

# 4

## CAPÍTULO

# PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

## 4.1 CORPOS DE PROVA

Para realização do ensaio de tração extraíram-se várias amostras, conforme a norma DIN EN 10002 (1991). Para caracterização da anisotropia do material optou-se por diferenciar os corpos de prova de acordo com a direção de laminação, ver figura 4.1. Devido à diferença de espessura da chapa, consequência natural do processo de laminação, fez-se ensaios com corpos de prova extraídos à direita, no meio e à esquerda da chapa.

Por causa do processo de produção da matéria-prima há diferenças metalúrgicas e me-cânicas ao longo da bobina, então, para uma caracterização mais completa, extraíram-se corpos de prova no início, no meio e no fim. Cada resultado apresentado tem um mínimo de três ensaios válidos.

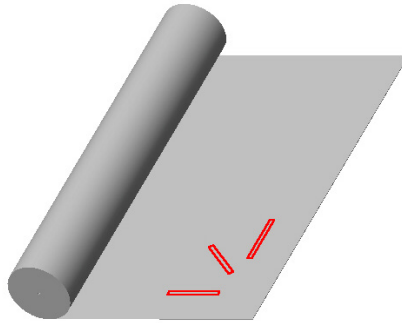


Figura 4.1 – Esquema de corte dos corpos de prova para ensaio de tração.

Para a caracterização da estampabilidade foi determinada a Curva Limite de Conformação (CLC) de acordo com a norma ISO 12004 (1997), e a metodologia utilizada foi a proposta por Nakazima, de acordo com Silveira Netto et al. (2003).

Por ser uma estimativa de conformabilidade do material, a CLC foi determinada para o início, meio e fim de uma bobina, não havendo necessidade de confeccionar curvas a 0, 45 e 90° do sentido de laminação.

## 4.2 METODOLOGIA DE ENSAIO

Para a medição da força através do ensaio de tração foi utilizado uma máquina universal de ensaios marca KRATOS, com capacidade de 100kN, presente no LdTM. A razão entre a força e a área instantânea é a tensão de escoamento  $kf$ , conforme equação 1:

$$kf = \frac{F}{A} \quad (1)$$

onde  $kf$  [MPa] é a tensão de escoamento,  $F$  [N] é a força de tração e  $A$  [mm<sup>2</sup>] é a área instantânea da secção transversal do corpo de prova.

A coleta dos dados providos da máquina de tração e dos sensores de deslocamento foi realizada com o *Spider*, que é um aparelho específico para aquisição de dados, sendo que estes foram posteriormente tratados no programa *Microsoft Excel*. Os dados coletados foram validados utilizando-se o critério de Chauvenet, de acordo com Schneider (2003).

Para a medição do deslocamento longitudinal, se utilizou o sensor INSTRON 2630-100 série *Clip-on Extensometers*, com precisão de  $\pm 0,06$  FS. Ver figura 4.2.

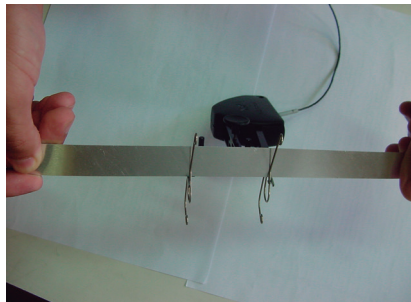


Figura 4.2 – Sensor de deslocamento longitudinal INSTRON 2630-100.

Este sensor INSTRON 2630-100 mede a variação do comprimento inicial em um ensaio de tração e conhecendo este, se aplica a equação 2.

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

onde  $\Delta l$  [mm] é variação do comprimento inicial  $l_0$  [mm] e  $\mathcal{E}$  [-] é a deformação relativa.

Utilizando  $l_0$  igual a 50mm (comprimento útil) e os valores medidos, se encontra  $\mathcal{E}$ . Tendo o seu valor se pode encontrar a deformação verdadeira  $\varphi_l$ [-], na direção do comprimento, que é utilizada para construção da curva de escoamento, conforme se vê na equação 3.

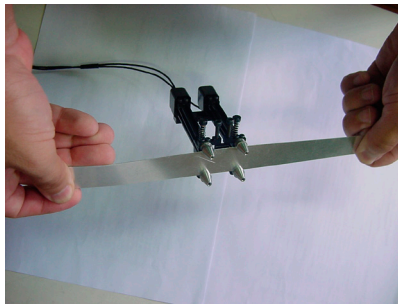
$$\varphi_l = \ln(1 + \mathcal{E}) \quad (3)$$

Durante o ensaio para determinação da curva de escoamento, se utilizou o sensor de deslocamento transversal INSTRON 2640-010 de tipo estático com erro de  $\pm 0,06$  FS, ver figura 4.3. Conforme a norma SEW 1126 (1984), através dos

resultados obtidos com este sensor, chega-se a deformação  $\varphi_b$  [-], que é a deformação na largura de cada corpo de prova e conseqüentemente no valor de anisotropia  $r$ . Ver equação 4.

$$r = \frac{\varphi_b}{\varphi_b + \varphi_l} \quad (4)$$

Figura 4.3 – Sensor de deslocamento transversal INSTRON 2640-010 tipo estático.



O ensaio de Nakazima foi realizado numa prensa de marca DANPRESSE com capacidade máxima de 200kN encontrada no LdTM. Para leitura das deformações fez-se a gravação eletroquímica nos corpos de prova e, após o ensaio, fez-se uso de uma fita flexível com escala logarítmica, que serve para medir as deformações encontradas nos corpos de prova.

Para realização dos ensaios foram utilizadas três bobinas de AA3104-H19 que são identificadas como: bobina A, bobina B e bobina C. Todos os resultados da bobina A, apresentados a seguir, foram obtidos através de corpos de prova retirados do meio do comprimento da bobina e no centro da largura.