

Estudo das distorções e das Tensões Residuais em Eixos Automotivos Trefilados e Temperados por Indução

Vaghetti, Carolina¹; Rocha, Alexandre da Silva²

1- Estudante de Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

2- Prof. Dr. – Orientador - Universidade Federal do Rio Grande do Sul



INTRODUÇÃO

O tratamento térmico é conhecido como uma etapa da produção que intensifica os efeitos dos potenciais de distorção (empenamento e mudanças dimensionais) acumulados ao longo da cadeia. Nas indústrias de componentes automotivos, perdas econômicas extremamente significativas são causadas por distorções após o tratamento térmico. Essas mudanças de formas precisam ser eliminadas através do processo de retífica. As tensões residuais são consideradas um dos principais potenciais de distorção. O presente trabalho realiza uma análise, durante a fabricação de eixos automotivos trefilados de aço ABNT 1045, das distorções e da distribuição das tensões residuais após a têmpera por indução e após o processo de retífica. A figura 1 ilustra a rota de fabricação estudada.

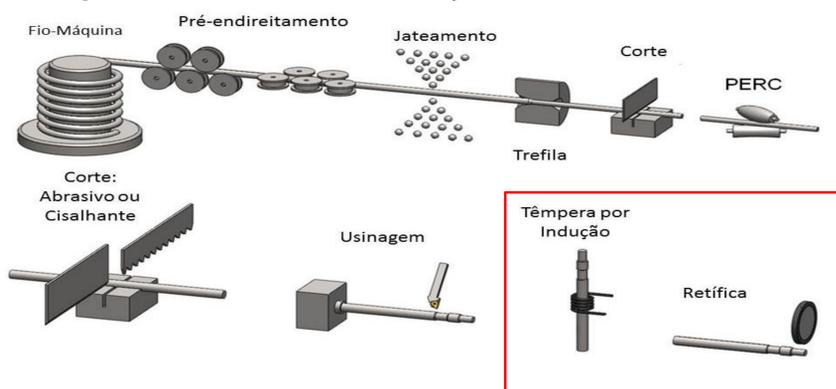


Figura 1 – Rota de fabricação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um sistema de “orientação guiado” foi criado para ter um controle das distorções e para ser possível realizar uma comparação das mudanças das propriedades em cada etapa do processo.

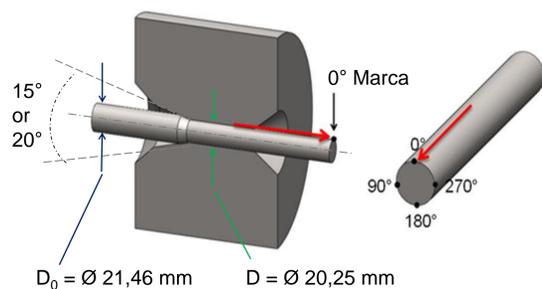


Figura 2 – Sistema de orientação.

Para obter uma análise das tensões residuais antes e após o processo de têmpera por indução e retífica, foram utilizadas as técnicas de difração de raios-X e remoção de camada com ataque eletrolítico. As medições da superfície foram realizadas ao longo do eixo entre as posições de 140 mm e 190 mm variando as posições periféricas para oito diferentes ângulos, conforme apresentado na Figura 3.

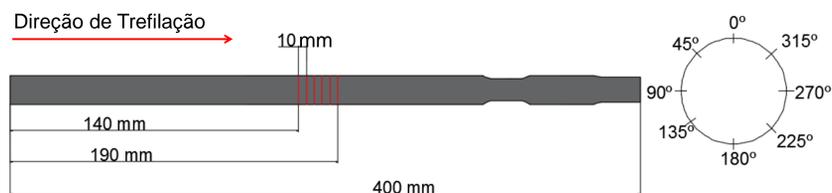


Figura 3 – Pontos de Medição.

Para obter o cálculo do vetor distorção foi utilizada a máquina de medições por coordenadas (3D), formando círculos ao longo das amostras, sendo assim, possível encontrar o centro de cada círculo e pela interpolação desses pontos foi possível encontrar as coordenadas do vetor distorção. A figura 4 ilustra de maneira esquemática esse cálculo.

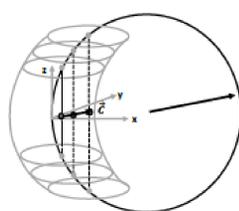


Figura 4: Representação do vetor distorção.

RESULTADOS

Os resultados das tensões residuais em função da profundidade estão apresentados na Figura 5.

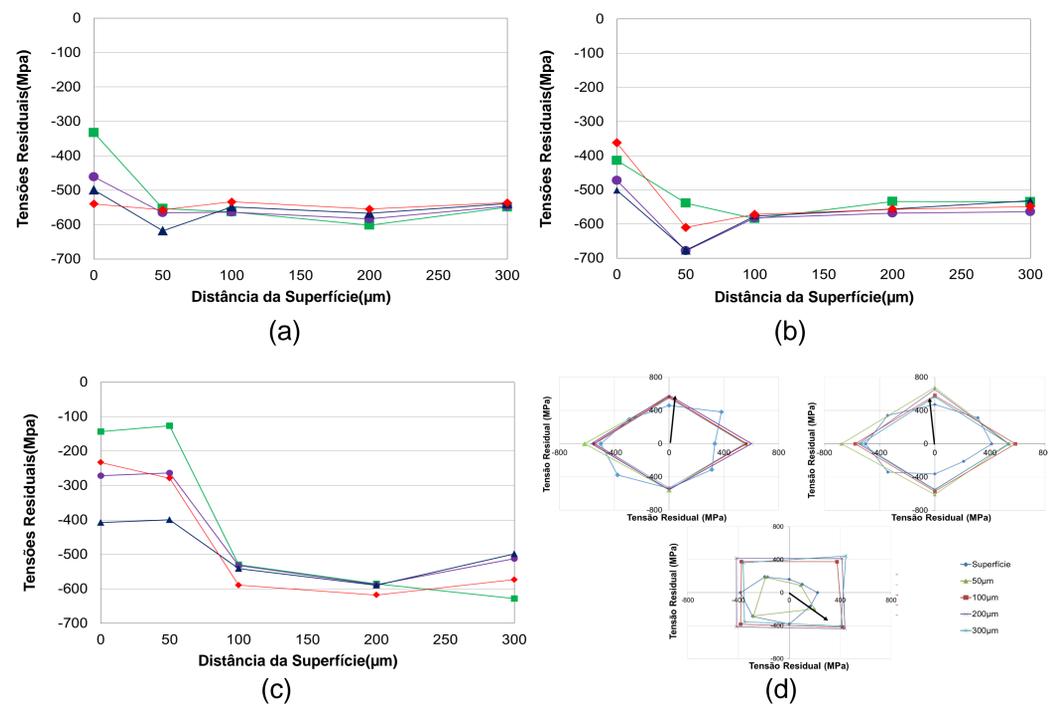


Figura 5: Perfil das tensões residuais após a têmpera por indução com 1,2 mm de camada temperada em (a), com 2,2 mm de camada temperada em (b), com 2,2 mm de camada temperada e retificada (100 µm removido) em (c) e perfil das tensões residuais e vetor distorção das amostras estudadas em (d).

É possível observar uma dispersão das tensões residuais na superfície das amostras e uma redistribuição considerável das tensões residuais na amostra retificada (Figura 5c) desde a região da superfície até o ponto de 100 µm onde as tensões se reaproximam a valores observados nas amostras que não sofreram o processo de retífica (Figuras 4 a e b). Essa diferença chega a 200 Mpa em média.

Os resultados dimensionais estão ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados dimensionais.

Ângulo Trefilação 15°		Curvatura Média(µm)
T.I. (mm)	Retífica (µm)	
1.2		184 ± 54
2.2		193 ± 63
1.2	100 µm	15 ± 5
2.2	100 µm	12 ± 5

Ângulo Trefilação 20°		Curvatura Média(µm)
T.I. (mm)	Retífica (µm)	
1.2		66 ± 28
2.2		96 ± 47
1.2	100 µm	11 ± 3
2.2	100 µm	9 ± 5

CONCLUSÕES

- Não há diferenças visíveis entre as tensões residuais da amostra com 1,2 mm de camada temperada e de 2,2 mm.
- A profundidade de camada temperada possui influência nas distorções. A amostra com 2,2 mm de camada temperada possui maior distorção.
- O processo de retífica possui influência nas tensões residuais apenas nas regiões superficiais.
- Nessa rota de fabricação específica não possui relação direta entre o vetor distorção e as tensões residuais.
- O ângulo de trabalho da fieira de 15° provoca maior distorção quando comparado com o de 20°

REFERÊNCIAS

Nunes RM. Estudo de Distorção de Barras Cilíndricas de Aço ABNT 1045 em uma Rota de Fabricação Envolvendo Trefilação Combinada e Tempera por Indução. [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012.

Thoben KD, Lübben TH, Clausen B, Prinz C, Schulz A, Rentsch R, et al. "Distortion Engineering" Eine systemorientierte Betrachtung des Bauteilverzugs. HTM. 2002, 57, 276-282.

Zoch HW. From single production step to entire process chain – the global approach of distortion engineering. Werkstofftech. 2006; 37: 6-10.