cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

A influência das deformações plásticas na borda de corte sobre as perdas magnéticas em aço Fe-Si de grão não orientado

M. de C. Santos[1]; J. C. Ferreira[1]; L. C. S. de Matos[1]; T. P. de Abreu[1]; E. M. M. Alves[2]; G. A. Mendonça[2]; L. M. Meireles[1]; A. S. Neto[1]; L. F. Costa[1]; D. L. Rocco[1]

1. Universidade Federal de Ciência e Inovação de Minas Gerais – UFCI-MG. Campus Timóteo, MG.

2. Aperam South América, Praça Primeiro de Maio, 09, Timóteo, 35.180-018, MG, Brasil

Introdução

Aços elétricos são utilizados em motores elétricos, transformadores e geradores. Para a montagem dos núcleos é necessário realizar o corte, que produz aumento da perda magnética.

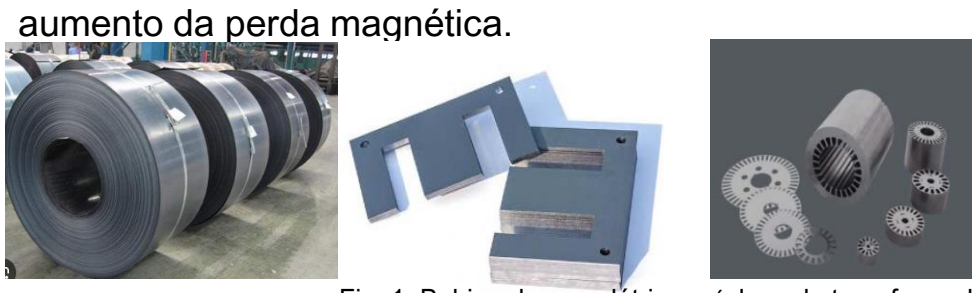


Fig. 1. Bobina de aço elétrico, núcleos de transformado e motor.

Objetivos

Estudar a dependência das perdas magnéticas sobre o comprimento do corte, e consequentemente, do volume total do material afetado. Para este fim, um aço GNO totalmente processado foi utilizado e cortado com folga de 0,01 e 0,03 mm na guilhotina.

Metodologia

Element	Si (wt.%)	Mn (wt.%)	C (ppm)	N (ppm)
Content	2.8–3.4%	0.2–1.5%	15–27	12–35

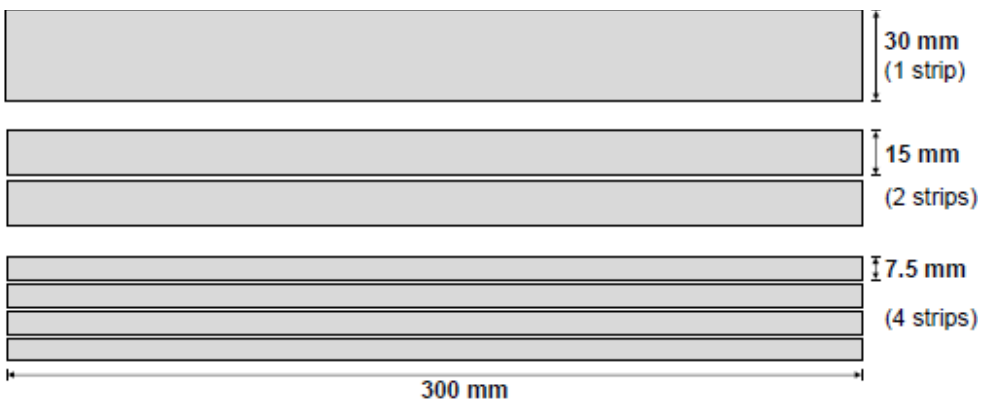


Fig. 2. Seccionamento do aço elétrico em 1, 2 e 4 tiras, para se elevar o comprimento total da região deformada.

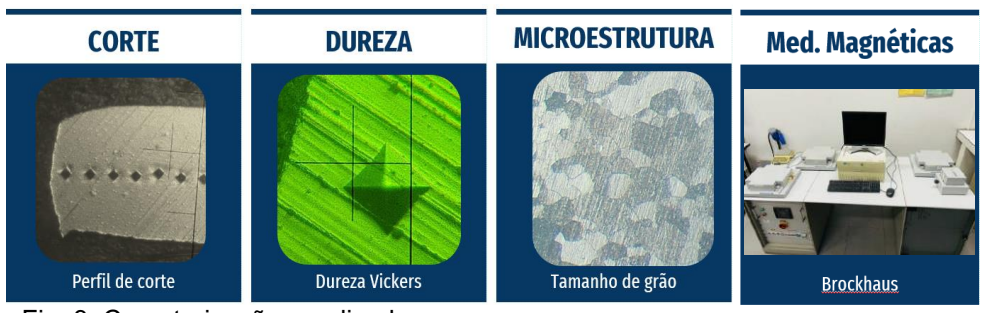


Fig. 3. Caracterizações realizadas no aço.

Resultados e Discussão

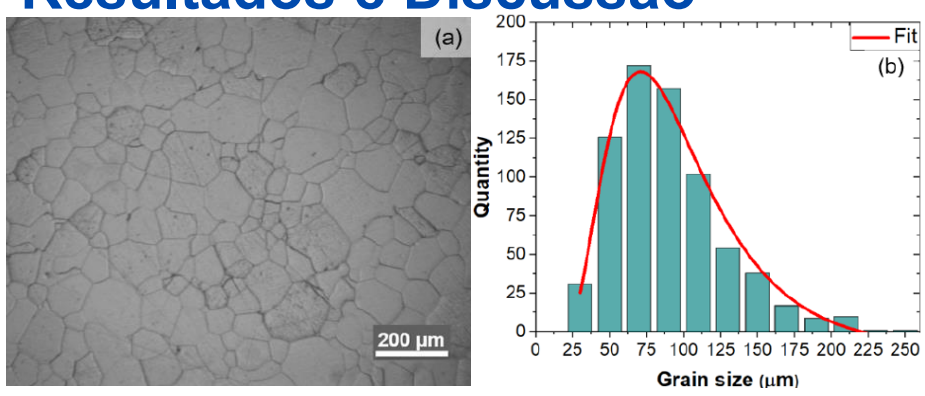


Fig. 4. Microscopia ótica e histograma de tamanhos de grão. Tamanho médio de grão da ordem de 70 µm.

A separação/determinação das perdas por histerese (P_h), parasita (P_p) e anômala (P_a) foram determinadas pelo método de Bertotti (BERTOTTI, 1988).

Referências e Agradecimentos

J. C. Ferreira et al. The Influence of Plastic Deformations at the Cutting Edge on Magnetic Losses in Non-Grain-Oriented Fe-Si Steel. Artigo aceito Steel Research Inernational.

Agradecimentos: UFCI – MG, FAPEMIG (processo: APQ-02899-26), CNPq (Processo: 314634/2023-1) CAPES e ao Grupo Tessin, sem os quais, este trabalho não teria se concretizado.

Resultados e Discussão

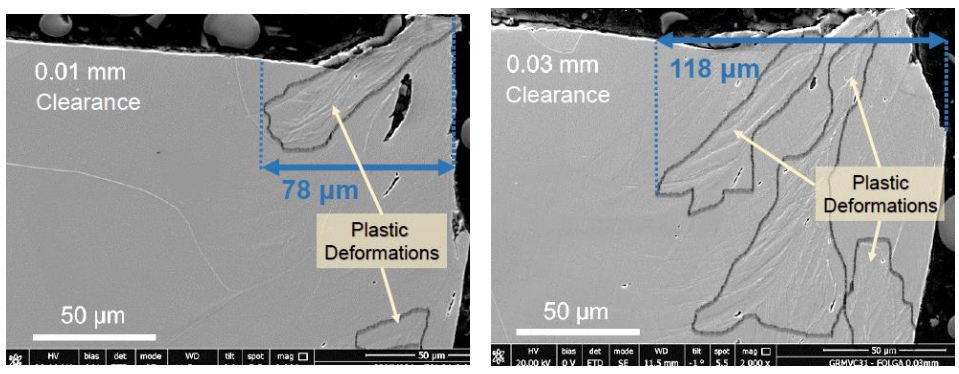


Fig. 5. Imagens de MEV da região de corte para 0,01 e 0,003 mm.

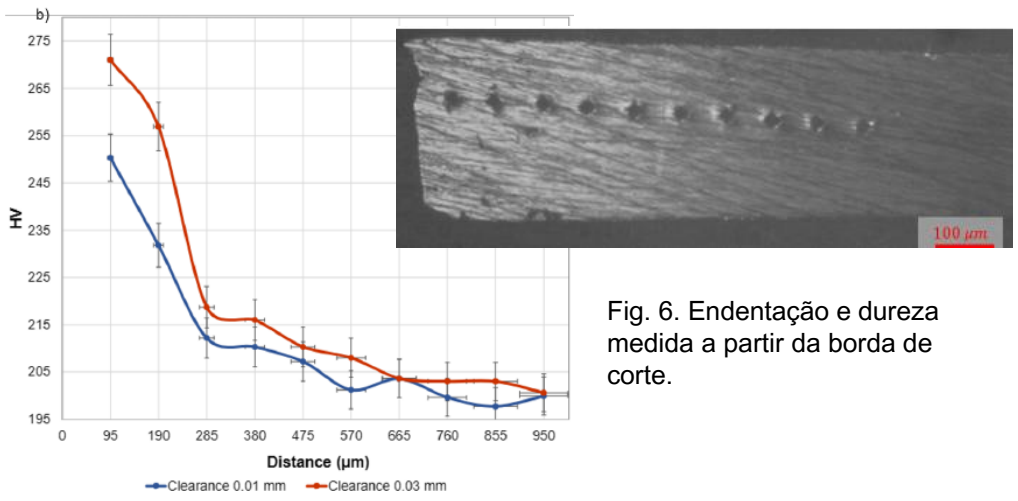


Fig. 6. Endentação e dureza medida a partir da borda de corte.

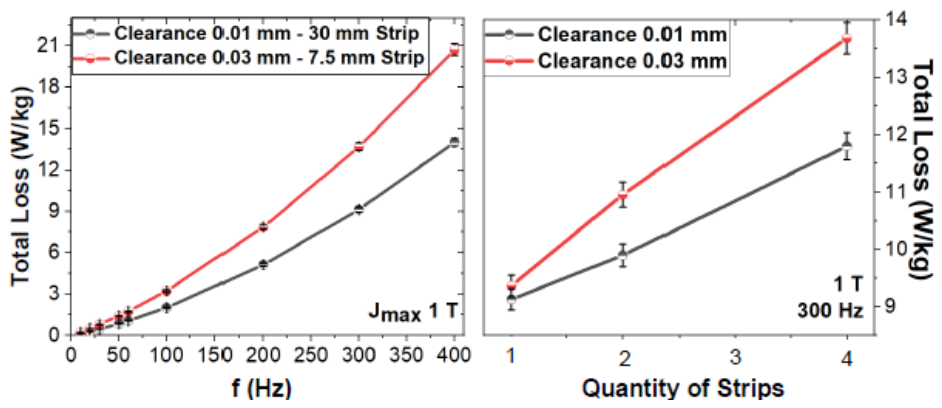


Fig. 7. Perda total em função da frequência para duas folgas (esquerda). Perda total em função da quantidade de tiras para as duas folgas.

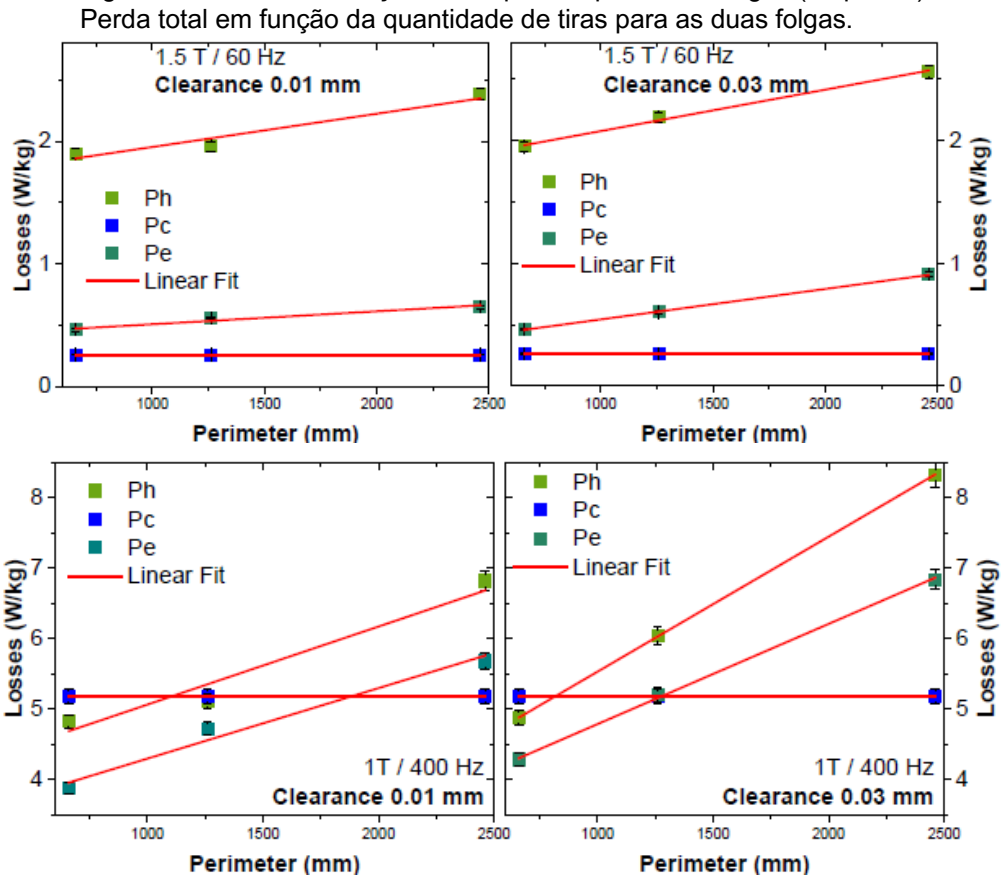


Fig. 8. P_h, P_p e P_a nas folgas de corte 0,01 e 0,03 mm em função do perímetro total, em frequências de 60 (cima) e 400 Hz (baixo).

Conclusões

i) A zona atingida pelo corte se estende até 280 µm, sendo que para a folga de 0,03 a dureza é maior.

ii) A perda total aumenta com a folga e com o número de intervenções.

iii) Em baixas frequências Ph domina independentemente da folga e da extensão do corte. Já em altas frequencias (400 Hz), a Pc domina apenas para extensões de corte menores. Isso mostra que os defeitos vindo do corte afetam muito a Ph, ou equivalentemtne, o movimento das paredes de domínios e o aprisionamento do domínio.