros de soldagem e qualificação dos equipamentos de soldagem.
- Execução correta da inspeção de materiais base (trilhos) e equipamentos, de modo que a qualquer momento se possa comprovar a qualidade dos produtos através de certificado emitido pelos fornecedores.
- Escolha de métodos adequados de preparação, limpeza e montagem da junta a ser soldada.



AEAMESP



- Coleta correta dos parâmetros utilizados na qualificação em protocolos de soldagem, permitindo indicar e visualizar todos os dados importantes do processo.
- Execução, por pessoal treinado e qualificado, dos exames não destrutivos da junta a ser qualificada, conforme especificações, normas ou procedimentos previamente aprovados.
- Execução em laboratório capacitado e com instrumentos aferidos, dos exames destrutivos requeridos.
- Emissão de certificados dos exames não destrutivos e destrutivos, com conseqüente emissão de certificado de qualificação de procedimento de soldagem.
- Compilação correta e completa de toda documentação recebida e gerada antes, durante e depois da execução da junta soldada, de modo a permitir total rastreabilidade de todas as etapas que influenciaram sua execução.

A implantação de sistema de garantia de qualidade exige da empresa uma importante decisão de ordem global, que deve partir da alta administração (gerência) e ser expressa formalmente [1].

Para se implantar o sistema de garantia de qualidade a empresa precisa contar com os seguintes recursos [1]:

- Um departamento ou setor de soldagem apto a preparar especificações, procedimentos, planos de soldagem, etc.
- Um departamento ou setor de controle de qualidade capaz de executar corretamente exames destrutivos e não-destrutivos.



AEAMESP



- Soldadores, operadores de máquina de soldagem, inspetores e supervisores de soldagem, selecionados, treinados e qualificados.
- Equipamentos e instrumentos aferidos, e em condições adequadas.
- Dispor de equipe treinada capaz de auditar com independência todo o sistema de modo a detectar ocorrências de não-conformidade, e prescrevendo ações corretivas e preventivas.

3.2 Parâmetros e Ciclos para o Controle de Qualidade

Os parâmetros mais importantes para o controle de qualidade de soldas foram estudados através dos trabalhos descritos a seguir:

- Norma AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association) [2].
- Norma AWS (American Welding Society) [3].
- Norma EN 14587-2 (European Norm) [4].
- Documento Técnico Vale - Doc Tec ° 12449: Parâmetros de qualidade para solda elétrica de trilhos [5].

A Tabela 1 mostra os parâmetros necessários para o controle de qualidade de soldas e, respectivos valores especificados.

Tabela 1: Referências para o controle de qualidade de soldas.

Teste	AREMA	AWS	Européia	Doc Tec 12449
Degrau de rebarba (mm): boleto	0,13	n/i	2,50	1,00
Degrau de rebarba (mm): alma	3,18	n/i	2,50	2,00
Degrau de rebarba (mm): patim	0,25	n/i	2,00	1,00
Quina-viva de rebarba	Ausente	n/i	Ausente	Ausente
Sulcos na rebarba	Ausente	n/i	Não desejável	Não desejável
Empeno vertical: boleto	1,52	n/i	0,10 a 0,30	1,00
Empeno horizontal: boleto	1,52	n/i	0 a 0,30	1,50
Desalinhamento patim	0	n/i	n/i	3,18
Visual	Sim	n/i	Sim	Sim
Ultrassom ou magnaflux	Sim	n/i	n/i	n/i
Flexão	Sim	Sim	Sim	Sim
Dureza	Sim	Sim	Sim	Sim
Microestrutura	Sim	Sim	Sim	Sim
Macroestrutura	Sim	Sim	Sim	Sim

Já a Tabela 2 mostra os parâmetros e respectivos ciclos recomendados pela Norma AREMA [2].

Tabela 2: Ciclo recomendado pela AREMA [2] para controle de qualidade de solda.

Parâmetro	Qualificação inicial	Garantia de qualidade
Macroestrutura	1	2 por ano ou seja qual for a especificação
Dureza	1	1 por ano ou seja qual for a especificação
Microestrutura	quando necessário	quando necessário
Dimensional	todas	todas
Partícula magnética	todas	todas
Flexão	1	1 por ano ou seja qual for a especificação

3.3 Resfriamento Controlado (Curva CCT)

A JFE/Toyota [6] recomenda uma taxa de resfriamento controlado para solda entre 2,0 a 3,0°C por segundo (Figura 1) através do diagrama CCT (*Continuous Cooling Transformation*). Esta recomendação é válida para trilhos premium com dureza entre 361 a 388 HB, os quais fazem parte do escopo atual de aquisição da VLI.

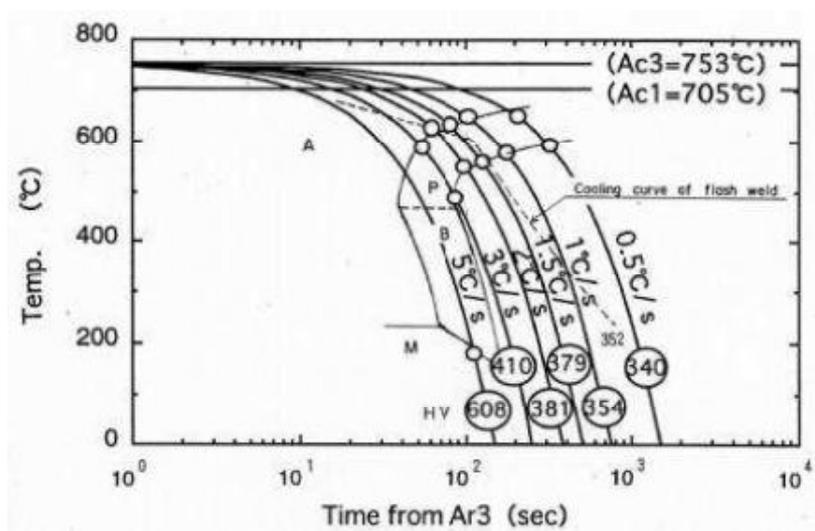


Figura 1: Diagrama CCT e recomendação para resfriamento controlado de trilhos premium com dureza entre 361 a 388HB (2,0 a 3,0°C/s).

Para trilhos soldados com dureza acima de 388 HB, a recomendação [6] é de uma taxa de resfriamento controlado de 1,0°C por segundo. Neste caso, apenas dois tipos de trilhos já aplicados na VLI/FCA, sendo: Pangang PG-4 e Nippon HE400.



AEAMESP



4 VISITA TÉCNICA NOS ESTALEIROS DA EFVM E EFC

Este trabalho foi realizado com o intuito de verificar as boas práticas dos Estaleiros da EFVM e EFC relacionadas ao controle de qualidade de soldas e manutenção de eletrodos e navalhas de rebarbamento.

A seguir estão descritas as boas práticas e controle de qualidade das soldas verificadas (Figura 2 e Figura 3):

- Eletrodos: manutenção programada (MP) no Maximo que gera uma OS automaticamente a cada 15 dias para limpeza, inspeção e manutenção. Além disso, os dois eletrodos para o boleto são adaptados na geometria do boleto com o intuito de distribuir homogeneamente a eletricidade por essa região.
- Navalhas: manutenção programada (MP) no Maximo que gera uma OS automaticamente a cada 15 dias para inspeção e manutenção.
- Régua soldador: inspeção de alinhamento vertical e horizontal após a saída da solda da máquina Schlatter.
- Régua + Cálibre do esmerilhador: inspeção de alinhamento/empeno vertical e horizontal após a saída da solda da máquina Schlatter.
- Teste de Flexão: é recolhida uma (01) solda a cada 32 TLS (Trilho Longo Soldado) ou 256 soldas.
- Ultrassom: início de funcionamento de US para inspeção de 100% das soldas elétricas na linha de produção (Previsão: maio/2014).



Figura 2: Boas práticas da EFVM.



Figura 3: Teste de flexão da EFVM.



AEAMESP



O controle dimensional das soldas (empenos horizontal e vertical do boleto) são feitos similarmente ao Estaleiro VLI e o controle do degrau de rebarba, quina-viva e sulcos são feitos visualmente.

5 CONTROLE DE QUALIDADE ATUAL DO ESTALEIRO VLI

O controle de qualidade de solda atual do Estaleiro VLI/FCA está mostrado na Tabela 3, juntamente com as respectivas ferramentas/instrumentos utilizadas e valores especificados. Nota-se que atualmente existem 11 parâmetros para o controle de qualidade solda.

Tabela 3: Controle de qualidade atual do Estaleiro VLI/FCA.

Etapa	Parâmetro	Ferramenta	Especificado	Ciclo
Pós-soldagem (Responsável: Soldador)	Empeno vertical e horizontal do boleto	Régua com entalhe	Ausência de empeno	Todas as soldas
	Defeito no patim	Visual com espelho	Ausência de queima, defeitos	
	Degrau rebarba na alma (região curvatura abaixo do boleto e alma)	Gabarito	≤ 1,5 mm	
	Degrau de rebarba no patim (em cima)	Gabarito	≤ 1,5 mm	
	Degrau de rebarba no patim (abaixo)	Gabarito	≤ 0,25 mm	
	Quina-viva no degrau	Visual	Ausente	
Pós-esmerilhamento (Responsável: Esmerilhador)	Empeno vertical e horizontal do boleto	Régua 1m + calibre	0 a +1,5 mm	
Final do processo (Responsável: Inspetor de produção)	Carga de Flexão (trilho premium)	Prensa	mín 160 ton	Conforme necessidade ou recebimento de novos trilhos/fornecedor
	Carga de Flexão (trilho standard)	Prensa	mín 150 ton	
	Flecha (trilho premium)	Prensa	mín 20 mm	
	Flecha (trilho standard)	Prensa	mín 20 mm	

6 PROPOSTA DE CONTROLE DE QUALIDADE PARA SOLDAS DO ESTALEIRO VLI

O controle de qualidade de solda proposto para o Estaleiro VLI/FCA está mostrado na Tabela 4 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Nota-se que foram adicionados mais 9 parâmetros (células verdes) de controle de qualidade solda, além dos 11 já existentes, totalizando 20 parâmetros de controle de qualidade de solda.

Tabela 4: Proposta para o controle de qualidade de soldas do Estaleiro VLI/FCA.

Etapa	Parâmetro	Ferramenta	Especificado	Ciclo	
Pós-soldagem (Inspetor de Qualidade e/ou Soldador)	Empeno vertical e horizontal do boleto	Régua com entalhe	Ausência de empeno	Todas as soldas	
	Defeito no topo do boleto	Visual	Ausência de queima, defeitos		
	Defeito no patim	Visual com espelho	Ausência de queima, defeitos		
	Degrau rebarba na alma (região curvatura abaixo do boleto e alma)	Gabarito	≤ 1,5 mm		
	Degrau de rebarba no patim (em cima)	Gabarito	≤ 1,5 mm		
	Degrau de rebarba no patim (abaixo)	Gabarito	≤ 0,25 mm		
	Quina-viva no degrau	Visual	Ausente		
Pós-esmerilhamento (Responsável: Inspetor de qualidade e/ou Esmerilhador)	Empeno vertical e horizontal do boleto	Régua 1m + calibre	0 a 4,0 mm (a quente) / 0 a +1,5 mm (a frio)	Todas as soldas	
	Desalinhamento do patim	Régua 1m + calibre	0 a +3,18		
	Degrau rebarba na alma (região curvatura abaixo do boleto e alma)	Paquímetro digital	≤ 1,5 mm		1ª e 5ª solda de cada TLS (somente o ultimo esmerilhador)
	Degrau de rebarba no patim (em cima)	Paquímetro digital	≤ 1,5 mm		
	Degrau de rebarba no patim (abaixo)	Paquímetro digital	≤ 0,25 mm		
Final do processo (Inspetor de qualidade)	Carga de Flexão (trilho premium)	Prensa	mín 160 ton	A cada 720 soldas ou 3 frotas ou a cada novo fornecedor/trilho	
	Carga de Flexão (trilho standard)	Prensa	mín 150 ton		
	Flecha (trilho premium)	Prensa	mín 20 mm		
	Flecha (trilho standard)	Prensa	mín 20 mm		
	Composição química do trilho/solda	Senai	Conforme especificação do trilho em questão	A cada 720 soldas ou 3 frotas ou a cada novo fornecedor/trilho	
	Macroestrutura do trilho soldado				
	Perfil de dureza do trilho soldado				
Microestrutura do trilho soldado					

Além disso, foram propostos 8 parâmetros relacionados ao controle de qualidade do ferramental utilizado para a inspeção de soldas, sendo mostrados na Tabela 5.

Tabela 5: Proposta para o controle de qualidade das ferramentas/instrumentos utilizados na inspeção de soldas.

Etapa	Parâmetro	Ferramenta	Especificado	Ciclo	
Pré-soldagem (Responsável: Inspetor de Qualidade)	Navalhas de rebarbamento	Visual e lupa	Ausência de desgaste/defeitos	Diário	
	Eletrodos	Visual e lupa	Ausência de desgaste/defeitos		
	Régua do soldador	Visual	Ausência de empeno/torção/desgaste		
	Gabarito de rebarba do soldador				
	Régua do esmerilhador				
	Calibri do esmerilhador				
	Prensa				Calibrado e aferido
	Paquímetro digital				Calibrado e aferido

No caso de existirem desvios na especificação dos parâmetros de controle de qualidade de solda e/ou do ferramental, tem-se definido na Tabela 6 as ações corretivas e preventivas a serem adotadas.

Tabela 6: Ações corretivas e preventivas para caso de desvio do especificado para cada parâmetro de controle de qualidade de solda e do ferramental.

Parâmetro	Especificado	Ação Corretiva	Ação Preventiva
Navalhas de rebarbamento	Ausência de desgaste/defeitos	Substituição por navalha nova ou recuperada	Estocar navalhas novas e/ou recuperadas (mínimo = 2)
Eletrodos	Ausência de desgaste/defeitos	Substituição por eletrodo novo ou recuperado	Estocar eletrodos novos (mínimo = 2)
Régua do soldador	Ausência de empeno/torção/desgaste	Substituição por ferramenta nova	Estocar ferramenta nova (mínimo = 2)
Gabarito de rebarba do soldador			
Régua do esmerilhador			
Calibri do esmerilhador			
Prensa	Calibrado e aferido	Realizar calibração/aferição	Realizar calibração/aferição
Paquímetro digital	Calibrado e aferido	Realizar calibração/aferição	Realizar calibração/aferição
Empeno vertical e horizontal do boleto	Ausência de empeno	Corrigir no esmerilhamento	Alinhamento na Schlatter
Defeito no patim e no boleto	Ausência de queima, defeitos	Corrigir no esmerilhamento	Preparação (lixamento)
Degrau rebarba na alma (região curvatura abaixo do boleto e alma)	≤ 1,5 mm	Corrigir no esmerilhamento	Utilizar navalhas sem a presença de defeitos/desgaste
Degrau de rebarba no patim (em cima)	≤ 1,5 mm	Corrigir no esmerilhamento	Utilizar navalhas sem a presença de defeitos/desgaste
Degrau de rebarba no patim (abaixo)	≤ 0,25 mm	Corrigir no esmerilhamento	Utilizar navalhas sem a presença de defeitos/desgaste
Quina-viva no degrau	Ausente	Corrigir no esmerilhamento	Utilizar navalhas sem a presença de defeitos/desgaste
Empeno vertical e horizontal do boleto	0 a +1,5 mm	Corrigir no esmerilhamento	Alinhamento na Schlatter
Desalinhamento do boleto	0 a +1,0 mm	Corrigir no esmerilhamento	Alinhamento na Schlatter
Desalinhamento do patim	0	Corrigir no esmerilhamento	Alinhamento na Schlatter
Ultrassom	Isento de defeitos internos	Cortar/eliminar solda	n/a
Carga de Flexão (trilho)	mín 160 ton	Realizar mais amostragens	Programação da

premium)		Schlatter
Carga de Flexão (trilho standard)	mín 150 ton	
Flecha (trilho premium)	mín 20 mm	
Flecha (trilho standard)	mín 20 mm	
Composição química do trilho/solda	Conforme especificação do trilho em questão	
Macroestrutura do trilho soldado		
Perfil de dureza do trilho soldado		
Microestrutura do trilho soldado		

7 EXPOSIÇÃO DA NOVA METODOLOGIA DE CONTROLE DE QUALIDADE

No dia 07/04/2014 foi realizada uma reunião para apresentar a proposta para o controle de qualidade de solda e ferramental do Estaleiro, sendo aprovada pelo Supervisor do Estaleiro de Soldas. Nesta reunião estavam presentes.

Esta proposta será implantada através de revisão no PRO nº 007557 [7].

Somente um parâmetro não foi inserido neste momento: inspeção por ultrassom ou partículas magnéticas de 100% das soldas. No presente momento a VLI não possui instrumento próprio para a realização do ensaio não destrutivo de ultrassom em soldas. A aquisição deste equipamento começará a ser discutida e quando adquirido será inserida no PRO.



AEAMESP



8 REVISÃO DO PRO 007557 - PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA PRODUÇÃO DE TLS – TRILHO LONGO SOLDADO

O PRO 007557 [7] foi revisado e inserido um anexo de forma a mostrar ao inspetor de qualidade/operadores como fazer o controle de qualidade conforme parâmetros definidos.

Este procedimento está dividido em 5 etapas para o controle de qualidade, são elas:

- Ferramentas.
- Solda.
- Esmerilhamento.
- Qualificação.
- Recebimento de trilhos.

9 IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE DE SOLDAS E FERRAMENTAS

Nos dias 10 e 11 de abril de 2014 foi implantando, através de treinamento, os parâmetros de controle de qualidade no turno da noite e no turno do dia.

Estes parâmetros foram retirados das Tabelas 4 e 5 colocados de forma mais visual (clara e objetiva) no PRO.

A Figura 4 ilustra como este controle de qualidade de soldas foi inserido no PRO com o intuito de se tornar facilmente visualizado pelos colaboradores do Estaleiro.

Auxílio Op.	Aplicação	Posto	Nome da Atividade Elementar	Executante	Ritmo	Revisão	Data	Folha	Tempo
	Estaleiro de Soldas	Estaleiro	Check das ferramentas	Inspetor de Qualidade		001		1/2	
No	O que fazer	O que? - Como? (de que forma)		Pontos de Atenção - S&S, Meio Ambiente e Qualidade				Check	Frequência
1	Inspecção das navalhas	Realizar a inspecção visual diária para detectar presença de desgaste		Q: Observar desgaste principalmente na região de curvatura entre boleto e alma do trilho e embaixo do patim. S&S: Cuidado com arestas cortantes					Diário
2	Inspecção dos eletrodos	Realizar a limpeza e inspecção visual diária para detectar presença de defeitos e poros nos eletrodos		S&S: Cuidado com arestas cortante.					Diário
3	Inspecção da régua do soldador	Realizar a inspecção visual diária da régua para detecção de empeno, torção e desgaste		S&S: Cuidado com arestas cortante.					Diário
4	Inspecção do gabarito de rebarba	Realizar a inspecção visual e dimensional diária para detecção de desgaste, ranhuras e deformações no gabarito		Q: Usar o corpo de prova (trilho 40 cm) e paquímetro digital.					Diário
5	Inspecção da régua do esmerilador	Realizar a inspecção visual diária da régua para detecção de empeno, torção e desgaste		S&S: Cuidado com arestas cortante.					Diário
6	Inspecção do calibre	Realizar a inspecção diária do calibre para detecção de empeno, torção e desgaste		S&S: Cuidado com arestas cortante.					Diário
7	Inspecção da máquina de flexão	Verificar a data de validade da calibração do equipamento		S&S: Verificar a integridade das portas de segurança da máquina. É proibida a permanência de operadores dentro da sala durante a execução de ensaios					Sob demanda
8	Inspecção do paquímetro digital	Realizar a inspecção visual diária da régua para detecção de empeno, torção e desgaste		S&S: Cuidado com arestas cortante.					Diário

Figura 4: Ilustra uma das etapas do controle de qualidade de soldas do Estaleiro, denominado de "Ferramentas".

Na Figura 5 é possível visualizar as etapas de controle de qualidade de soldas a serem realizadas no Estaleiro de Soldas.



SENAI FIEMG

LAMAT - Laboratório de Ensaios e Análises em Materiais
Acreditado pela CGCRE - Coordenação Geral de Acreditação
Accredited by CGCRE - General Coordination for Accreditation

Relatório de Ensaios Mecânicos
Mechanical Test Report

Relatório de Ensaio / Test Report N°:12633/2013

Ensaios
NBR ISO/IEC
17025
CRL 0126



Solicitante / Client: FERROVIA CENTRO ATLÂNTICA
Endereço / Address: RUA SAPUCAÍ, 383 - 5º ANDAR - FLORESTA - BELO HORIZONTE - MG
Material / Material: Material Metálico
Identificação do Cliente / Peça 2 - Solda TR57 JFE - Ponto 5 a 100

Figura 5: Ilustra a implantação e algumas etapas do controle de qualidade de soldas elétricas.



AEAMESP



10 RECOMENDAÇÕES PARA INSPEÇÃO DIMENSIONAL DE RECEBIMENTO DE TRILHOS

A Engenharia VLI iniciou os trabalhos de inspeção dimensional de recebimento de trilhos em cada primeiro lote recebido de fornecedores diferentes no ano de 2013, sempre utilizando como referência a Norma AREMA [2] (2.1.13.1 *Rail Straghtness*).

Este capítulo tem como intuito recomendar o “passo a passo” para os colaboradores do Estaleiro de Soldas poderem realizar este tipo de inspeção. As ferramentas/instrumentos necessários estão listados a seguir:

- Régua de 1 metro.
- Cálibre.
- Trena (desejável de 30 metros).
- Paquímetro de boleto do trilho.
- Paquímetro de altura de trilho.
- Paquímetro digital.
- Prancheta e caneta.
- Caneta marca trilho (tinta amarela).

A Tabela 7 mostra as 12 etapas para inspeção de recebimento de trilhos dentro das instalações do Estaleiro de Soldas em Pedro Leopoldo-MG.

Tabela 7: Etapas para inspeção de recebimento de trilhos no Estaleiro.

nº	Inspeção	O que? Como?	Frequencia
1	Empeno vertical	Régua de 1 m e cálibre no centro da régua - 0,50 mm máximo	Inspeccionar 10 barras para cada recebimento de lote
2	Empeno horizontal	Régua de 1 m e cálibre no centro da régua - 0,50 mm máximo	
3	Torção	Visual (quando não se tem mesa plana)	
4	Comprimento do trilho	Utilizar como referência os valores contidos no manual técnico de Via ou ET	
5	Largura do boleto		
6	Largura da alma		
7	Largura do patim		
8	Altura		
9	Presença de defeitos	Visualmente	
10	Biselamento de furos		
11	Lote		
12	Corrida		

A Figura 6 ilustra algumas das etapas mostradas na Tabela 7.

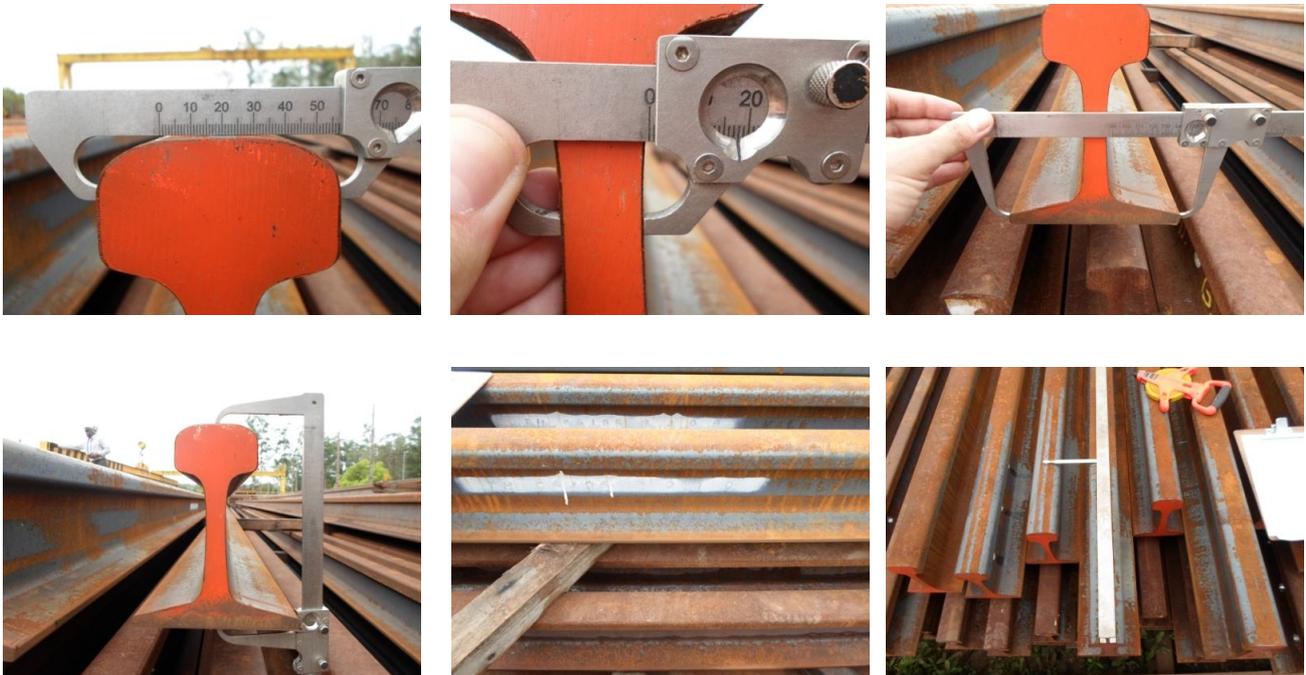


Figura 6: Ilustra algumas das etapas de inspeção de recebimento de trilhos.

10 CONCLUSÃO

Através da implantação da metodologia de controle de qualidade de soldas elétricas (flash-butt) e do ferramental/instrumentos, mediante a revisão do PRO 007557 - Procedimento Operacional da Produção de TLS – Trilho Longo Soldado, a VLI terá um aumento na confiabilidade das soldas e redução do risco de falha em trilhos e ocorrências de segurança operacional.

11 REFERÊNCIAS

- [1] Wainer, E. ET all. Soldagem – Processos e Metalurgia. Editora Blücher LTDA. 1992.
- [2] Norma AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association) – Volume 1 – Track – Chapter 4 – Rail. 2013.
- [3] Norma AWS (American Welding Society) – D15.2. 2003.
- [4] Norma EN (European Norm) – 14587-2 – Railway applications – Track – Flash butt welding of rails.
- [5] Rosa, J. – Doc Tec nº 12449 – Parâmetros de Qualidade para Solda Elétrica de Trilhos – 12/07/2012.
- [6] JFE Steel Corporation – CCT diagrams for welding JFE's THH370N and SP2. Dezembro/2013.
- [7] PRO 007557 - Procedimento Operacional da Produção de TLS – Trilho Longo Soldado. Revisão 03: 17/04/2014.