

# **NBR 5599 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS**

## **1 OBJETIVO**

**1.1** Esta norma fixa as condições exigíveis para encomenda, fabricação e fornecimento de tubos de aço-carbono de precisão, com costura, trefilados, com diâmetros externos entre 4 mm e 240 mm e espessura de parede entre 0,50 mm e 13 mm.

**1.2** Estes tubos são aplicáveis em conjuntos estruturais mecânicos, soldados ou não, máquinas, sistemas fluido-dinâmicos e em operações análogas onde são exigidos alto grau de precisão, requisitos de propriedades mecânicas definidas, boa qualidade de superfície compatível para receber acabamentos ou revestimentos superficiais.

## **2 DEFINIÇÃO**

Para os efeitos desta Norma é adotada a definição de 2.1

### **2.1** Tubo de precisão

Tubo mecânico acabado a frio, com precisão dimensional, podendo ter exigências no acabamento da superfície, na composição química e nas propriedades mecânicas.

## **3 CONDIÇÕES GERAIS**

### **3.1** Classificação e designação

Esta Norma contempla três classes de qualidade de tubos, conforme descrito em 3.1.1 a 3.1.3

#### **3.1.1** Classe A

Tubos de aço de precisão sem requisitos especiais de qualidade, não acompanhados de certificado de qualidade.

#### **3.1.2** Classe B

Tubos de aço de precisão com requisitos especiais de qualidade, acompanhados de certificado de qualidade.

#### **3.1.3** Classe C

Tubos de aço de precisão com requisitos especiais adicionais de qualidade, conforme 4.2, que podem ser fornecidos com ou sem certificado de qualidade. Estes requisitos especiais e os ensaios apropriados devem ser especificados no pedido de compra.

### **3.2** Modo de fazer a encomenda

Nos contratos e pedidos de compra de tubos segundo esta Norma, devem constar:

- a) número desta Norma;
- b) classe do tubo, conforme 3.1;

- c) quantidade (comprimento total, número de tubos ou massa) e respectiva tolerância no fornecimento, conforme 3.8;
- d) grau do aço, conforme a Tabela 1;
- e) estado de fornecimento do tubo, conforme 3.5;
- f) diâmetro externo e espessura ou, quando aplicável, diâmetro externo e diâmetro interno, ou diâmetro interno e espessura de parede, em milímetros;
- g) comprimento, em milímetros que pode ser normal de fabricação, fixo, exato ou múltiplo, conforme 3.7.3;
- h) certificado de qualidade, quando solicitado, conforme 5.8;
- i) uso a que se destina o tubo, a título informativo;
- j) usinagens a serem realizadas e sobremetal, conforme 3.6.1.1.1 e 5.3.1;
- k) valor de massa máximo por embalagem, conforme 3.8;
- l) requisitos especiais para os tubos de classe C, conforme 4.2;
- m) inspeção externa, conforme 5.7

### 3.3 Fabricação

Os tubos fornecidos segundo esta Norma são obtidos por trefilação a frio, externa e internamente, a partir de tubos soldados longitudinalmente por resistência elétrica em alta frequência (ERW).

### 3.4 Material

**3.4.1** O comprador deve indicar o grau de aço conforme a Tabela 1. Caso seja necessário especificar outro grau, este deve ser baseado na NBR 6006, ou outra especificação, devendo, neste caso, enquadrar-se na classe C, indicada em 4.1.3.

**3.4.1.1** Aços acalmados devem ter o Si até 0,55% e/ou Al compreendido entre 0,02% e 0,07%.

**3.4.1.2** As tolerâncias para análise do produto são especificadas na Tabela 2.

**3.4.2** Os aços podem ser acalmados ou efervescentes.

**3.4.3** O grau A0 é adequado para as aplicações onde a preocupação básica refere-se à precisão dimensional, aliada a uma exigência mínima de propriedades mecânicas. Portanto, este grau deve ser especificado sempre que não houver necessidade de uma indicação restrita de composição química e/ou propriedades mecânicas.

**Tabela 1 - Análise da corrida**

Grau do aço	C (%)	Mn (%) máx.	P (%) máx.	S (%) máx.
A0	0,23 máx.	0,90	0,05	0,05
A1	0,15 máx.	0,60	0,04	0,04
A2	0,15-0,23	0,30-0,90	0,04	0,04
A3	0,22 máx.	1,60	0,04	0,04

**Tabela 2 - Tolerância de análise do produto**

C		Mn		P	S	Si	Al
C ≤ 15%	C > 15%	Mn ≤ 0,60%	Mn ≥ 0,60%	+0,01	+0,01	±0,05	0,01
+0,03	+0,04	±0,03	±0,04				
-0,02	-0,03						



### 3.5 Estados de fornecimento

Os tubos são fornecidos, conforme indicado na encomenda, no estado de fornecimento, de acordo com a Tabela 3.

### 3.6 Aspecto

#### 3.6.1 Superfície

**3.6.1.1** Os tubos devem apresentar uma superfície lisa, tanto externa quanto internamente, correspondente ao processo de trefilação a frio.

**3.6.1.2** São admissíveis descontinuidades de superfície, como marcas mecânicas, poros, estrias e manchas, inerentes ao processo de fabricação, desde que não comprometam a utilização dos tubos.

**3.6.1.3** A rugosidade superficial deve seguir as limitações dadas na Tabela 4.

**3.6.1.4** Caso o comprador necessite de uma rugosidade menor que a especificada na Tabela 4, esta deve ser especificada no pedido da compra, sendo o tubo enquadrado na Classe C, conforme 3.1.3.

**Tabela 3 - Estado de Fornecimento**

Denominação	Símbolo	Observações
Normalizado	NB ou NBK	Os tubos são tratados termicamente acima da zona crítica, em forno de atmosfera controlada, após a última redução a frio (Normalizado branco)
	ND ou NZF	Os tubos são decapados química ou mecanicamente, após o último tratamento térmico acima da zona crítica. (Normalizado decapado).
Recozido	RB ou GBK	Os tubos são recozidos subcriticamente, em fornos de atmosfera controlada, após a última redução a frio (Recozido branco)
	RD ou GFZ	Os tubos são decapados química ou mecanicamente, após o último tratamento térmico subcrítico. (Recozido e decapado).
Trefilado Duro	TD ou BK	Nenhum tratamento térmico, após a última trefilação a frio. Os tubos têm, por isto, uma reduzida capacidade de deformação para a qual não pode ser assumida garantia. Estes tubos devem ser obrigatoriamente normalizados antes da trefilação, para se minimizar a ocorrência de trincas.
Trefilado Macio	TM ou BKW	Após o último tratamento térmico, os tubos sofrem uma leve redução a frio que permite a deformação posterior, dentro de certos limites (curvar, alargar, etc.). Estes tubos devem ser obrigatoriamente normalizados antes da trefilação, para se minimizar a ocorrência de trincas.

**Tabela 4 - Rugosidade superficial, conforme a NBR 6405**

Rugosidade $R_z$		Rugosidade $R_A$	
Diâmetro externo menor ou igual a 120 mm ou espessura menor ou igual a 6 mm	Diâmetro externo maior que 120mm ou espessura maior que 6 mm	Todos os diâmetros	
25 $\mu$ m máximo	40 $\mu$ m máximo	Superfície externa	Superfície Interna
		3 $\mu$ m máximo	2 $\mu$ m máximo

Nota: A rugosidade é medida no sentido longitudinal do tubo; para tubos decapados, ela não é garantida.

**3.6.1.5** Nos tubos de diâmetros internos menores que 15mm, as superfícies internas lisas são garantidas condicionalmente.

**3.6.1.6** Nos tubos trefilados duros (TD) e macios (TM), é admissível, tanto externa quanto internamente, uma película de fosfato ou lubrificante oriunda do processo de trefilação. Caso o comprador necessite de tubos em condições diferentes das anteriormente indicadas, estas devem ser especificadas no pedido de compra, enquadrando-se o tubo na Classe C, conforme 3.1.3.

**3.6.1.7** Os valores de rugosidade não se aplicam à região do cordão de solda, em virtude desta região normalmente apresentar o aspecto já citado em 3.6.1.2. Caso a aplicação exija acabamento superficial na região do cordão da solda, com limites de rugosidade idênticos à região fora da solda, dever constar no pedido de compra, enquadrando-se o tubo na Classe C, conforme 3.1.3.

**3.6.1.8** Nos tubos recozidos brancos (RB), é admissível uma superfície escurecida, proveniente do próprio processo de tratamento térmico.

**3.6.1.9** As superfícies dos tubos não devem apresentar carepa.

**3.6.1.10** Quando não houver especificação em contrário, os tubos devem receber uma película de óleo antiferruginoso, que protege o material contra oxidação por até três meses, desde que armazenado fora do alcance de intempéries ou ambiente corrosivo. A película de óleo deve ser facilmente removível por solventes, soluções alcalinas ou detergentes industriais, com a utilização de processos adequados.

**3.6.1.11** Os tubos que forem aplicados em operação de usinagem prévia, seja interna ou externamente, podem não satisfazer às exigências anteriores (conforme 3.6.1) para a região ou a superfície total a ser usinada. Esta aplicação deve ser indicada pelo comprador no pedido da compra citando, inclusive, o sobremetal a ser retirado.

### 3.6.2 Extremidades

As extremidades dos tubos são cortadas perpendicularmente ao eixo longitudinal do tubo, não necessariamente rebarbadas. Os tubos são fornecidos com as extremidades tais como são obtidas no processo normal de corte utilizado, o qual pode produzir nas extremidades do tubo variações no diâmetro ou eventuais reduções locais na espessura da parede até uma distância máxima de 100mm das bordas. Isto não se aplica aos tubos fornecidos com comprimentos exatos.

**3.6.2** Acabamentos diferentes dos anteriormente indicados devem ser especificados no pedido da compra e os tubos devem ser enquadrados na Classe C, conforme 3.1.3., podendo ser fornecidos tubos com as extremidades com acabamentos especiais.

### 3.7 Controles Dimensionais

Os controles dimensionais relativos a diâmetros e espessura devem ser conforme 3.2-f. Caso seja necessária a especificação concomitante do diâmetro externo, diâmetro interno e espessura, o tubo deve ser enquadrado na Classe C, conforme 3.1.3. Mesmo neste caso, somente duas das três variáveis dimensionais (diâmetro externo, diâmetro interno e espessura de parede) terão as tolerâncias especificadas conforme 3.7.1 e 3.7.2, sendo a tolerância da terceira variável, consequentemente, resultante da soma algébrica das outras duas.

#### 3.7.1 Diâmetros externo e interno

**3.7.1.1** As tolerâncias dos diâmetros externo e interno são indicadas na Tabela 5. Para os tubos recozidos (RB - recozido branco ou RD - recozido decapado) e normalizados (NB - normalizado branco ou ND - normalizado decapado) deve-se verificar o valor da relação entre o diâmetro externo e espessura (R). Neste caso, onde o valor de R for menor ou igual a 20, permanecem as tolerâncias indicadas na Tabela 5. Quando o valor de R for maior que 20, as tolerâncias dos diâmetros devem ser acrescidas conforme a Tabela 6, devido à deformação durante o tratamento térmico.

**Tabela 5 - Tolerâncias para diâmetros externo e interno**

Diâmetro externo D (mm)	Tolerâncias (mm) Diâmetros interno e externo
$D \leq 10$	$\pm 0,10^{(A)}$
$10 < D \leq 30$	$\pm 0,08^{(B)}$
$30 < D \leq 40$	$\pm 0,15$
$40 < D \leq 50$	$\pm 0,20$
$50 < D \leq 60$	$\pm 0,25$
$60 < D \leq 70$	$\pm 0,30$
$70 < D \leq 80$	$\pm 0,35$
$80 < D \leq 90$	$\pm 0,40$
$90 < D \leq 100$	$\pm 0,45$
$100 < D \leq 120$	$\pm 0,50$
$120 < D \leq 150$	$\pm 0,70$
$150 < D \leq 180$	$\pm 0,80$
$180 < D \leq 210$	$\pm 0,90$
$210 < D \leq 240$	$\pm 1,00$

<sup>(A)</sup> A tolerância para o diâmetro interno é + 0,25 mm. <sup>(B)</sup> A tolerância para o diâmetro interno é + 0,15 mm.

**Tabela 6 - Tolerâncias de tubos recozidos e normalizados em função da relação R.**

Valores de R	Tolerâncias
$20 < R \leq 40$	Tolerâncias da Tabela 5 multiplicadas por 1,5
$40 < R \leq 60$	Tolerâncias da Tabela 5 multiplicadas por 2,0
$R > 60$	Tolerâncias da Tabela 5 multiplicadas por 1,5

Nota: R = diâmetro externo  
espessura da parede

**3.7.1.2** As tolerâncias do diâmetro externo incluem a ovalização.

### 3.7.2 Espessura de parede

A tolerância na espessura de parede deve ser conforme a Tabela 7.

**Tabela 7 - Tolerância na espessura de parede**

Diâmetro externo (mm) D	Tolerância de espessura de parede sobre a espessura nominal
$D \leq 5,00$	$\pm 20\%$
$5,00 < D \leq 8,00$	$\pm 15\%$
$D > 8,00$	$\pm 7,5\%$

### 3.7.3 Comprimento

**3.7.3.1** O comprimento normal de fabricação é de 2000 a 7000mm.

**3.7.3.2** O comprimento fixo pode ser fornecido com uma variação de -0mm a + 500mm do comprimento especificado.

**3.7.3.3** Os tubos fornecido em comprimentos múltiplos de uma peça final têm tolerância de -0mm e + 5mm sendo que, neste caso, o comprador deve indicar o comprimento da peça (*blank*), acrescido de sobremetal e ainda os números mínimo e máximo de múltiplos aceitáveis.

Exemplo de como devem ser especificados e fornecidos os tubos em comprimentos múltiplos:

#### a) determinações do comprador;

- comprimento da peça: 805mm;
- sobremetal para corte: 3mm;
- comprimento da peça bruta: 808mm;
- número mínimo de peças por barra: três peças;
- número máximo de peças por barra: sete peças;

#### b) especificações no pedido de compra:

- comprimentos múltiplos de 808, mínimo três, máximo de sete múltiplos;

#### c) produção do fabricante em barras com comprimentos de:

-2424mm a 2429mm; ou  
-3232mm a 3237mm; ou  
-4040mm a 4045mm; ou  
-4848mm a 4853mm; ou  
-5656mm a 5661mm; ou

### 3.7.4 Excentricidade

A excentricidade máxima não deve exceder os limites da Tabela 8.

**Tabela 8 - Excentricidade**

Espessura de parede(e)	Excentricidade máxima (mm)
$e \leq 2,00$	0,05
$e > 2,00$	0,08

### 3.7.5 Retilidade

**3.7.1** Os tubos com diâmetro externo acima de 15,00mm têm desvio de retilidade máximo de 0,25% do comprimento medido. No caso de tubos com limite de escoamento maior que 500 MPa, o desvio de retilidade máximo pode ser de 0,30%. O desvio é medido entre a geratriz do tubo e uma linha reta que une dois pontos arbitrários, distantes 1000mm entre si.

**3.7.5.2** O desvio de retilidade relativo ao comprimento total do tubo não pode exceder 0,25% do comprimento, ou 0,30% para o caso de tubos com limite de escoamento maior que 500 MPa.

**3.7.5.3** Os tubos com comprimentos exatos menores que 1000mm têm desvio de retilidade máximo de 0,30% do comprimento especificado.

**3.7.5.4** Para tubos com uma relação entre diâmetro externo e a espessura de parede maior ou igual a 20, nem sempre é possível manter os desvios máximos de retilidade indicados nos itens anteriores.

**3.7.5.5** Para tubos com diâmetro externo menor ou igual a 15,00 mm, não há valores garantidos de retilidade. Quando o comprador especificar no pedido de compra os desvios máximos de retilidade indicados nos itens anteriores, a embalagem deve proteger o material contra o empenamento no manuseio e transporte.

**3.7.5.6** Caso sejam solicitados limites ou controles dimensionais mais restritos ou não previstos (*Run-Out*, por exemplo), o comprador deve especificar no pedido de compra, enquadrando-se o tubo na classe C, conforme 3.1.3.

### 3.8 Tolerâncias no Fornecimento

Deve ser especificada no pedido de compra a variação permitida na quantidade do pedido, quer seja em quilogramas ou em metros. Quando não indicada, a tolerância admitida é de  $\pm 15\%$ .

### 3.9 Embalagem

Os tubos são fornecidos normalmente em pacotes amarrados com fitas metálicas. Outros tipos de embalagens, como engradados, caixas metálicas ou de madeira, podem ser solicitados, se necessário, mas sempre em comum acordo entre comprador e fabricante.

Neste caso, o material é fornecido como sendo de classe C. O valor máximo de massa por embalagem requerido pelo comprador deve ser indicado no pedido de compra.



### 3.10 Marcação

As embalagens devem conter, de forma legível e indelével, as seguintes marcações:

- número desta Norma;
- nome ou símbolo do fabricante e data de fabricação;
- número do lote e/ou número da produção;
- diâmetro externo, espessura de parede e comprimento em milímetros;
- massa dos tubos por embalagem em quilogramas e/ou números de tubos;
- classe dos tubos, grau do aço e estado de fornecimento;
- países de origem e destino, no caso de exportação.

Nota: Estas marcações normalmente são realizadas em etiquetas metálicas ou de papel, fixadas na embalagem e protegidas adequadamente.

## 4 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 4.1 Resistência à tração

4.1.1 As propriedades mecânicas dos tubos dependem do estado de fornecimento. As propriedades de resistência à tração dos tubos são verificadas conforme as NBR 6152 e NBR 7433 e são estabelecidas na Tabela 9.

4.1.2 O limite de escoamento dos tubos fornecidos no estado recozido deve ser no mínimo 50% da resistência à tração mínima indicada na Tabela 9.

4.1.3 De acordo com o grau de deformação no processo de redução dos tubos fornecidos, trefilado duro (TD/BK) e trefilado macio (TD/BKM), o limite de escoamento pode alcançar valores próximos da resistência à tração indicados na Tabela 9. Os valores recomendados para calcular o limite de escoamento são:

- para tubos trefilados duros,  $\geq 80\%$  da resistência à tração;
- para tubos trefilados macios,  $\geq 70\%$  da resistência à tração;

### Requisitos especiais para a classe C

4.2.1 Os tubos de classe C podem ter um ou mais dos requisitos especiais a seguir:

- aços de grau (composição química e/ou propriedades mecânicas) diferentes dos previstos na Tabela 1 e/ou Tabela 9;
- tubos para uso de fluido-mecânico;
- formas geométricas especiais;
- tolerâncias dimensionais restritas ou não previstas;
- estados de fornecimento diferente do indicado em 3.5, condições de fator de soldagem, tubos para aplicações com requisitos técnicos de segurança e baixa pressão como, por exemplo, material temperado, revenido, esferoidizado, etc.;
- deformações mecânicas a frio mais severas ou diferentes das previstas como, por exemplo, achatamento total, dobramento, estampagem, etc.;
- condições de aspectos mais restritos ou com condições de rugosidade diferentes das indicadas na Tabela 4, previstos em 3.6;
- ensaios não-destrutivos;
- embalagens especiais;
- outras especificações não constantes nesta Norma.

### 4.3 Soldagem

Os aços especificados nesta Norma são aptos a soldagem por processos convencionais. Tubos que sofrerem montagens envolvendo operações de solda devem ser verificados quanto à composição química empregada e ao estado de fornecimento. Os tubos TD e TM podem ser utilizados com reserva, onde a fadiga e as propriedades mecânicas da zona afetada termicamente assumem um fator limitante. É da responsabilidade do comprador as limitações de soldagem, quando da utilização de tubos em montagens soldadas com aços não previstos na Tabela 1 e enquadrados na classe C (conforme 3.1.3) pelo comprador ou por terceiros.

## 5. INSPEÇÃO

### 5.1 Ensaios destrutivos

Cada lote de tubos de uma mesma produção deve sofrer ensaios de achatamento e alargamento conforme as NBR 6154 e NBR 6206, respectivamente, para verificação da qualidade da solda e matéria-prima. Estes ensaios são realizados apenas nos tubos recozidos, normalizados e trefilados macios. Valores de ensaio mais restritos ou outros ensaios não previstos podem ser solicitados na classe C, conforme 3.1.3.

#### 5.1.1 Achatamento

O ensaio de achatamento é realizado conforme a NBR 6154, obtendo-se o comprimento do corpo de prova entre os pratos de compressão até uma distância H que alcance os valores estabelecidos na Tabela 10.

#### 5.1.2 Alargamento

O ensaio de alargamento é realizado conforme a NBR 6206, até alcançar os valores de expansão do diâmetro interno do tubo estabelecido na Tabela 11.

**Tabela 9 - Características de tração**

Estado de fornecimento									
Grau do aço	Trefilado duro (TD/BK)		Trefilado macio (TM/BKW)		Recozido (RB/GBK ou RD/GZF)		Normalizado (NB/NBK ou ND/NZK)		
	Resistência à tração mínima (MPa)	Alongamento % mínimo	Resistência à tração mínima (MPa)	Alongamento % mínimo	Resistência à tração mínima (MPa)	Alongamento % mínimo	Resistência à tração mínima (MPa)	Limite de escoamento mínimo (MPm)	Alongamento % mínimo
A0	400	6	350	12	270	25	290 min.	200	20
A1	420	6	360	11	310	26	320 a 440	215	28
A2	520	5	450	8	390	21	410 a 540	255	21
A3	590	4	540	6	490	22	490 a 630	355	22

**Tabela 10 - Valores para o ensaio de achatamento**

Ensaio de fornecimento	Distâncias entre as placas paralelas (H)	
	Na solda	No metal-base
Normalizado ou recozido	60% do diâmetro externo	30% do diâmetro externo
Trefilado macio	80% do diâmetro externo	50% do diâmetro externo

**Tabela 11 - Valores para o ensaio de alargamento**

Grau do aço	Alargamento do diâmetro interno do tubo (%)			
	Estado de fornecimento			
	Recozido ou normalizado		Acabado a frio	
	$e \leq 4$	$e > 4$	$e \leq 4$	$e > 4$
A0	8	5	8	5
A1	12	8	10	6
A2	8	5	6	4
A3	8	5	6	4

### 5.1.3 Ensaio de tração

O ensaio de tração é realizado conforme as NBR 6152 e NBR 7433 sobre um corpo-de-prova de seção completa ou tira longitudinal, com um comprimento de referência de  $L_0 = 5d$ .

### 5.1.4 Composição química

5.1.4.1 Quando especificado no pedido de compra, a análise química do produto deve ser realizada conforme as NM-COPANT 1580, NM-COPANT 1581 e NM-COPANT 1582.

5.1.4.2 A retirada e a preparação das amostras para a análise espectrográfica são realizadas conforme a ISO - 377/2.

### 5.2 Ensaio não-destrutivos

Os tubos podem ser ensaiados por métodos não-destrutivos, como Eddy Current, ultra-som, pressão hidrostática ou partícula magnética com os parâmetros do ensaio estabelecidos no contrato de fornecimento. Estes ensaios, quando exigidos, devem ser feitos em 100% dos tubos. Os ensaios de Eddy Current, ultra-som e partícula magnética devem ser conforme as NBR 8860, NBR 8862 e NBR 7881, respectivamente. Os tubos fornecidos com ensaios não-destrutivos devem ser enquadrados na Classe C, conforme 3.1.3, inclusive para as práticas diferentes das normas supracitadas.

5.2.1 O ensaio de pressão hidrostática é realizado submetendo-se os tubos a uma pressão hidrostática interna de 5MPa, durante 5s, no mínimo, observando-se, visualmente, se não existem perdas de pressão e/ou exsudações.

### 5.3 Ensaaios complementares

#### 5.3.1 Metalografia

Os tubos fornecidos nos estados NB/NBK, ND/NZF e TM/BKW devem ser verificados quanto à estrutura metalográfica do cordão de solda. Nesta verificação, a solda deve apresentar-se homogênea e com a microestrutura semelhante à do metal-base. Os tubos fornecidos em qualquer grau devem ser isentos de descarbonetação total. A descarbonetação parcial não deve exceder os valores da Tabela 12.

**Tabela 12 - Profundidade de descarbonetação parcial máxima**

Espessura	Superfície externa	Superfície interna
até 1,99	0,05	0,05
de 2,00 a 4,99	0,08	0,06
de 5,00 a 9,99	0,10	0,08
de 10,00 a 13,33	0,12	0,10

Nota: Caso os tubos sejam aplicados após a usinagem interna ou externa, não há necessidade de garantir a descarbonetação para a superfície usinada.

#### 5.3.2 Rugosidade

Os tubos devem ser verificados quanto à rugosidade superficial, conforme 5.6.1.3.

### 5.4 Lotes

**5.4.1** Para a inspeção dos tubos segundo esta Norma, devem ser formados lotes de até 200 tubos de uma mesma produção, válidos para ensaios de tração, achatamento, alargamento, metalografia e verificação de rugosidade. Permite-se a redistribuição entre os lotes de uma quantidade de até 20 tubos restantes. Serão considerados como lote completo os tubos restantes entre 21 e 200, assim como encomendas menores que 200.

Nota: Exemplo de como efetuar os lotes:

- a) Produção de 618 tubos; três lotes de 206 tubos;
- b) Produção de 624 tubos; três lotes de 200 tubos e um lote de 24 tubos ou quatro lotes de 156 tubos.

**5.4.2** Para a análise química, o fabricante deve indicar análise por corrida ou bobina.

### 5.5 Amostragem

#### 5.5.1 Análise química

Deve ser retirado um corpo-de-prova por corrida ou bobina.

#### 5.5.2 Ensaio de tração

Deve ser retirado um corpo-de-prova de um tubo por lote.

#### 5.5.3 Ensaios destrutivos

Deve ser formada uma amostra de dois corpos-de-prova retirados de tubos diferentes por lote, para ensaios de achatamento e alargamento.

#### **5.5.4 Verificação da rugosidade**

Deve ser formada uma amostra de dois corpos-de-prova retirados de tubos diferentes por lote para cada ensaio.

#### **5.5.5 Medidas**

De cada lote, conforme 5.4 é extraída uma amostra conforme o estabelecido na COPANT 327, para nível de inspeção geral II, para planos de amostra simples e inspeção normal, para verificar as medidas.

#### **5.6 Reensaios**

Caso um dos corpos-de-prova selecionados ao ser ensaiado não satisfaça aos requisitos desta Norma, deve ser realizado novo ensaio com o dobro de corpos-de-prova determinados conforme 4.5, excluindo-se os tubos anteriormente selecionados neste lote. Se ainda assim um dos corpos-de-prova falhar, todo o lote deve ser rejeitado. Sendo o lote aprovado, todos os tubos que originaram corpos-de-prova reprovados devem ser retirados do lote.

#### **5.7 Inspeção externa**

No caso de o comprador querer inspecionar o material nas dependências do fornecedor, deve ser indicado no contrato de fornecimento. A inspeção não pode interferir desnecessariamente na produção, planejamento ou despacho do material.

#### **5.8 Certificado de qualidade**

Os certificados de qualidade devem ser fornecidos conforme indicados em 3.1. Estes certificados devem explicitar os ensaios e os respectivos valores dos resultados encontrados.

### **6 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO**

**6.1** Os tubos são aceitos se todos os requisitos desta Norma forem cumpridos, levando-se em consideração o indicado em 5.6.

**6.2** Caso o comprador identifique não-conformidades com relação a esta Norma no momento do recebimento ou na linha de produção, esta deve apresentar ao fabricante amostras do material rejeitado, mantendo a rastreabilidade e a identificação do lote, deixando-o segregado fisicamente para a avaliação.

**6.3** Os tubos submetidos ao ensaio de pressão hidrostática ou ensaio não-destrutivo que cumpram com o estabelecido nesta Norma são aceitos, rejeitando-se individualmente os tubos que não cumprirem com o estabelecido.

**6.4** Nos tubos retirados conforme 5.5.6 são verificadas as medidas, efetuando-se a aceitação ou rejeição do lote sobre a base do número de tubos defeituosos, conforme COPANT 327, para um AQL (nível de qualidade de aceitação) de 4%.