



**Andraplan Serviços Ltda.**

**A essência da consultoria.**

---

Publicação de domínio público reproduzida na íntegra por Andraplan Serviços Ltda.  
Caso tenha necessidade de orientações sobre o assunto contido nesta publicação entre em contato conosco.

A Andraplan é especializada na prestação de serviços de consultoria e assessoria para certificação de produtos, serviços e sistemas de gestão.

Saiba mais sobre consultoria e assessoria para certificação de produtos, serviços e sistemas de gestão no site [www.andraplan.com.br](http://www.andraplan.com.br).

---

### **Consultoria e Assessoria**

O método de trabalho da consultoria consiste em orientações direcionadas aos diretores, gerentes e líderes da empresa. Estas orientações podem ser feitas pessoalmente, por telefone ou e-mail, na empresa do cliente ou em nossos escritórios.

O método de trabalho da assessoria é o mesmo da consultoria, sendo complementado pela execução de atividades que frequentemente são de responsabilidade dos clientes, como a elaboração de manuais, procedimentos, instruções e relatórios, realização de pesquisas, tomada de decisões, etc. As atividades de assessoria podem ser feitas na empresa do cliente ou em nossos escritórios.

Como o principal produto de uma consultoria são as informações, existe uma sistemática para atualização periódica da equipe de trabalho. Esta atualização de informações é reforçada nos assuntos relacionados a legislação e regulamentação técnica, com vistas a permitir que os consultores estejam preparados para fornecer informações adequadas para a tomada de decisões por parte dos clientes.

### **Serviços**

- Consultoria e assessoria para certificação compulsória e voluntária de produtos e serviços, dentro dos padrões INMETRO, ANATEL, UL, RoHS, Marcação CE, etc.
- Consultoria e assessoria para certificação de sistemas de gestão  
ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, PBQP-H, SA 8000, SASSMAQ, PBQP-H, etc.
- Consultoria e assessoria organizacional  
Planejamento estratégico, Vendas, Marketing, Produção, Recursos Humanos, Compras, Logística, Finanças, Projeto e desenvolvimento, Tributos, Falências e recuperação empresarial, etc.
- Terceirização de serviços técnicos  
Controle da qualidade (inspeção e ensaios), Garantia e gestão da qualidade (documentação e gerenciamento), Desenho de produtos, Projeto e desenvolvimento de produtos, Pesquisa de mercado, Levantamento de custos e formação de preços, Responsabilidade técnica, Auditorias, Representação em comissões de estudos, etc.

---

### **Andraplan Serviços Ltda.**

CNPJ 09.589.187/0001-85 Inscrição Municipal (CCM) número: 3.771.340-0  
Av. Paulista, 726 – 17º Andar - Conj. 1707-D – Bela Vista – São Paulo/SP CEP: 01310-910

Telefone / Fax: (11) 4506-3207 ou (11) 2056-2062

e-mail: [andraplan@andraplan.com.br](mailto:andraplan@andraplan.com.br) web site <http://www.andraplan.com.br>



Portaria n.º 247, de 03 de maio de 2013.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas no § 3º do artigo 4º da Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, nos incisos I e IV do artigo 3º da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, e no inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental da Autarquia, aprovada pelo Decreto n.º 6.275, de 28 de novembro de 2007, com a redação alterada pelo Decreto n.º 7.938, de 19 de fevereiro de 2013;

Considerando a alínea *f* do subitem 4.2 do Termo de Referência do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade, aprovado pela Resolução Conmetro n.º 04, de 02 de dezembro de 2002, que atribui ao Inmetro a competência para estabelecer as diretrizes e critérios para a atividade de avaliação da conformidade;

Considerando a Portaria Inmetro n.º 301, de 21 de julho de 2011, que aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Componentes Automotivos, publicada no Diário Oficial da União de 25 de julho de 2011, seção 01, página 92, ou sua substitutiva;

Considerando a importância dos terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais, comercializados no país, apresentarem requisitos mínimos de segurança, resolve baixar as seguintes disposições:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico da Qualidade para Terminais de Direção, Barras de Direção, Barras de Ligação e Terminais Axiais, disponibilizado no sítio [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br) ou no endereço abaixo:

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro  
Divisão de Programas de Avaliação da Conformidade – Dipac  
Rua da Estrela n.º 67 - 2º andar – Rio Comprido  
CEP 20.251-900 – Rio de Janeiro – RJ

Art. 2º Cientificar que a Consulta Pública que originou o regulamento ora aprovado foi divulgada pela Portaria Inmetro n.º 468, de 14 de setembro de 2012, publicada no Diário Oficial da União de 18 de setembro de 2012, seção 01, página 46.

Art. 3º Cientificar que a forma, reconhecida pelo Inmetro, de demonstrar conformidade aos critérios estabelecidos neste Regulamento Técnico da Qualidade será definida por Portaria específica que aprovará os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Terminais de Direção, Barras de Direção, Barras de Ligação e Terminais Axiais.

Art. 4º Cientificar que a delimitação do escopo de aplicação deste Regulamento Técnico da Qualidade está definido na Portaria Inmetro n.º 301/2011 e em suas complementares, ou suas substitutivas.

Art. 5º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA



## REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA TERMINAIS DE DIREÇÃO, BARRAS DE DIREÇÃO, BARRAS DE LIGAÇÃO E TERMINAIS AXIAIS

### 1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos técnicos que devem ser atendidos no Programa de Avaliação da Conformidade para terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais, utilizados em veículos rodoviários automotores, com foco na segurança, visando à prevenção de acidentes.

#### 1.1 Escopo de aplicação

**1.1.1** Este Regulamento Técnico da Qualidade se aplica a terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais de veículos rodoviários automotores, seus rebocados e combinados, enquadrados nas classificações:

- Automóveis, camionetas, caminhonetes, comerciais leves, caminhões, caminhões-tratores, ônibus e micro-ônibus, das categorias M e N e categorias G e O (quando aplicável), conforme descrito na norma ABNT NBR 13776.

**1.1.2** Este RTQ não se aplica a terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais dos veículos da categoria “L” (veículo automotor com menos de quatro rodas), conforme descrito na norma ABNT NBR 13776, máquinas, implementos e equipamentos agrícolas.

### 2 SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DIN	<i>German Institute for Standardization</i>
NM	Norma Mercosul
RTQ	Regulamento Técnico da Qualidade

### 3 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

ABNT NBR ISO 4288	Especificações geométricas de produto (GPS) – Rugosidade: Método do perfil – Regras e procedimentos para avaliação de rugosidade
ABNT NBR NM ISO 6507-4	Materiais metálicos-Ensaio de dureza Vickers- Parte 4: Tabelas de valores de dureza
ABNT NBR NM ISO 6506-4	Materiais metálicos – Ensaio de dureza Brinell Parte 4: Tabelas de valores de dureza
ABNT NBR NM 87	Aço-carbono e ligados para construção mecânica – Designação e composição química
ABNT NBR NM 136	Tratamentos térmicos de aço - Terminologia e definições
ABNT NBR NM 334	Ensaio não destrutivo — Líquidos penetrantes — Detecção de descontinuidades

ABNT NBR 6067	Veículos rodoviários automotores, seus rebocados e combinados – Classificação, terminologia e definições
ABNT NBR 7023	Direção - Veículos rodoviários automotores
ABNT NBR 11299	Aço - Determinação da profundidade da descarbonetação
ABNT NBR 11568	Determinação do tamanho de grão de materiais metálicos – Procedimento
ABNT NBR 13776	Veículos rodoviários automotores, seus rebocados e combinados – Classificação
ABNT NBR 16030	Ensaio não destrutivo — Partículas magnéticas — Detecção de descontinuidades
DIN 7178-1	<i>System of cone tolerances and cone fits for conical workpieces from C = 1 : 3 to 1 : 500 and lengths from 6 to 630 mm</i>

#### 4 DEFINIÇÕES

Para fins deste RTQ são adotadas as definições a seguir, complementadas pelas contidas nos documentos citados no Capítulo 3.

##### 4.1 Braços da direção

Elementos da direção destinados a transmitir angularmente os esforços e movimentos entre o mecanismo da direção e as rodas direcionais do veículo.

##### 4.1.1 Braço do mecanismo de direção (braço Pitman)

Braço da direção fixado diretamente à árvore de saída do mecanismo da direção e que transmite esforço e movimento angular às barras da direção.

##### 4.1.2 Braço auxiliar de direção

Braço da direção articulado à estrutura do veículo, com movimento paralelo ao do braço do mecanismo da direção, que tem a finalidade de posicionar as barras da direção e auxiliar a transmissão de esforço e movimento.

##### 4.1.3 Braço intermediário de direção

Braço da direção articulado à estrutura do veículo, que tem a finalidade de posicionar as barras da direção e transmitir esforço e movimento do braço do mecanismo da direção às barras da direção.

##### 4.1.4 Braço da ponta do eixo veicular direcional

Braço da direção fixado ou integrado à ponta do eixo veicular direcional.

##### 4.1.5 Braço da barra do mecanismo de direção

Braço da direção fixado a uma das pontas do eixo veicular direcional e ligado ao braço do mecanismo da direção através da barra do mecanismo da direção. Este braço também pode estar integrado ao braço da ponta do eixo veicular direcional.

##### 4.2 Barras de direção

Elementos do sistema de direção destinados a transmitir esforços e movimentos entre o mecanismo da direção e as rodas direcionais do veículo.

##### 4.2.1 Barra de ligação da direção

Barra do sistema de direção com pelo menos uma extremidade ligada diretamente ao braço da ponta do eixo veicular direcional.

**4.2.2 Barra do mecanismo da direção**

Barra do sistema de direção com uma extremidade ligada ao braço do mecanismo da direção (braço Pitman) e a outra não ligada ao braço da ponta do eixo veicular direcional.

**4.2.3 Barra central de direção**

Barra do sistema de direção que faz a conexão entre as barras de ligação da direção.

**4.3 Categoria M**

Veículos rodoviários que contém, pelo menos, quatro rodas, projetados e construídos para o transporte de passageiros.

**4.3.1 Categoria M1**

Veículos projetados e construídos para o transporte de passageiros, que não tenham mais do que oito assentos, além do assento do condutor.

**4.3.2 Categoria M2**

Veículos projetados e construídos para o transporte de passageiros, que tenham mais do que oito assentos, além do assento do condutor, e que contenham uma massa máxima não superior a 5 t.

**4.3.3 Categoria M3**

Veículos projetados e construídos para o transporte de passageiros, que tenham mais do que oito assentos, além do assento do condutor e que contenham uma massa máxima superior a 5 t.

**4.4 Categoria N**

Veículos automotores que contém, pelo menos, quatro rodas, projetados e construídos para o transporte de cargas.

**4.4.1 Categoria N1**

Veículos projetados e construídos para o transporte de cargas e que contenham uma massa máxima não superior a 3,5 t.

**4.4.2 Categoria N2**

Veículos projetados e construídos para o transporte de cargas e que contenham uma massa máxima superior a 3,5 t, porém não superior a 12 t.

**4.4.3 Categoria N3**

Veículos projetados e construídos para o transporte de cargas e que contenham uma massa máxima superior a 12 t.

**4.5 Categoria O**

Reboques (incluindo semi-reboque).

**4.5.1 Categoria O1**

Reboques com uma massa máxima não superior a 0,75 t.

**4.5.2 Categoria O2**

Reboques com uma massa máxima superior a 0,75 t, porém não superior a 3,5 t.

**4.5.3 Categoria O3**

Reboques com uma massa máxima superior a 3,5 t, porém não superior a 10 t.

**4.5.4 Categoria O4**

Reboques com uma massa máxima superior a 10 t.

**4.6 Categoria G**

Veículos fora-de-estrada.

**4.7 Categoria L**

Veículos automotores com menos de quatro rodas.

**4.8 Designação combinada**

O símbolo “G” deve ser combinado com o símbolo “M” ou “N”, quando apropriado para uso fora de estrada.

**4.9 Terminal de direção e terminal axial - articulações de direção**

Elementos da direção que vinculam braços e barras permitindo a transmissão de esforço e movimento entre estes. As articulações da direção podem ser de lubrificação periódica ou permanente.

**5 REQUISITOS GERAIS**

**5.1** Os terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais devem estar em conformidade quanto ao diâmetro esférico de referência.

**5.2** Os terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais não podem apresentar trincas.

Nota: Os terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e terminais axiais podem apresentar microtrincas superficiais detectadas na camada do tratamento superficial e/ou termoquímico somente após a realização de todos os ensaios.

**6 REQUISITOS ESPECÍFICOS****6.1 Requisitos para o componente pino esférico****6.1.1 Integridade do material**

Tabela 1 – Defeitos superficiais/composição química.

<b>Característica</b>	<b>Método de verificação</b>	<b>Critério aceitação</b>
Descarbonetação superficial total	Análise metalográfica	Conforme ABNT NBR 11299
Defeitos superficiais decorrentes de falha do tratamento térmico ou de matéria-prima	Análise por líquido penetrante ou correntes parasitas	Não serão aceitos trincas internas e externas ou defeitos superficiais que levem a uma iniciação de trincas.
Defeitos superficiais com orientação transversal ao eixo do pino esférico, decorrentes do processo de conformação do pino		
Composição química	Análise química	Conforme requisitos da ABNT NBR NM 87, com as seguintes exceções: Não serão aceitos aços-carbono e aços resulfurados para Pinos beneficiados e temperados por indução e Pinos usinados e tratamento termoquímico

## 6.1.2 Acabamento superficial

Tabela 2 – Rugosidade.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Na região da esfera	Rugosímetro	R máx. = 10 µm ou Ra máx. = 1,0 µm
Na região do cone		R máx. = 15 µm ou Ra máx. = 3,2 µm
Na região de transição entre esfera e cone (pescoço)		R máx. = 15 µm ou Ra máx. = 3,2 µm

Nota: Rugosidade aceita conversão em Rz máx., conforme ABNT NBR ISO 4288.

## 6.1.3 Rosca do pino esférico

Tabela 3 – Processo de formação de rosca.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Processo de formação da rosca	Análise de fibramento	Não é aceita rosca formada por remoção de material

## 6.1.4 Conformidade do material

### 6.1.4.1 Conformidade do material para as categorias M3, N2, N3 e O

Tabela 4 – Conformidade do material para linha pesada.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Pinos Esféricos do Terminal Axial Tratamento Térmico e / ou resistência mecânica	Avaliação metalográfica	Conforme ABNT NBR NM 136 Temperado e revenido ou processo de fabricação específico que garanta o critério de resistência mecânica
Pinos Esféricos do Terminal Axial Estrutura metalográfica	Avaliação metalográfica	Conforme ABNT 11568 Granulação uniforme NBR 11568 = 5 a 8 ou mais fina
Pinos Esféricos de Terminais de Direção Temperados e Revenidos	Conversão da dureza HB (Brinell) ou HRC (Rockwell C) ou HV (Vickers)	Conforme ABNT NBR NM ISO 6506-4 As faixas aceitáveis de resistência à tração são: RT = 820 MPa – 1 250 MPa
Pinos Esféricos de Terminais de Direção Estrutura metalográfica	Avaliação metalográfica	Conforme ABNT 11568 Martensita revenida

#### 6.1.4.1.1 Caracterização de pinos com endurecimento superficial

Tabela 5 – Endurecimento superficial do pino esférico através de tempera por indução na região da esfera e/ou do cone do pino esférico - ABNT NBR NM ISO 6507-4.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Dureza superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 500 min. ou HRC = 48 min.
Profundidade de dureza (RHT) = 400 HV - com carga de 1 kg		1,0 + 3,0 mm

Tabela 6 – Endurecimento superficial do pino esférico através de tratamento termoquímico na região da esfera e do cone do pino esférico.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Dureza superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 500 min.
Profundidade de dureza (EHT) = 400 HV - com carga de 1 kg, ou		1,0 + 2,0 mm
Profundidade de dureza (EHT) = 330HV – com carga de 0,3kg, ou		0,20 + 0,20 (mm)
Profundidade de dureza (EHT) = 350 HV – com carga de 0,3 kg, ou		0,05 mm
Profundidade de dureza (EHT) = 550 HV- com carga de 0,5 kg,		0,01 + 0,01 mm

#### 6.1.4.2 Conformidade do material para as categorias M1, M2 e N1.

Tabela 7 – Conformidade do material para as categorias M1, M2 e N1.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Pinos Esféricos do Terminal Axial Tratamento térmico	Avaliação metalográfica	Conforme ABNT NBR NM 136 Temperado e revenido ou processo de fabricação específico que garanta o critério de resistência mecânica
Pinos esféricos de terminais de direção temperados e revenidos	Conversão da dureza HB (Brinell) ou HRC (Rockwell C) ou HV (Vickers)	Conforme ABNT NBR NM ISO 6506-4 As faixas aceitáveis de resistência à tração são: RT = 820 MPa – 1 250 MPa
Pinos esféricos de barras axiais	Conversão da dureza HB (Brinell) ou HRC (Rockwell C) ou HV (Vickers)	Conforme ABNT NBR NM ISO 6506-4 As faixas aceitáveis de resistência à tração são: RT = 670 MPa – 1250 MPa
Estrutura metalográfica	Avaliação metalográfica	Conforme NBR 11568 5 a 8 ou mais fina

#### 6.1.4.2.1 Caracterização de pinos com endurecimento superficial

Tabela 8 – Endurecimento superficial do pino esférico por tempera por indução na região da esfera e/ou do cone do pino esférico – terminal de direção- conforme ABNT NBR NM ISO 6507-4.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Dureza superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 500 min ou HRC = 48 mín.
Profundidade de dureza: RHT = 400HV – carga de 1 kg		1,0 + 2,0 mm

Tabela 9 – Endurecimento superficial do pino esférico por tratamento termoquímico na região da esfera e do cone do pino esférico – terminal de direção - ABNT NBR NM ISO 6507-4.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Dureza superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 500 min
Profundidade de dureza: EHT = 400HV – carga de 1 kg, ou		1,0 + 2,0 mm
Profundidade de dureza: EHT= 330HV – carga de 0,3 kg, ou		0,20 + 0,25 mm
Profundidade de dureza: EHT= 350HV – carga de 0,3 kg, ou		0,05 mm



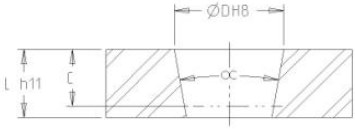
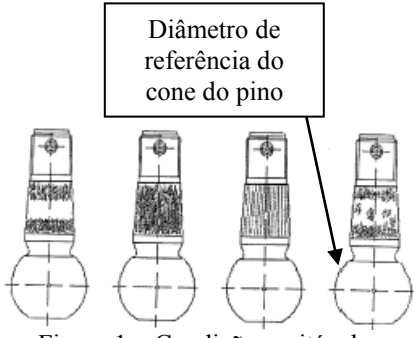
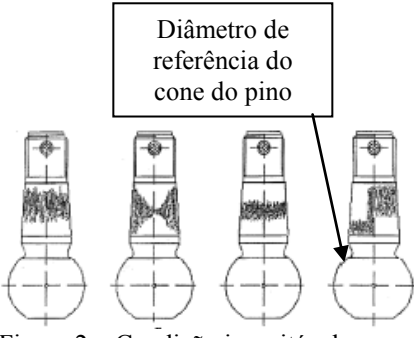
Profundidade de dureza: EHT= 550HVmin – carga de 0,5 kg		0,01 + 0,01 mm
---	--	----------------

Tabela 10 – Endurecimento superficial na região da haste para barras lateral e axial, (tratamento termoquímico, tempera por indução ou processo de fabricação que garanta os requisitos de dureza e acabamento), conforme ABNT NBR NM ISO 6507-4.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Dureza Superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 230 min.

### 6.1.5 Acoplamento cônico

Tabela 11 – Análise dimensional do acoplamento cônico.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação								
<p>Área de contato mínima quando aplicada no pino uma força de 44,0 N e girado a 180°.</p> <p>A contra peça deve apresentar construção básica conforme descrito abaixo:  <math>\varnothing D</math> = Diâmetro nominal do cone (medida do calibre do cone externo)  <math>\alpha</math> = ângulo cônico nominal  C = Comprimento do cone externo (da borda inferior até a medida do calibre)  L = Altura do cone interno</p> <p>A tolerância do ângulo cônico deve ser AT 11 em função da altura L (h11) de acordo com a DIN 7178 -1</p>  <table border="1" data-bbox="140 1391 391 1514"> <tr> <td>D (H8)</td> <td>L (h11)</td> </tr> <tr> <td>D ≤ 18</td> <td>C + 4</td> </tr> <tr> <td>18 &lt; D ≤ 38</td> <td>C + 5</td> </tr> <tr> <td>38 &lt; D ≤ 70</td> <td>C + 6</td> </tr> </table>	D (H8)	L (h11)	D ≤ 18	C + 4	18 < D ≤ 38	C + 5	38 < D ≤ 70	C + 6	<p>O contato entre cones deve ser analisado e considerado aceitável ou inaceitável conforme as figuras 1 e 2 a seguir:</p>  	<p>Área e contato com pasta de ajuste devem ser no mínimo 60 % e apresentar o contato conforme Figura 1</p>
D (H8)	L (h11)									
D ≤ 18	C + 4									
18 < D ≤ 38	C + 5									
38 < D ≤ 70	C + 6									

### 6.1.6 Carga de deformação do pino esférico do conjunto terminal de direção

6.1.6.1 Este ensaio deve ser aplicado às peças com diâmetro de esfera a partir de 29mm, inclusive.

6.1.6.2 Uma pequena superfície deve ser retificada perpendicularmente à linha de centro do pino esférico para que se tenha uma referência, conforme figura 3.

6.1.6.3 O pino esférico deve ser fixado conforme mostrado na figura 3, de modo a garantir a altura de trabalho do acoplamento cônico e porca com torque de montagem, de acordo com a classe de resistência dos elementos de fixação e de forma que a força “P” (figura 3) seja aplicada perpendicularmente à superfície retificada.

6.1.6.4 Deve ser aplicada uma pré-carga no pino esférico de 1100 N a 2200 N.

6.1.6.5 Deve ser zerado o mostrador.

**6.1.6.6** Deve ser efetuado o ajuste e leituras de deflexão a cada 2200 N – 4400 N de intervalo.

**6.1.6.7A** força mínima para produzir uma deformação permanente de 0,5 mm no pino esférico deve ser conforme especificado na tabela 12.

Tabela 12 – Força de deformação permanente de 0,5 mm no pino esférico.

Diâmetro do acoplamento cônico de engastamento (mm)	Força mín. (kN)
$20,0 \leq \varnothing < 22,0$	29,9
$22,0 \leq \varnothing < 26,0$	34,7
$26,0 \leq \varnothing < 30,0$	50,7
$30,0 \leq \varnothing$	65,0

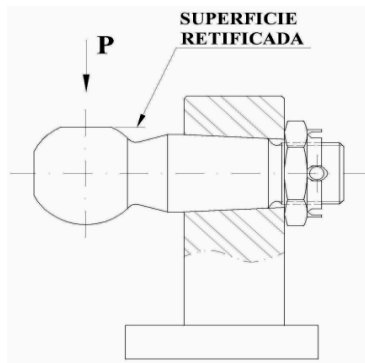


Figura 3 – Representação esquemática para ensaio de deformação

### 6.1.7 Ensaio de impacto do pino esférico do conjunto terminal de direção

**6.1.7.1** Este ensaio deve ser aplicado para peças com diâmetro de esfera menor do que 29 mm.

**6.1.7.2** O pino esférico do terminal deve ser posicionado em um dispositivo apropriado, de modo a reproduzir as condições de montagem no veículo.

**6.1.7.3** Uma massa apropriada deve ser liberada em queda vertical livre, de uma altura mínima de 1 m, de forma a gerar uma energia de impacto mínima de 400 J sobre o centro esférico do pino.

**6.1.7.4** Após o ensaio de impacto, a amostra deve ser analisada de acordo com os seguintes critérios:

- em deformações permanentes de 2,5 mm, avaliadas conforme figura 4, não deve ser permitida a formação de qualquer tipo de trinca ou ruptura no pino ensaiado, com exceção de trincas no tratamento superficial ou tratamento termoquímico;
- a avaliação deve ser realizada visualmente e através de métodos de partículas magnéticas, conforme norma técnica ABNT NBR 16030 ou líquido penetrante, conforme norma técnica ABNT NBR NM 334;
- as trincas devem ser aceitas desde que o ângulo deslocado do eixo central do pino esférico, avaliado antes e após o ensaio, seja maior que  $\alpha = 20^\circ$  (figura 4), ou que a deflexão linear entre o centro do pino esférico esteja entre 2,5 mm e 8,0 mm.

**6.1.7.5** O ensaio deve ser realizado em famílias conforme o diâmetro nominal das esferas, de acordo com a tabela 13 e figura 4.

Tabela 13 – Diâmetro nominal da esfera.

Diâmetro ( $\varnothing$ )
$19 \text{ mm} \leq \varnothing < 24 \text{ mm}$
$24 \text{ mm} \leq \varnothing < 27 \text{ mm}$
$27 \text{ mm} \leq \varnothing < 29 \text{ mm}$

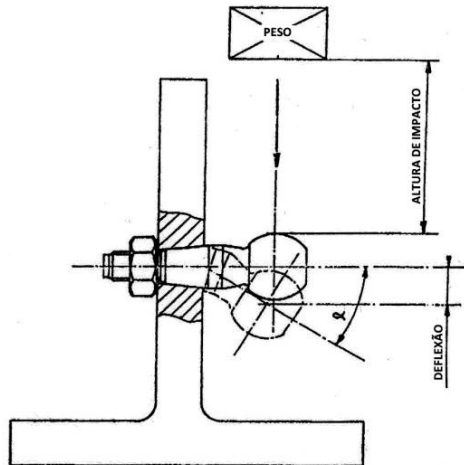


Figura 4 – Esquema de montagem do ensaio de impacto de pino esférico do conjunto terminal de direção.

## 6.2 Requisitos mínimos para o componente carcaça do conjunto terminal de direção e do componente carcaça do terminal axial

### 6.2.1 Integridade do material

Tabela 14 – Defeitos superficiais.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Defeitos superficiais decorrentes de falha do tratamento térmico ou de matéria-prima	Análise por líquido penetrante, conforme norma técnica ABNT NBR NM 334	Não são aceitos defeitos
Defeitos superficiais com orientação transversal ao eixo da haste da carcaça, decorrentes do processo de conformação		

### 6.2.2 Rosca da haste da carcaça

Tabela 15 – Processo de formação da rosca externa.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Processo de formação da rosca externa	Análise de fibramento	Não é aceita rosca externa formada por remoção de material

### 6.2.3 Conformidade do material

Tabela 16 – Resistência mecânica/estrutura metalográfica/tratamento térmico.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Resistência mecânica	Avaliação metalográfica	Conforme ABNTNBR NM ISO 6506-4
	Conversão da dureza HB (Brinell) ou HRB (Rockwell B) ou HV (Vickers)	A peça deve apresentar uma resistência à tração mínima de RT = 450 MPa para barras axiais e RT = 500 MPa para as demais

Estrutura metalográfica	Avaliação metalográfica	Conforme ABNT NBR 11568 Uniforme Granulação 5 a 8 ou mais fina
-------------------------	-------------------------	--

Tabela 17 – Resistência mecânica/estrutura metalográfica/tratamento térmico para construção da carcaça sem mancal e com deslizamento da esfera integrado, conforme ABNT NBR NM ISO 6507-4.

Característica	Método de verificação	Critério de aceitação
Endurecimento superficial da pista de deslizamento do pino esférico – Dureza Superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 500 min.
Tempera por indução da carcaça: Dureza superficial com carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	HV = 500 min.
Tempera por indução da carcaça: profundidade de dureza RHT = 400 HV - carga de 1 kg	Avaliação metalográfica	1,0 mm + 2,0 mm

### 6.3 Ensaio estáticos

#### 6.3.1 Torque de rotação do pino esférico do conjunto terminal de direção

6.3.1.1 O ensaio deve somente ser iniciado após 24 h da fabricação do conjunto terminal de direção.

6.3.1.2 Os conjuntos devem ser mantidos a uma temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

6.3.1.3 O terminal de direção deve ser posicionado em um dispositivo apropriado, rigidamente fixado. A coifa de proteção deve ser removida. Um torquímetro com escala adequada deve ser instalado na rosca do pino esférico, de modo a garantir uma leitura correta dos valores de torque durante a rotação do pino esférico.

6.3.1.4 Através do torquímetro instalado deve ser imposto um movimento rotacional no sentido horário, com velocidade angular constante de  $5 \pm 0,5 \text{rpm}$ . O valor de torque deve ser registrado durante a execução do ensaio, após o pino ter realizado pelo menos 5 rotações completas, conforme figura 5.

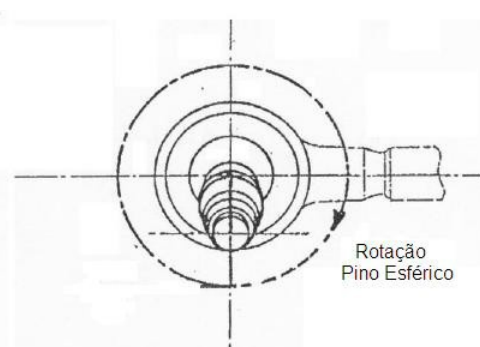


Figura 5 – Rotação do pino esférico.

6.3.1.5 O valor de torque inicial deve ser registrado imediatamente à primeira movimentação do pino esférico.

6.3.1.6 O valor de torque rotacional deve ser registrado durante a execução do ensaio, após o pino ter realizado, pelo menos, cinco rotações completas.

6.3.1.7 Após a realização do ensaio, os valores registrados de torque devem estar de acordo com a tabela 18, conforme dimensão do esférico do pino. Valores que não estejam contemplados entre as faixas especificadas reprovam a amostra ensaiada.

Tabela 18 – Intervalo aceitável de torque do pino esférico.

Diâmetro nominal ( $\varnothing_n$ ) da esfera (mm)	Torque inicial máx. após 24 h em repouso (Nm)	Torque de rotação máx. após cinco rotações completas (Nm)
$19 \leq \varnothing_n < 27$	20	12
$27 \leq \varnothing_n < 29$	25	15
$29 \leq \varnothing_n < 35$	30	18
$35 \leq \varnothing_n < 45$	40	25
$45 \leq \varnothing_n \leq 50$	45	28

### 6.3.2 Elasticidade do pino esférico sob carga do conjunto terminal de direção

6.3.2.1 Uma força “F” de tração e compressão deve ser aplicada no pino esférico para a medição da elasticidade axial e uma força “F1” de tração e compressão aplicada no cachimbo para a medição da elasticidade radial, conforme demonstrado na Figura 6.

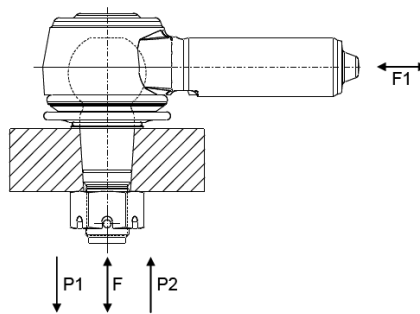


Figura 6 – Representação esquemática da atuação de forças para ensaios em conjunto terminais de direção.

6.3.2.2 O deslocamento axial e radial deve estar conforme especificado na tabela 19.

Tabela 19 – Elasticidade máxima permitida.

Diâmetro nominal ( $\varnothing_n$ ) da esfera (mm)	Deslocamento axial/F (mm/N)	Deslocamento radial/F1 (mm/N)
$19 \leq \varnothing_n < 27$	$\leq 0,2/300$	$\leq 0,30/2\ 000$
$27 \leq \varnothing_n < 29$	$\leq 0,4/650$	$\leq 0,35/4\ 000$
$29 \leq \varnothing_n < 34$	$\leq 0,4/750$	$\leq 0,35/5\ 000$
$34 \leq \varnothing_n < 45$	$\leq 0,4/850$	$\leq 0,40/6\ 000$
$45 \leq \varnothing_n < 50$	$\leq 0,4/1\ 500$	$\leq 0,50/11\ 000$

### 6.3.3 Resistência ao arrancamento do pino esférico do conjunto terminal de direção

6.3.3.1 Os conjuntos terminais devem ser montados em uma máquina de ensaio de tração e compressão (ver figura 6), sendo que a força máxima aplicada (P1 e P2) que induz a separação entre o pino esférico e o cachimbo dever ser registrada, conforme tabela 20.

Tabela 20 – Força de tração e compressão.

Diâmetro nominal ( $\varnothing_n$ ) da esfera (mm)	Força de tração (P1) mín.(kN)	Força de compressão (P2) mín.(kN)
$19 \leq \varnothing_n < 24$	13	13
$24 \leq \varnothing_n < 27$	15	15
$27 \leq \varnothing_n < 29$	23	20
$29 \leq \varnothing_n < 34$	80	30
$34 \leq \varnothing_n < 39$	90	40
$39 \leq \varnothing_n < 45$	100	50
$45 \leq \varnothing_n \leq 50$	120	70

### 6.3.4 Resistência ao arrancamento e torque de giro de conjunto fixo/grampeado/soldado

#### 6.3.4.1 Procedimento

O conjunto deve ser fixado/grampeado, observando o alinhamento entre a crista do grampeado com o ondulado do cachimbo, conforme demonstrado na figura 7.

#### 6.3.4.2 Forças e torques mínimos

6.3.4.2.1A força mínima de arrancamento (F3) e o torque mínimo de giro (T) devem ser determinados conforme descrito a seguir:

- conjuntos grampeados  $\geq$  diâmetro externo do tubo na região do grampeado ( $\varnothing D$ ) x espessura do tubo;
- conjuntos soldados  $\geq$  diâmetro da barra na região da solda ( $\varnothing E$ );
- conforme demonstrado na figura 7 e especificado na tabela 21.

6.3.4.2.2 Os valores de torque de giro (T) e arrancamento por tração (F3) de tubos e barras com dimensional fora do diâmetro externo do grampeado ( $\varnothing D$ ) x espessura do tubo especificado na tabela 21, podem ser obtidos através da interpolação composta para os valores de torque e arrancamento. A interpolação deve ser efetuada em função da área da bitola do tubo ou diâmetro da barra soldada, conforme exemplo abaixo:

- Novo diâmetro do grampeado =  $\varnothing 51 \times 7,0 = \text{Área} = 968 \text{ mm}^2$ ;
- Valores conhecidos na tabela 21:  $\varnothing 50 \times 6,0 = \text{Área} = 829 \text{ mm}^2$  /  $\varnothing 52 \times 8,0 = \text{Área} = 1 106 \text{ mm}^2$ ;
- Interpolando-se o valor de torque de giro (T) mín. = 315,0 N.m.

Tabela 21 – Torque de giro – Força de arrancamento por tração.

Diâmetro ( $\varnothing D$ ) X espessura do tubo (mm)	Diâmetro da barra soldada ( $\varnothing E$ ) (mm)	Torque de giro (T) mín. (Nm)	Arrancamento por tração (F3) mín. (kN)
18 x 2,75	18,0	80	30
20 x 2,80	-	100	34
20 x 3,75	20,0	110	60
22 x 2,8	22,0	105	40
25,4 x 3,2	-	145	45
25,4 x 4,2	25,4	175	80
30 x 3,5	30,0	175	100
32 x 4,5	32,0	190	150
36 x 4,0	36,0	270	160
38 x 5,0	38,0	300	230
40 x 6,0	40,0	300	250
42 x 6,7	-	330	270
42 x 8,0	42,0	330	280
46 x 4,0	-	270	250
46 x 9,0	46,0	330	300
50 x 6,0	50,0	300	360
52 x 8,0	52,0	330	360

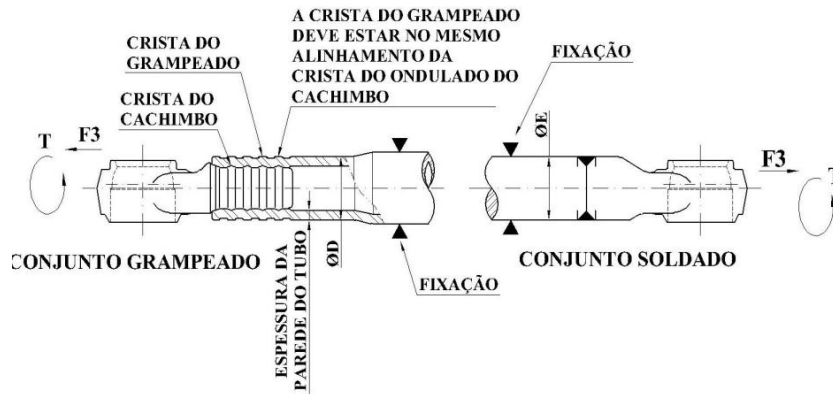


Figura 7 – Representação esquemática para ensaios de arrancamento.

### 6.3.5 Torque angular do terminal axial

6.3.5.1 O ensaio deve somente ser iniciado após 24 h da fabricação do terminal axial.

6.3.5.2 Os conjuntos de barra devem ser mantidos a uma temperatura de  $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ .

6.3.5.3 O terminal axial deve estar alinhado ao centro e não pode ser deslocado em relação ao seu alojamento esférico, com exceção de movimentos necessários à instalação no dispositivo de ensaio.

6.3.5.4 O terminal axial deve ser alojado no dispositivo, alinhando o centro da esfera ao braço de alavanca (ver figura 8).

6.3.5.5 O torque angular inicial e o torque de pico devem ser monitorados, deslocando o pino/caixa do terminal axial para a direita ou para a esquerda, registrando o valor máximo obtido.

6.3.5.6 Através do torquímetro instalado deve ser imposto um movimento com velocidade angular constante de  $5 \pm 0,5 \text{ rpm}$ .

6.3.5.7 Os torques inicial/de pico e o torque angular devem ser conforme demonstrado na tabela 22.

Tabela 22 – Especificação de torques em função do diâmetro do pino esférico ( $\emptyset$ ).

Diâmetro do pino esférico ( $\emptyset$ ) (mm)	Torque inicial máx. após 24 h em repouso (N.m)	Torque angular máx. após 5 articulações completas (N.m)
$\emptyset \leq 27$	13	6
$27 < \emptyset \leq 30$	14	7
$30 < \emptyset \leq 32$	15	8
$32 < \emptyset \leq 39$	40	20
$39 < \emptyset \leq 50$	55	30

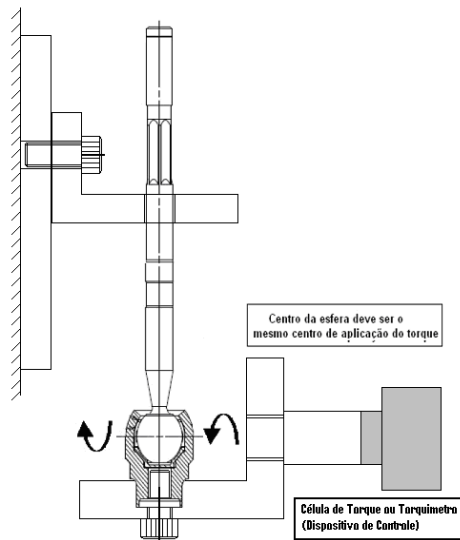


Figura 8 – Esquema de montagem do ensaio de avaliação de torque do terminal axial.

### 6.3.6 Elasticidade axial do pino esférico sob carga do terminal axial

6.3.6.1 Este ensaio deve ser aplicado somente para o terminal axial.

6.3.6.2 O terminal axial deve estar rigidamente fixado.

6.3.6.3 A elasticidade axial do terminal axial deve ser determinada conforme a curva força x deslocamento.

6.3.6.4 Deve ser aplicada uma força “F” conforme tabela 23, alternando em tração e compressão, conforme demonstrado na figura 9.

6.3.6.5 A medição da elasticidade deve ser tomada conforme a leitura da força F1. Os valores de forças são mostrados na tabela 23.

6.3.6.6 A elasticidade axial máxima deve estar de acordo com a tabela 23.

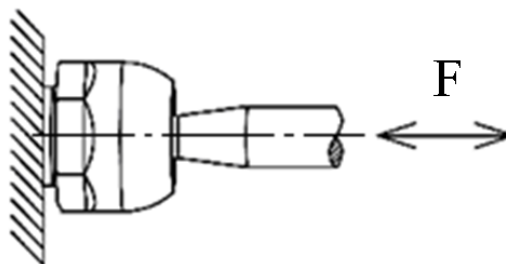


Figura 9 – Esquema de montagem do ensaio de elasticidade axial no terminal axial.

Tabela 23 – Tabela de especificação da elasticidade axial para o terminal axial.

Diâmetro do pino esférico (Ø) (mm)	Força F (kN)	Elasticidade axial máx. (mm)
$22 < \text{Ø} \leq 32$	1,00	0,1
$32 < \text{Ø} \leq 34$	4,50	0,1
$34 < \text{Ø} \leq 39$	6,00	0,1
$39 < \text{Ø} \leq 52$	9,00	0,1



### 6.3.7 Resistência ao arrancamento do pino esférico do terminal axial

O alojamento do pino do terminal axial deve resistir à força mínima “F” de arrancamento, conforme mostrado na tabela 24.

Tabela 24 – Força mínima de arrancamento do pino em função do diâmetro da esfera.

Diâmetro do pino esférico ( $\emptyset$ ) (mm)	Força mínima (kN)
$22 \leq \emptyset \leq 26$	20
$26 < \emptyset \leq 28$	30
$28 < \emptyset \leq 32$	35
$32 < \emptyset \leq 34$	90
$34 < \emptyset \leq 39$	120
$39 < \emptyset \leq 52$	150

### 6.3.8 Deflexão à força do conjunto terminal de direção e terminal axial

**6.3.8.1** Este ensaio deve ser conduzido utilizando o conjunto completo montado (terminal de direção, terminal axial e porca de ajuste), conforme mostrado na figura 10.

**6.3.8.2** A porca deve apresentar resistência mecânica compatível com a classe de resistência da rosca do pino esférico.

**6.3.8.3** O comprimento de rosqueamento entre os terminais de direção e axial devem ser de 1,5 vez o diâmetro da rosca do pino esférico do terminal axial.

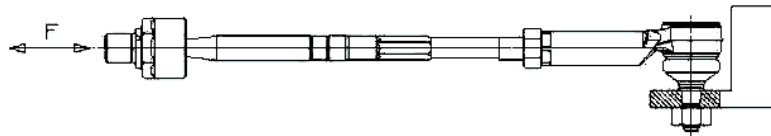


Figura 10 – Esquema de montagem do ensaio de deflexão à força.

**6.3.8.4** O torque nas porcas de montagem deve ser conforme a classe de resistência dos elementos de fixação.

**6.3.8.5** Deve ser aplicada a força de compressão na direção da linha de centro dos conjuntos montados para determinar a resistência à deformação.

**6.3.8.6** Os conjuntos montados devem suportar a força mínima indicada na tabela 25 sem sofrer qualquer deformação permanente.

Tabela 25 – Valores de força de compressão.

Diâmetro do pino esférico ( $\emptyset$ ) (mm)	Força de compressão mín. (kN)
$22 \leq \emptyset \leq 26$	10
$26 \leq \emptyset \leq 32$	20