



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA
COORDENAÇÃO-GERAL DE OBRAS FERROVIÁRIAS

Procedimentos de Inspeção de Materiais – PIMs

PIM 09 - PREGO DE LINHA PARA FIXAÇÃO FERROVIÁRIA

Contrato DIF/DNIT 127/2008

2015

APRESENTAÇÃO

Os Procedimentos de Inspeção de Materiais (PIMs) têm por objetivo definir as principais características dos materiais ferroviários mais utilizados na via permanente, bem como padronizar sua inspeção e recebimento.

Na elaboração dos PIMs foram abordados os seguintes tópicos referentes ao objeto de cada um:

- Definição e características
- Forma e Dimensões
- Gabaritos (quando aplicado)
- Tolerâncias
- Inspeção
- Recebimento
- Normas utilizadas
- Ficha de Inspeção do Material

Cabem algumas considerações de caráter geral sobre o processo de elaboração, homologação e manutenção dos PIMs.

Como documentos normativos que são, esses procedimentos devem ser objeto de uma revisão quando (1) se identificar algo em seu conteúdo que deva ser corrigido ou aperfeiçoado, (2) quando ocorrer uma importante inovação tecnológica que exija uma atualização nos procedimentos e nas especificações estabelecidas, ou (3) quando as normas que os fundamentaram sofrerem modificações.

No caso do PIM 10, as principais normas que o fundamentaram foram canceladas pela ABNT, mas ainda carecem de substitutas. Ressalte-se que a motivação para o cancelamento foi a evolução dos materiais utilizados – aqueles previstos nas normas então vigentes não são mais utilizados. No entanto, o procedimento permanece útil para nortear serviços de manutenção e recuperação de vias antigas. Quando uma norma substituta for publicada, recomenda-se então a revisão do procedimento, de modo a refletir as novas instruções normativas. Aliás, esse tipo de providência deve-se aplicar a todos os demais PIMs, sempre que ocorrerem mudanças no referencial normativo.

Os documentos normativos geralmente cobrem um universo de aplicação bastante amplo, no âmbito do qual podem ocorrer casos específicos com circunstâncias e características distintas, que exigem uma solução diferente daquela apontada na norma. Esses casos, porém, devem se revestir de um tratamento especial, exigindo uma justificativa sólida para o não cumprimento da norma, bem como a aprovação de quem contratou o serviço.

Segue uma lista completa dos PIMs elaborados, ressaltando-se que foram revisados os PIMs de 1 a 11 e acrescentado o PIM 18. Os outros PIMs não foram objeto de solicitação de revisão, permanecendo válida a versão entregue anteriormente.

PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO DE MATERIAIS PIMs

Identificação	Nome
PIM 001	Trilho para linha Férrea
PIM 002	Tala de junção
PIM 003	Parafuso e Porca para Tala de Junção
PIM 004	Arruela de Pressão para Parafuso de Tala de Junção
PIM 005	Placa de Apoio Ferro Fundido Nodular
PIM 006	Placa de Apoio Aço Laminado
PIM 007	Tirefão para Via Férrea
PIM 008	Arruela de Pressão Dupla
PIM 009	Prego de Linha
PIM 010	Placa Amortecedora de Borracha para Fixação Ferroviária (palmilha)
PIM 011	Retensor para Via Férrea
PIM 012	Grampo Tipo Deenik para Fixação Elástica
PIM 013	Grampo Tipo Pandrol para Fixação Elástica
PIM 014	Dormente de Madeira
PIM 015	Dormente de Concreto
PIM 016	Dormente de Aço
PIM 017	AMV - Aparelho de Mudança de Via
PIM 018	Soldagem Aluminotérmica

PIM 09 – PREGO DE LINHA PARA FIXAÇÃO FERROVIÁRIA

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	6
2	DEFINIÇÃO - CARACTERÍSTICAS – FABRICAÇÃO	6
3	FORMA – DIMENSÃO	7
4	CALIBRES PARA INSPEÇÃO	11
5	TOLERÂNCIAS.....	11
6	INSPEÇÃO E RECEBIMENTO.....	12
6.1	INSPEÇÃO.....	12
6.2	PLANO DE AMOSTRAGEM.....	12
6.3	VERIFICAÇÕES.....	15
6.4	PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	15
6.5	COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	15
6.6	MARCAÇÃO.....	16
6.7	VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL E VISUAL.....	17
6.8	ENSAIO DE TRAÇÃO	17
6.9	ENSAIO DE DOBRAMENTO	19
6.10	ENSAIOS DE DUREZA.....	19
6.11	PROTEÇÃO ANTIOXIDANTE	20
7	LIBERAÇÃO PARA EMBARQUE	20
8	CARREGAMENTO E TRANSPORTE	20
9	LOCAL DE ENTREGA.....	20
10	TERMO DE ACEITAÇÃO PROVISÓRIA.....	20
11	GARANTIA.....	21
12	ACEITAÇÃO	21
13	TRANSPORTE E ESTOCAGEM	22
13.1	CARGA E DESCARGA	22
13.2	ESTOCAGEM.....	22
ANEXOS.....	23	
ANEXO1: NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS	24	
ANEXO 2: MODELO DE FICHA DE INSPEÇÃO.....	26	

PIM 09 – PREGO DE LINHA PARA FIXAÇÃO FERROVIÁRIA

1 OBJETIVO

Este Procedimento tem por objetivo definir as principais características do material, fabricado, bem como as condições para a inspeção e recebimento de **PREGO DE LINHA** para fixação ferroviária.

2 DEFINIÇÃO - CARACTERÍSTICAS – FABRICAÇÃO

Prego de Linha (PL): Prego robusto, de seção geralmente quadrada, tendo uma das extremidades em gume e a outra com cabeça, em geral, destinado a fixar a fiada de trilhos ou placa de apoio em dormente de madeira.

A escolha do material é conforme acordo entre o DNIT e fornecedor, observadas as normas técnicas brasileiras.

O fabricante deverá informar ao **DNIT** sobre o processo de fabricação adotado e as características do aço, que não podem ser alterados sem o prévio conhecimento e aprovação do **DNIT**.

No caso de aquisição de **PL** de terceiros, o material a ser utilizado e o processo de fabricação poderão ser fixados pelo **DNIT** no Termo de Referência do Edital.

O **PL** deve ser produzido em uma só peça, a partir de barra quadrada de aço laminado a quente, conforme a norma ABNT-NBR-11294/1990, devendo ter bom acabamento, estarem isentos de trincas, rachadura, empeno, excentricidade, oxidação, ou outro defeito prejudicial ao uso.

A parte extrema inferior (ponta) do **PL** é em forma bisel (chanfrada).

A cabeça e a ponta do **PL** são forjadas, sendo admitida uma rebarba da cabeça, resultante do forjamento.

As barras utilizadas na fabricação do **PL** devem ser acompanhadas das seguintes informações: número da corrida; composição química; limites de resistência à tração; limite de escoamento; e alongamento após a ruptura.

Mediante entendimento entre o **DNIT** e o fornecedor, o fabricante fornecerá **certificado** indicando:

- a) características do **PL**;
- b) resultados obtidos em ensaios.

A **unidade de compra** é um **prego de linha**.

Os **PL** são **classificados** em dois tipos:

PLB – Prego asa-de-barata, cuja cabeça lembra a forma da asa da barata; e

PLC – Prego cabeça-de-cachorro, cuja cabeça lembra a forma da cabeça do cachorro.

A **designação** do **PL** é estabelecida segundo os seguintes parâmetros:

- a) Tipo, de acordo conforme a classificação acima;
- b) Lado do corpo do **PL**, em mm; e
- c) Comprimento do **PL**, em mm.

Exemplo: PLB 16 x 160 – Prego asa-de-barata, com 16 mm de lado do corpo e 160 mm de comprimento.

Cada embalagem terá inscrita a marca do fabricante e/ou do fornecedor, do **DNIT**, designação, quantidade (unidade) e massa bruta (kg).

O **pedido** do **PL** deverá conter pelo menos:

- a) especificação técnica do **PL**, conforme norma utilizada;
- b) quantidade de unidades;
- c) marca do **DNIT**, no **PL**;
- d) cronograma de entrega;
- e) destino e transporte a ser realizado;
- f) onde serão feitos os ensaios do **DNIT**;
- g) normas técnicas.

Quando for o caso, o pedido conterá também:

- h) condições de tratamento;
- i) exigência de certificado;
- j) acondicionamento;
- k) calibre; e
- l) garantia.

3 FORMA – DIMENSÃO

De acordo com a Norma ABNT-NBR-7616/1989 (PB-248), O PL do tipo asa-de-barata terá as formas e dimensões fixadas respectivamente na Figura 3.1 e na Tabela 3.1, representadas a seguir:

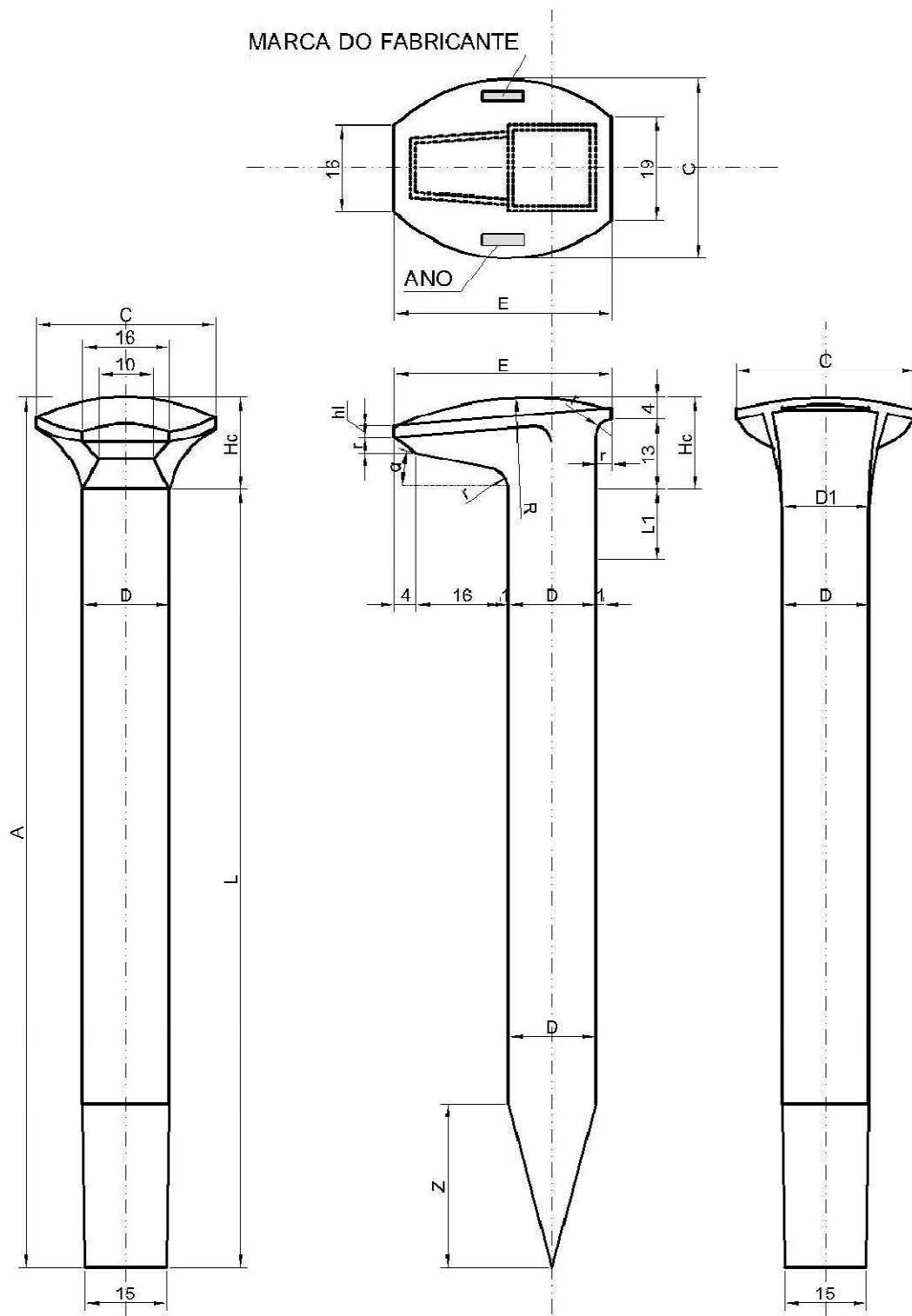


FIGURA 3.1 – Prego asa-de-barata (PLB)

(Fonte: ABNT-NBR-7616/1989 -PB-248)

Tabela 3.1 – Dimensões do prego asa-de-barata

Símbolo	Descrição	Dimensão
Hc	Altura da cabeça	17 mm
L1	Altura do pescoço	13 mm
A	Comprimento do PL	160 mm
E	Comprimento da cabeça	40 mm
L	Comprimento do corpo	143 mm
I	Comprimento da parte prismática	100 mm
Z	Comprimento da ponta	30 mm
α	Inclinação da cabeça	13°
C	Largura da cabeça	33 mm
D1	Lado do pescoço	16 mm
D	Lado do corpo	16 mm
R	Raio de curvatura da cabeça	35 mm
r	Raio de curvatura do pescoço	3 mm
hl	Rebarba da cabeça	2 mm

(Fonte: ABNT-NBR-7616/1989 - PB-248)

Onde:

(Hc) Altura da cabeça = Distância entre o pescoço e a extremidade superior do PL;

(L1) Altura do pescoço = Distância entre a cabeça e a parte prismática;

Cabeça = Parte superior do PL, que se ajusta à superfície superior do patim destinado a receber os impactos de cravação no dormente;

(A) Comprimento = Distância entre as extremidades mais afastadas do PL;

(E) Comprimento da cabeça = Maior dimensão da cabeça medida perpendicularmente ao eixo do PL, no plano que este forma com o raio de curvatura da cabeça (R);

(L) Comprimento do corpo = Distância entre a cabeça e a extremidade inferior do PL;

(I) Comprimento da parte prismática = Distância entre o pescoço e a ponta;

(Z) Comprimento da ponta = Distância entre a extremidade inferior do PL e a parte prismática;

(α) Inclinação da cabeça = Ângulo formado com a horizontal pela superfície inferior da cabeça com o plano normal ao eixo do PL;

(C) Largura da cabeça = Menor distância da cabeça, medida perpendicularmente ao plano formado pelo eixo do PL e o raio de curvatura da cabeça;

(hl) Rebarba de cabeça = Espessura admitida para a rebarba resultante do forjamento da cabeça.

Corpo = Parte do PL excluída a cabeça;

Excentricidade da cabeça = Afastamento entre o centro geométrico da superfície superior da cabeça e o eixo do PL;

Parte prismática = Parte do corpo, em forma prismática, compreendida entre o pescoço e a ponta;

Pescoço = Parte do corpo, em forma de tronco de pirâmide, vizinha à cabeça;

Ponta = Parte extrema inferior do PL, em forma bisel (chanfrada);

O **PL** do tipo cabeça-de-cachorro terá as formas e dimensões fixadas respectivamente na Figura 3.2 e na Tabela 3.2, representadas a seguir:

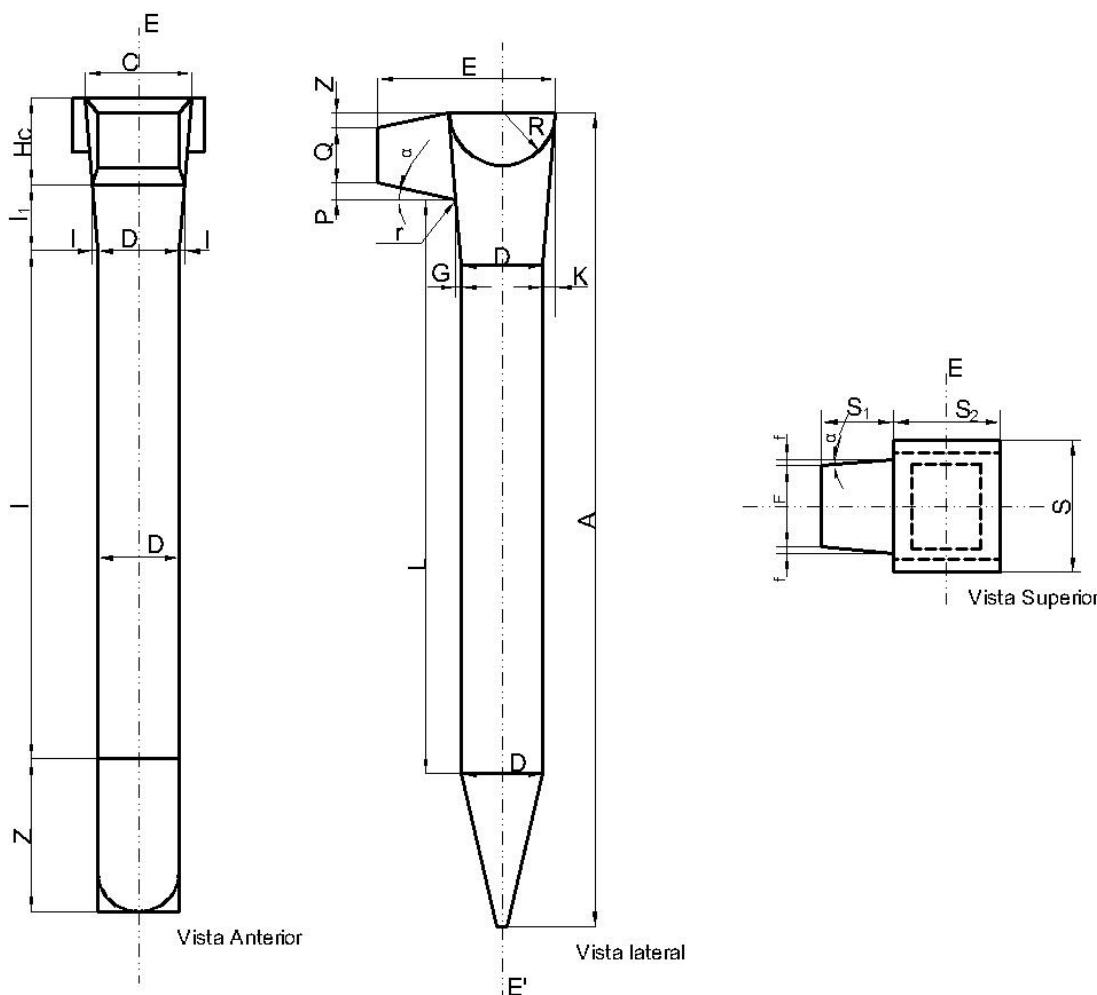


FIGURA 3.2 – Prego cabeça-de-cachorro (PLC)

(Fonte: Manual de Engenharia Ferroviária da AREMA, Volume I (1990))

Tabela 3.2 – Dimensões do prego cabeça-de-cachorro

Símbolo	Descrição	Dimensão
L1	Altura do pescoço	13 mm
A	Comprimento do PL	160 mm
L	Comprimento do corpo	143 mm
I	Comprimento da parte prismática	100 mm
Z	Comprimento da ponta	30 mm
D	Lado do corpo	16 mm

(Fonte: ABNT-NBR-7616/1989 - PB-248)

Onde:

- (L1) Altura do pescoço = Distância entre a cabeça e a parte prismática;
- (A) Comprimento = Distância entre as extremidades mais afastadas do PL;
- (L) Comprimento do corpo = Distância entre a cabeça e a extremidade inferior do PL;
- (I) Comprimento da parte prismática = Distância entre o pescoço e a ponta;
- (Z) Comprimento da ponta = Distância entre a extremidade inferior do PL e a parte prismática.

4 CALIBRES PARA INSPEÇÃO

Os calibres necessários ao controle de forma e dimensão são fornecidos pelo fabricante, sem ônus específicos ao **DNIT**, quando por ele solicitado, e são submetidos à aceitação deste em dois jogos à máxima e à mínima, antes da fabricação do **PL**, observada(s) a(s) norma(s) de referência utilizada(s).

5 TOLERÂNCIAS

As tolerâncias dimensionais do **PL** segundo a norma **ABNT-NBR-7616/1989** são:

Tabela 5.1 – Tolerâncias dimensionais

Símbolo	Dimensão	Tolerância [mm]
Hc	Altura da cabeça	-1,0 a +2,0
A	Comprimento do PL	-5,0 a +5,0
E	Comprimento da cabeça	-1,0 a +2,0
I	Comprimento da parte prismática	-0,5 a +1,0
C	Largura da cabeça	-1,0 a +2,0
α	Inclinação da cabeça	-1° a +1°
D	Lado do corpo	-1,0 a +0,5
D ₁	Lado do pescoço	-1,5 a +1,0

Observadas a Tabela 5.1 e as normas sobre tolerância, as demais tolerâncias dimensionais serão ajustadas entre o **DNIT** e o fornecedor.

Massa do Prego de linha

O Fabricante ou fornecedor deverá informar ao **DNIT** a massa média de um prego de linha, admitindo-se uma variação de $\pm 2\%$ na sua massa nominal, calculada considerando a massa específica do aço de $7,85 \text{ g/cm}^3$.

6 INSPEÇÃO E RECEBIMENTO

6.1 INSPEÇÃO

É facultado ao **DNIT**, através de seus fiscais ou de terceiros devidamente credenciados, o direito de realizar as inspeções que julgar necessárias, tanto na fase de fabricação quanto na de controle de qualidade, de manipulação, de estocagem e de expedição, bem como executar contra-ensaios, a seu exclusivo critério, sem prejuízo à atividade normal do fabricante.

Deverão ser colocados à disposição do **DNIT** pelo fabricante todos os meios necessários à execução das inspeções, sejam de pessoal, material, ferramentas, equipamentos, etc.

O pessoal designado pelo **DNIT** estará autorizado a executar todos os controles adicionais para se assegurar a correta observação das condições exigidas na especificação.

Para esta finalidade, o fabricante nacional deverá informar ao **DNIT** com pelo menos 10 dias de antecedência, o dia do início previsto de produção e o respectivo cronograma de produção. Para o fabricante estrangeiro esse prazo não poderá ser inferior a 30 dias.

Todas as despesas decorrentes de ensaios e testes laboratoriais e outros que o **DNIT** julgar necessário correrá por conta do fabricante, sem ônus para o **DNIT**.

Deverá ser fornecida ao **DNIT**, também sem ônus, sob forma de certificado, uma via original de todos os resultados das verificações, dos ensaios e contra-ensaios.

6.2 PLANO DE AMOSTRAGEM

O Plano de Amostragem e os procedimentos para inspeção por atributos obedecerão a Norma ABNT-NBR-5426/1985 (NB-309-01) Versão Corrigida/1989, adotando-se os seguintes parâmetros:

- a) Plano de Amostragem – SIMPLES;
- b) Nível Especial de Inspeção – S4;
- c) Nível de Qualidade Aceitável – NQA = 2,5%

– Outros Ensaios: conforme critérios indicados nos itens dos Ensaios.

d) Regime de Inspeção:

Ao iniciar-se um procedimento de inspeção, deve ser empregado o regime NORMAL.

Em casos específicos poderá ser recomendada a substituição do regime de inspeção, de acordo com o Sistema de Comutação:

• **Normal para Severo:**

Se dentre 5 (cinco) lotes consecutivos, 2 (dois) estiverem sido rejeitados na inspeção original.

• **Severo para Normal:**

Se 5 (cinco) lotes consecutivos tiverem sido aprovados na inspeção original.

• **Normal para Atenuado:**

Se forem satisfeitas todas as seguintes condições:

- 10 (dez) lotes precedentes tenham sido submetidos à inspeção normal sem nenhuma rejeição;
- A produção se desenvolve com regularidade;
- A inspeção atenuada for considerada apropriada pelo responsável designado pelo DNIT.

• **Atenuado para Normal:**

Se ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- Um lote for rejeitado;
- A produção tornar-se irregular; ou
- Ocorram condições adversas que justifiquem a mudança para a inspeção normal.

Considerando o ANEXO A, Tabelas 1, 2, 3 e 4 da Norma ABNT-NBR-5426/1985 e os parâmetros adotados, teremos o Quadro denominado de Plano de Amostragem Simples. As amostras serão extraídas ao acaso de cada lote, nas quantidades apresentadas a seguir:

PLANO DE AMOSTRAGEM SIMPLES											
Tamanho do Lote		Nível de Inspeção S4									
		NQA = 2,5%									
		Regime de Inspeção									
		Código de Amostras	Atenuado			Normal			Severo		
			Tam. Amostra	Ac	Re	Tam. Amostra	Ac	Re	Tam. Amostra	Ac	Re
2 a 15		A	2	0	1	2	0	1	2	0	1
16 a 25		B	2	0	1	3	0	1	3	0	1
26 a 90		C	2	0	1	5	0	1	5	0	1
91 a 150		D	3	0	1	8	0	1	8	0	1
151 a 500		E	5	0	2	13	1	2	13	1	2
501 a 1200		F	8	0	2	20	1	2	20	1	2
1.201 a 10.000		G	13	1	3	32	2	3	32	1	2
10.001 a 35.000		H	20	1	4	50	3	4	50	2	3
35.001 a 500.000		J	32	2	5	80	5	6	80	3	4
Acima de 500.000		K	50	3	6	125	7	8	125	5	6

Ac = Número máximo de peças defeituosas (ou falhas) admitido para aceitação do lote;

Re = Número de peças defeituosas (ou falhas) que implica a rejeição do lote.

NQA = Nível de Qualidade Aceitável

Conforme o tamanho do lote e o tipo de inspeção determinado no processo de aquisição obtém-se o tamanho da amostra para ser inspecionada.

A Tabela acima foi elaborada considerando o Nível de Qualidade Aceitável (NQA) = 2,5%, de acordo com a norma ABNT-NBR-5426/1985 (NB-309-01) Versão Corrigida/1989.

“Ac” é o número de peças com defeitos ou falhas aceitáveis e que ainda permite aceitação do lote inspecionado.

Para os níveis de inspeção **NORMAL ou SEVERO**, se o número de peças defeituosas for maior do que o valor de “Ac” indicado na tabela o lote deverá ser rejeitado.

Já para o nível de inspeção **ATENUADO**, o lote será rejeitado caso o número de peças com defeitos ou falhas atinjam os valores de “Re” da tabela.

6.3 VERIFICAÇÕES

Deverão ser executadas, sob a coordenação e acompanhamento do pessoal designado pelo **DNIT**, as seguintes verificações:

- a) Propriedades Mecânicas
- b) Composição Química
- c) Marcação
- d) Dimensional e Visual
- e) Tração
- f) Dobramento e Textura
- g) Dureza
- h) Proteção antioxidante

6.4 PROPRIEDADES MECÂNICAS

As propriedades mecânicas do **PL** devem atender aos valores e/ou limites fixados na Tabela 5 da Norma ABNT-NBR-8855/1991, classe de resistência 4.6, conforme tabela 6.1 abaixo:

Tabela 6.1 – Propriedades mecânicas do PL

Propriedade Mecânica	Classe de Resistência 4.6	
Resistência à tração	nom.	400 Mpa
	min.	400 Mpa
Dureza Vickers $F \geq 98N$	min.	120 HV
	max.	250 HV
Dureza Brinell $F = 30 D^2$	min.	114 HB
	max.	238 HB
Dureza Rocwell	min.	67 HRB
	max.	99,5 HRB
Limite inferior de escoamento	nom.	240 Mpa
	min.	240 Mpa
Alongamento após ruptura	min.	22%

$$(1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10,19 \text{ kgf/cm}^2 = 0,10 \text{ kgf/mm}^2)$$

6.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Será realizada uma análise química e/ou análise confirmatória, a partir da peça acabada, para cada corrida ou lote de **PL**.

A composição química a ser verificada é aquela especificada ou aprovada pelo DNIT, observados os seguintes percentuais limites dos elementos químicos, fixados na tabela 4, classe de resistência 4.6, da norma ABNT-NBR-8855/1991 – Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros:

- Carbono: 0,55% máximo
- Fósforo: 0,05% máximo
- Enxofre: 0,06% máximo

De acordo com a mesma norma ABNT-NBR-8855/1991, os limites acima são obrigatórios apenas para **PL** que não possam ser submetidos ao ensaio de tração.

Para a classe de resistência 4.6 é permitido o uso de aço corte fácil, com os seguintes percentuais limites máximos:

- Enxofre: 0,34%;
- Fósforo: 0,11%; e
- Chumbo 0,35%.

Deverá ser fornecido pelo fabricante o Certificado de Qualidade da matéria prima utilizada na confecção dos **PL**.

6.6 MARCAÇÃO

De acordo com a norma ABNT-NBR-7616/1989, a marcação do **PL** deverá ser legível e inalterável durante todo o tempo de sua utilização, estar de acordo com as Figura 6.1 e/ou 6.2, em alto relevo, na parte superior da cabeça do **PL**, e deve conter as seguintes informações:

- a) marca do fabricante;
- b) dois últimos algarismos do milésimo do ano de fabricação.



Figura 6.1 – Marcação do prego de linha asa-de-barata

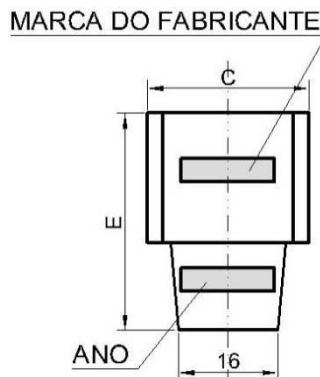


Figura 6.2 – Marcação do prego de linha cabeça-de-cachorro

6.7 VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL E VISUAL

A verificação dimensional das peças acabadas será realizada por meio do uso de gabaritos e calibres a serem fornecidos, em dois jogos pelo fabricante, previamente aprovados pelo DNIT.

As medidas a serem verificadas são aquelas cotadas no desenho especificado pelo fornecedor e aprovado pelo DNIT.

Antes de qualquer outra verificação, todas as amostras de cada lote são submetidas às verificações de aspecto, forma, dimensão e massa média em quilogramas. Assim, durante a inspeção visual de recebimento, o DNIT poderá, a seu critério, decidir quais lotes de **PL** serão aceitos ou rejeitados.

Além dos outros tipos de defeitos superficiais os **PLs** deverão estar isentos de:

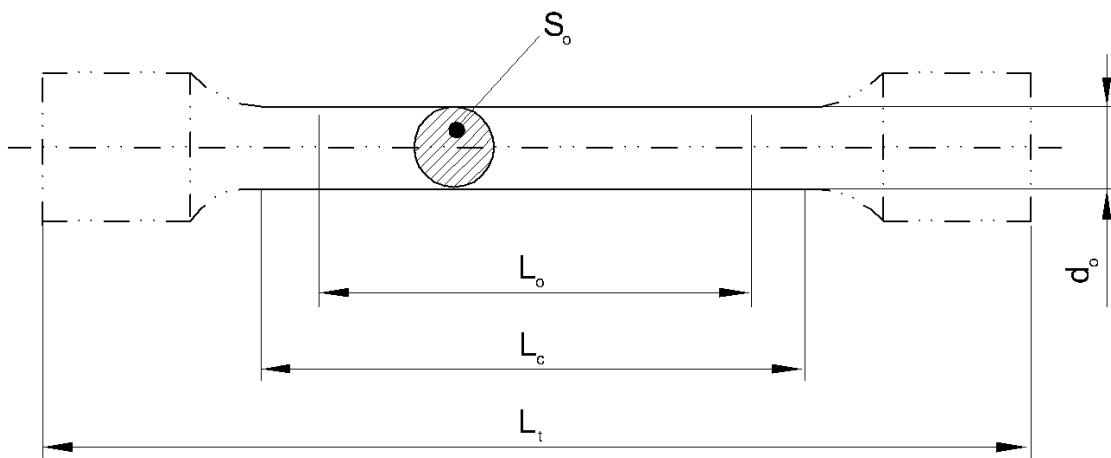
- rachadura ou trinca;
- empeno;
- rebarba ou tiras de metal suspensas;
- oxidação;
- outros defeitos que prejudiquem o seu uso

6.8 ENSAIO DE TRAÇÃO

Deverão ser submetidos a ensaios de tração dois corpos de prova.

No Corpo de Prova serão tomadas aquelas dimensões constantes na norma ABNT-NBR-ISO-6892/2013, conforme croqui ou na impossibilidade desta, as constantes no ASTM.

O corpo de prova indicado na figura deverá ser confeccionado a partir do **PL** acabado.



(Fonte: ABNT-NBR-ISO 6892-1:2013)

Onde:

d_o = diâmetro inicial do comprimento paralelo de um corpo de prova circular

L_o = comprimento de medida inicial

L_c = comprimento paralelo

L_t = comprimento total do corpo-de-prova

L_u = comprimento de medição após ruptura

S_o = área da seção transversal inicial do comprimento paralelo

S_u = área da seção transversal mínima após fratura

Tolerância = $\pm 0,1\text{mm}$

As seguintes propriedades devem ser determinadas de acordo com a norma ABNT-NBR-ISO-6892/2013:

R_m : resistência à tração;

R_{eL} : limite inferior de escoamento; e

A: percentagem de alongamento após a ruptura: $A = (L_u - L_o) / L_o \times 100$

O resultado do ensaio deverá atender aos limites mínimos fixados na tabela 5 da norma ABNT-NBR-8855/1991 (EB-168), classe de resistência 4.6, conforme os valores apresentados na tabela 6.2 a seguir:

Tabela 6.2 – Propriedades mecânicas do PL

Resistência mínima à tração (R_m)	400 Mpa
Limite inferior (mínimo) de escoamento (R_{eL})	240 Mpa
Alongamento percentual mínimo após a ruptura (A)	22%

$$(1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10,19 \text{ kgf/cm}^2 = 0,10 \text{ kgf/mm}^2)$$

6.9 ENSAIO DE DOBRAMENTO

Serão submetidos a ensaios de dobramento dois PL retirados do lote aprovado (de acordo com o subitem 6.2 deste PIM), devendo as resistências ao dobramento resultantes atender à norma ABNT-NBR-6153/1988.

O corpo de prova a ser utilizado será o próprio **PL** acabado.

O corpo de prova deverá resistir ao dobramento em até 180° sem rachadura, assim como, ao dobramento da cabeça para trás, sobre o corpo, sem aparecimento de rachadura ou trinca. A resistência ao dobramento da cabeça é estabelecida de comum acordo entre o DNIT e o fornecedor.

Para cada corpo de prova que não atender ao especificado neste ensaio, será permitido a repetição do teste no máximo uma vez, com novo corpo de prova retirado do mesmo lote ou corrida.

Conforme a norma ABNT-NBR-6153/1988, a textura do material verificada deverá ser fina e fibrosa.

Caso antes do término do ensaio ocorra ruptura do corpo-de-prova, trinca ou fissura de sua superfície externa, considerar concluído o ensaio no momento em que esse fato ocorrer.

6.10 ENSAIOS DE DUREZA

Serão submetidos a ensaios de dureza três **PL** retirados do lote aprovado (de acordo com o subitem 6.2 deste PIM). O resultado do ensaio deverá atender à norma ABNT-NBR-8855/1991 (EB-168), Classe de resistência 4.6, conforme a tabela 6.3 a seguir:

Tabela 6.3 – Limites de dureza do PL

Tensão sob carga de ensaio	Dureza Vickers (hv) $f \geq 98 \text{ n}$		Dureza Brinell (hb) $f = 30 \text{ d}^2$		Dureza Rockwell (hrb)	
(MPa)	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
225	120	250	114	238	67	99,5

$$(1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10,19 \text{ kgf/cm}^2)$$

A dureza do **PL** será verificada na cabeça, no corpo ou na extremidade, após remoção da proteção superficial ou do revestimento e feita uma preparação adequada das amostras.

Os ensaios de dureza *Vickers*, *Brinell* e *Rockwell* devem ser realizados conforme as seguintes normas ABNT:

Ensaio de dureza **Vickers**: **NBR-NM-ISO-6507-1/2008**;

Ensaio de dureza **Brinell**: **NBR-NM-ISO-6506-1/2010** a **NBR-NM-ISO-6504-4/2010**;

Ensaio de dureza **Rockwell**: **NBR-NM-ISO-6508-1/2008**.

6.11 PROTEÇÃO ANTIOXIDANTE

Após acabamento e antes que sofra oxidação, o **PL** deverá ser mergulhado em banho de óleo antioxidante ou de outro produto similar.

A proteção antioxidante pode ser efetuada por um desses processos:

- Galvanização, de acordo com a norma ABNT-NBR-6323/2007; ou
- Banho de imersão com óleo antioxidante, de acordo com a norma ABNT-NBR-8813/2001 - Verificação do poder desaguante de protetivos temporários contra corrosão.

7 LIBERAÇÃO PARA EMBARQUE

A liberação para embarque dos **PL** dar-se-á após a execução de todas as verificações, ensaios e contraensaios sob a supervisão e fiscalização do **DNIT**, e a correspondente emissão de Termo de Liberação de Inspeção.

8 CARREGAMENTO E TRANSPORTE

Os **PL** devem ser acondicionados em sacos ou caixas de material resistente ao tipo de manuseio usual com peso bruto máximo de 50 kg, devendo ser carregados e transportados em sacos ou caixas de modo que cheguem ao local de entrega em perfeitas condições.

O fabricante ou fornecedor poderá sugerir, opcionalmente, outro tipo de embalagem, desde que explice, detalhadamente, o tipo embalagem a ser utilizada, para que o mesmo possa ser analisado e aprovado pelo **DNIT**.

9 LOCAL DE ENTREGA

O local de entrega é o estipulado pelo **DNIT** no Contrato de fornecimento.

10 TERMO DE ACEITAÇÃO PROVISÓRIA

Após a chegada dos **PL** nas dependências do **DNIT**, os mesmos, serão vistoriados e, se o **DNIT** julgar necessário, serão realizadas verificações de qualquer ordem. Caso esteja tudo em ordem, inclusive a parte quantitativa, o **DNIT** emitirá o Termo de Aceitação Provisória.

11 GARANTIA

O **PL** será garantido, no mínimo, até 31 de dezembro do ano **N+1**, sendo **N** o ano de fabricação marcado no **PL**, contra todo e qualquer defeito imputável à sua fabricação independentemente dos resultados da inspeção no ato do recebimento e/ou ensaios posteriores.

O **DNIT** poderá optar entre a substituição do **PL** comprovadamente com defeito de fabricação por outro novo colocado no mesmo local, ou por uma indenização, em valor equivalente ao de um novo, na data de substituição, mais as despesas decorrentes para ser disponibilizado no mesmo local.

Os **PL** defeituosos, substituídos ou indenizados pelo fabricante, não sendo retirados no prazo de 30 dias a contar da data da substituição, passam a ser de propriedade do **DNIT**, que deles poderá dispor a seu exclusivo critério, sem qualquer tipo de ônus.

12 ACEITAÇÃO

Serão aceitos somente os lotes de **PL** que atenderem totalmente a Especificação Técnica constante no Termo de Referência do Edital.

O **DNIT** se reserva o direito de rejeitar qualquer peça defeituosa, encontrada na inspeção, independentemente do fato de pertencer ou não a amostra, e do lote ser aprovado ou rejeitado. As peças rejeitadas de um lote aprovado poderão ser reparadas e apresentadas para nova inspeção, desde que autorizada pelo **DNIT**.

Os lotes rejeitados somente poderão ser reapresentados, para nova inspeção, após haverem sido reexaminadas todas as unidades pertencentes aos referidos lotes e retiradas ou reparadas aquelas consideradas defeituosas.

Nesse caso o responsável pela inspeção determinará qual o regime de inspeção a ser utilizado (normal ou severo) e se este deve incluir todos os tipos de defeitos ou ficarem restritos somente aqueles que ocasionaram as referidas rejeições.

O fabricante colocará à disposição dos inspetores do **DNIT** todos os meios necessários ao bom desempenho de suas funções, permitindo o livre acesso a qualquer fase da fabricação e controle de qualidade.

Será obrigatória a execução, pelo fabricante, de todos os ensaios exigidos neste procedimento, na presença dos inspetores do **DNIT**.

13 TRANSPORTE E ESTOCAGEM

13.1 CARGA E DESCARGA

A responsabilidade pela carga e descarga e empilhamento do material é exclusiva do transportador, cabendo ao responsável pelo almoxarifado do **DNIT** a conferência pelas quantidades entregues e verificação da existência de possíveis danos ocorridos durante a carga, transporte e/ou descarga.

Na ocorrência de danos no material, este pode ser recusado pelo responsável pelo recebimento, lavrando no ato um Termo de Não Recebimento de Material, onde será discriminado a quantidade e motivo do não aceite.

13.2 ESTOCAGEM

É importante que o responsável pelo almoxarifado conheça bem a área de estocagem para que este possa orientar o transportador quanto aos acessos e locais de empilhamento dos lotes dos **PL**.

ANEXOS

ANEXO1: NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

ABNT-NBR-7616/1989 (PB 248) – Título: Prego asa-de-barata para fixação ferroviária - Forma e dimensões - Padronização. Data de Publicação: 30/09/1989 Objetivo: Esta Norma padroniza prego asa-de-barata para fixação ferroviária.
ABNT-NBR-11294/1990 (EB 2054) – Título: Barras de aço ao carbono e ligado, redondas, quadradas e sextavadas, laminadas a quente - Especificação. Data de Publicação: 30/09/1990 Objetivo: Esta Norma fixa as condições gerais de fornecimento de barras de aço ao carbono e ligado, redondas, quadradas e sextavadas, laminadas a quente para uso gerais.
ABNT-NBR-8855/1991 (EB-168) - Título: Propriedades mecânicas de elementos de fixação - Parafusos e prisioneiros – Especificação. Data de Publicação: 30/08/1991. Objetivo: Esta Norma fixa as características mecânicas de parafusos e prisioneiros quando ensaiados à temperatura ambiente (ver PB-18). As propriedades mecânicas variam com a temperatura alta ou baixa.
ABNT-NBR- 6153/1988 (MB-5) - Título: Produtos metálicos – Ensaio de dobramento semi guiado – Método de Ensaio. Data de Publicação: 30/05/1988. Objetivo: Esta Norma prescreve o método para ensaio de dobragem semi guiado de produto metálico.
ABNT-NBR-6323/2007 (EB-344) – Título: Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação. Data de Publicação: 26/11/2007. Objetivo: Esta Norma especifica os requisitos exigíveis para galvanização de produtos de aço ou ferro fundido, revestidos de zinco, por imersão a quente, pelo processo não contínuo.
ABNT-NBR-8813/2001 (MB-2124) – Título: Protetivos temporários contra corrosão – Verificação do poder desaguante. Data de Publicação: 30/12/2001. Objetivo: Esta Norma prescreve o método de verificação do poder desaguante de protetivos temporários contra corrosão sobre superfícies de aço.

ABNT-NBR-NM-87/2000 – Título: Aço carbono e ligados para construção mecânica - Designação e composição química.

Data de Publicação: 30/10/2000.

Objetivo: Esta Norma estabelece a designação numérica empregada para identificar os aços carbono e ligados para construção mecânica, de acordo com a sua composição química.

ABNT-NBR-5426/1985 (NB-309-01) - Versão Corrigida/1989 – Título: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento.

Data de Publicação: 30/01/1985.

Objetivo: Esta Norma estabelece planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos. Quando especificada pelo responsável, esta Norma deve ser citada nos contratos, instruções ou outros documentos, e as determinações estabelecidas devem ser obedecidas.

ABNT-NBR-ISO-6892/2013 - Título: Materiais metálicos – Ensaio de tração. Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente.

Data de Publicação: 04/04/2013.

Objetivo: Esta parte da ABNT NBR ISO 6892 especifica o método de ensaio de tração de materiais metálicos e define as propriedades mecânicas que podem ser determinadas à temperatura ambiente.

ABNT-NBR-NM-ISO-6507-1/2008 - Título: Materiais metálicos - Ensaio de dureza Vickers - Parte 1: Método de ensaio.

Data de Publicação: 11/08/2008.

Objetivo: Esta parte da NM ISO 6507 especifica o método de ensaio de dureza Vickers para as três faixas de forças de ensaio para materiais metálicos.

ABNT-NBR-NM-187-1/2010 – Título: Materiais metálicos – Ensaio de dureza Brinell.

Parte 1: Método de ensaio

Data de Publicação: 05/07/2010.

Objetivo: Esta parte da ABNT NBR NM ISO 6506 especifica o método de ensaio de dureza Brinell para materiais metálicos e a aplicabilidade até o limite de 650 HBW.

ABNT-NBR-NM-ISO-6508-1/2008 - Título: Materiais metálicos - Ensaio de dureza Rockwell - Parte 1: Método de ensaio (escalas A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).

Data de Publicação: 15/12/2008.

Objetivo: Esta parte da NM ISO 6508 especifica o método para os ensaios de dureza Rockwell e Rockwell superficial (escalas e campo de aplicação de acordo com a Tabela 1) para materiais metálicos.

ANEXO 2: MODELO DE FICHA DE INSPEÇÃO

Prego de Linha para Fixação Ferroviária

FICHA DE INSPEÇÃO DE PREGO DE LINHA PARA FIXAÇÃO FERROVIÁRIA – 1 / 3

Processo:	Edital:		
Contratada:			
Especificação Técnica			
Tipo do PL (asa-de-barata ou cabeça-de-cachorro):		Designação: PL ____ : ____ x ____	
Processo de fabricação do PL:			
Material do PL: Barra quadrada de aço laminado: _____ (classe de resistência 4.6)			
<ul style="list-style-type: none"> - número da corrida: - composição química: - limites de resistência à tração: - limite de escoamento: - alongamento após ruptura: 			
Dimensões Nominais em mm do PL (Figuras 3.1 e 3.2 e Tabelas 3.1 e 3.2)			
Características		Dimensões	Tolerâncias
Hc	Altura da cabeça		-1,0 a +2,0
L1	Altura do pescoço		-1,0 a +2,0
A	Comprimento do PL		-5,0 a +5,0
E	Comprimento da Cabeça		-1,0 a +2,0
L	Comprimento do corpo		-4,0 a +3,0
I	Comprimento da parte prismática		-0,5 a +1,0
Z	Comprimento da ponta		-1,0 a +2,0
α	Inclinação da cabeça		-1º a +1º
C	Largura da cabeça		-1,0 a +2,0
D1	Lado do pescoço		-1,5 a +1,0
D	Lado do corpo		-1,0 a +0,5
R	Raio de curvatura da cabeça		-1,0 a +1,0
r	Raio de curvatura do pescoço		-0,1 a +0,1
hl	Rebarba da cabeça	0	
Massa Nominal de um PL		Tolerâncias	Medição
_____ gramas		-2% a +2%	
Tratamento Superficial			
Especificar:			

FICHA DE INSPEÇÃO DE PREGO DE LINHA PARA FIXAÇÃO FERROVIÁRIA – 2 / 3

Proteção Antioxidante			
Especificar:			
Plano de Amostragem Simples			
Tamanho do Lote de pregos de linha	Un.		
Tamanho da Amostra	Un.		
Nível Especial de Inspeção "S4"			
Ensaios realizados / Níveis de Qualidade Aceitável (NQA)	Regime Inspeção / Comutação	AC Limite Aceite	Medição
Ensaio Dimensional e Visual / NQA = 2,5%			
Propriedades Mecânicas / NQA = 2,5%			
Outros Ensaios (Especificar):			
Resistência à tração	<i>Limite mínimo</i>	<i>Medição</i>	
Corpo de Prova nº 1	Mpa	Mpa	
Corpo de Prova nº 2	Mpa	Mpa	
Escoamento	<i>Limite mínimo</i>	<i>Medição</i>	
Corpo de Prova nº 1	Mpa	Mpa	
Corpo de Prova nº 2	Mpa	Mpa	
Alongamento após a ruptura	<i>Percentual mínimo</i>	<i>Medição</i>	
Corpo de Prova nº 1	%	%	
Corpo de Prova nº 2	%	%	
Dobramento	Apresentou ruptura, fendas ou outros defeitos?		
Ângulo de dobramento = 180°	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
PL nº 1	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
PL nº 2	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
Dobramento até a ruptura	Apresentou textura fina e fibrosa?		
PL nº 1	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
PL nº 2	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
Dobramento da cabeça para trás, sobre o corpo	Apresentou rachaduras ou trincas?		
PL nº 1	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
PL nº 2	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		

FICHA DE INSPEÇÃO DE PREGO DE LINHA PARA FIXAÇÃO FERROVIÁRIA – 3 / 3

Dureza	Limite mínimo	Limite máximo	Medição
Dureza Vickers ($F \geq 98 \text{ N}$)	120 HV	250 HV	HV
Dureza Brinell ($F = 30 \text{ D}^2$)	114 HB	238 HB	HB
Dureza Rockwell	67 HBR	99,5 HRB	HRB

Outros Ensaios (Especificar)

Tipo de ensaio realizado:

Proteção Antioxidante

Tipo de proteção (galvanização ou banho de imersão)	Atendeu ao especificado?	
	() SIM	() NÃO

Composição Química (Limites em %)

Elementos Químicos	Aço:	
	Limite (%)	Medição
Carbono (C) - Máximo		
Fósforo (P) - Máximo		
Enxofre (S) - Máximo		
Chumbo (Pb) - Máximo		

Parâmetros

Atende

Não atende

Marcação	Marca do fabricante e ano de fabricação gravados em alto relevo	[]	[]
Visual	Isentos de rachadura ou trinca	[]	[]
	Isento de empeno	[]	[]
	Isentos de rebarba ou tiras de metal suspensas	[]	[]
	Isento de oxidação	[]	[]
	Outros defeitos prejudiciais ao uso.	[]	[]
Ensaio	Resistência à tração, Escoamento e Alongamento	[]	[]
	Dobramento e Textura pós rompimento	[]	[]
	Dureza	[]	[]
	Proteção antioxidante	[]	[]
	Químico	[]	[]
	Outros (Especificar):	[]	[]

Data e Identificação do Responsável: