

AVALIAÇÃO DO GRAU DE ENCRUAMENTO EM CHAPAS CONTENDO NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO VEICULAR (NIV)

E. B. LIMA; M. G. DINIZ*; A. G. GARCIA LIMA; M. P. CINDRA FONSECA
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica/PPG-EM, Rua Fonseca Teles, 121, São Cristóvão, Rio de
Janeiro, RJ, Brasil.

(*) E-mail: diniz@uerj.br

RESUMO

O exame metalográfico é um dos métodos mais utilizados para a revelação do Número de Identificação Veicular (NIV) em veículos adulterados por remarcação de chassi, possibilitando uma rápida e confiável forma de identificação. A aplicação do método somente é possível em chapas que apresentem níveis de encruamento e de tensões residuais oriundos do processo de gravação original, persistentes após a supressão da codificação. Quanto maior o grau de encruamento gerado no processo de gravação, maior será a probabilidade de êxito na revelação do NIV original suprimido. Foram utilizadas as técnicas de microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia de energia dispersiva e fluorescência de raios X para a caracterização de dois grupos de chapas contendo a estampagem do NIV. As tensões residuais foram medidas pela técnica de difração de raios X. Os resultados demonstraram que o método de gravação por estampagem favorece a revelação da codificação suprimida.

Palavras-chave: identificação veicular, tensões residuais, difração de raios X.

INTRODUÇÃO

Os veículos automotores são tecnicamente individualizados por diversos elementos identificativos expressos na norma ABNT NBR 6066⁽¹⁾, sendo o principal deles o Número de Identificação Veicular (NIV), popularmente conhecido como número do chassi, ou simplesmente chassi. Trata-se de uma codificação que na

maioria dos casos é gravada diretamente na estrutura do veículo (chassi), sendo o processo de estampagem o primeiro método a ser utilizado e ainda um dos principais na atualidade ⁽²⁾.

Os veículos automotores devido ao seu elevado valor comercial são frequentemente objetos de roubo e furto. A fim de se obter vantagem comercial, o criminoso portador de um veículo proveniente de origem ilícita realiza a adulteração dos sinais identificativos do veículo, fazendo com que esse seja reconhecido como outro veículo sem restrições de circulação ⁽²⁾. O principal método de adulteração de sinal identificativo de um veículo trata-se de suprimir a gravação NIV original por meio de ação abrasiva e realizar uma segunda gravação, de outra codificação, no veículo. Este método é conhecido como remarcação de chassi ^(2,3).

A principal técnica utilizada pela perícia criminal para real identificação de veículos remarcados é conhecida como exame químico metalográfico e consiste na utilização de reagentes específicos para a promover a corrosão da chapa onde é gravado o NIV. Essa corrosão controlada gera um contraste visual, onde é possível observar a gravação original que fora anteriormente suprimida. O contraste ocorre devido ao encruamento e conseqüentemente às tensões residuais geradas da gravação original que permanecem remanescentes na chapa, mesmo após a supressão visível da numeração. Essas tensões residuais fazem com que a região tensionada apresente maior ou menor velocidade de corrosão, sendo possível então visualizar com vista desarmada os caracteres suprimidos ⁽⁴⁾.

O nível de tensões residuais gerado no processo de gravação do NIV original proporciona então maior ou menos facilidade na revelação da codificação original suprimida ⁽⁵⁾.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo das tensões residuais geradas no entorno da gravação NIV de veículos que utilizam o processo de estampagem como método de gravação, com a finalidade de uma futura verificação se este método é seguro na revelação de adulterações através de métodos metalográficos simples.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dois grupos de amostras, ambos pertencentes à chapas originais de veículos de fabricação nacional, de mesmo modelo e ano de fabricação. As chapas possuíam aproximadamente 1,5mm de espessura e foram recortadas nas dimensões aproximadas 80mm x 150mm, de forma que o processo de corte não interferisse nas propriedades e condições do NIV gravado no centro das amostras.

Cada grupo continha três amostras com os seguintes parâmetros:

- Grupo A: veículos de marca/modelo VOLKSWAGEN GOL, ano de fabricação 1996;
- Grupo B: veículos de marca/modelo VOLKSWAGEN GOL, ano de fabricação 2010.

A composição química de cada grupo de amostras foi determinada por Análise de Carbono e Enxofre e ensaios de Espectrometria de Fluorescência de Raios X, seguindo respectivamente as normas ASTM E1019:2011⁽⁶⁾ e ASTM E572:2012⁽⁷⁾.

A metodologia para a caracterização dos materiais de ambos os grupos incluiu preparação metalográfica (embutimento, lixamento, polimento e ataque químico com Nital 5%), obtenção de aspectos micrográficos através de um microscópio óptico (MO) Zeiss, modelo Axio lab. A1. Micrografias também foram obtidas através de um microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL, modelo JSM-6510LV operando no modo elétrons secundários, 20 kV - 80µA e análise química semi quantitativa foi realizada por detector EDS (Espectroscopia por dispersão de energia) com precisão de 0,3%.

Estes ensaios para a caracterização do metal das chapas gravadas foram realizados no metal de base, isto é, em região que não fora afetada pelos cortes do contorno da amostra nem pelo processo de estampagem da gravação do NIV.

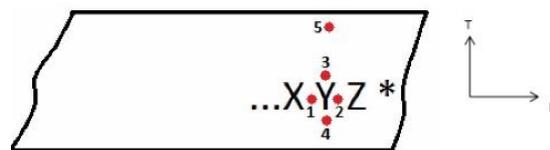
As tensões residuais foram medidas por Difração de Raios X (DRX), usando um equipamento Stressrad, com radiação Cr- α . Os parâmetros utilizados no sistema de análise das tensões residuais seguem expressos na Tab. 1. As posições onde foram realizadas as medições são apresentadas na Fig. 1, em que X, Y e Z

representam os três últimos números da gravação NIV da amostra. Na Fig. 1 também são indicadas as direções transversal (T) e longitudinal (L) adotadas. Foram realizadas medidas próximas à estampagem (posições 1, 2, 3 e 4) e medidas mais longínquas (5).

Tab. 1 - Parâmetros utilizados na DRX

Diâmetro do Colimador (mm)	1
Ângulo de incidência (2θ)	156,8°
Plano de difração {hkl}	{211}
Radiação	CrK α
Comprimento de onda (λ) CrK α	2,29092 Å
Corrente (mA)	6,7
Tensão (kV)	30
Inclinação ψ	0°, 18°, 27°, 33° e 45°
Tempo de exposição (s)	10

Fig. 1 - Posições e direções utilizadas na DRX



RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tab. 2 e 3 apresentam os resultados da análise química quantitativa por fluorescência de raios-X para os elementos presentes nos grupos identificados como A e B, respectivamente. Ambos os grupos apresentaram composições químicas muito semelhantes, isto é, aços ao carbono com baixo teor de carbono.

Tab. 2 - Composição química das amostras do grupo A (% em peso).

C	S	Mn	Si	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Pb	Al	Fe
0,014	0,007	0,29	0,04	0,016	0,12	0,04	0,01	0,05	0,003	0,001	0,031	BASE

Tab. 3 - Composição química das amostras do grupo B (% em peso).

C	S	Mn	Si	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Pb	Al	Fe
0,012	0,021	0,28	0,05	0,015	0,10	0,04	0,01	0,05	0,003	0,001	0,028	BASE

Numa análise apenas qualitativa, os aspectos micrográficos mostraram grãos de pequenas dimensões, com contornos bem definidos e arredondados. Não foram observados inclusões ou segundas fases entre os grãos. As imagens obtidas para amostras dos grupos A e B são apresentadas nas Fig. 2 a 5.

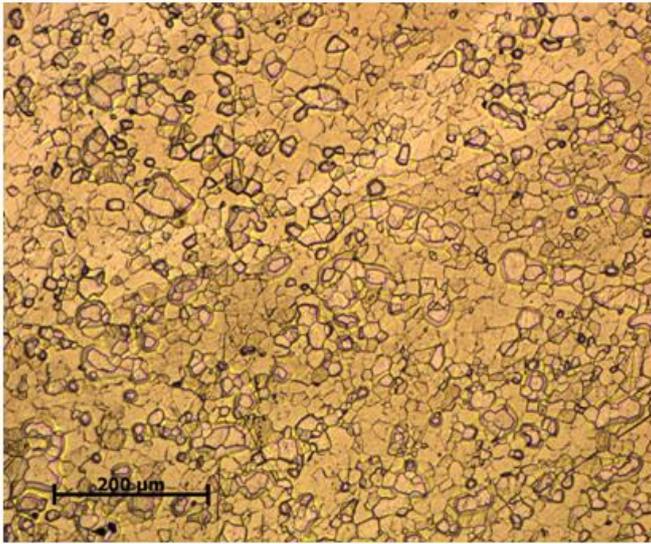


Fig. 2 - MO (100x) - Grupo A

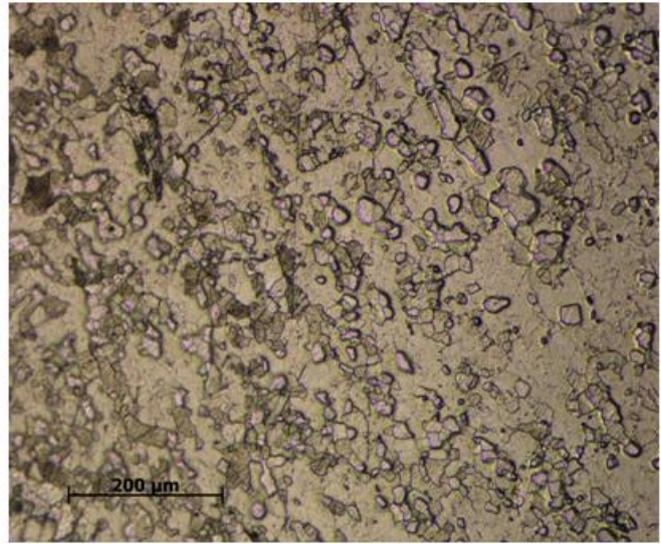


Fig. 3 - MO (100x) - Grupo B

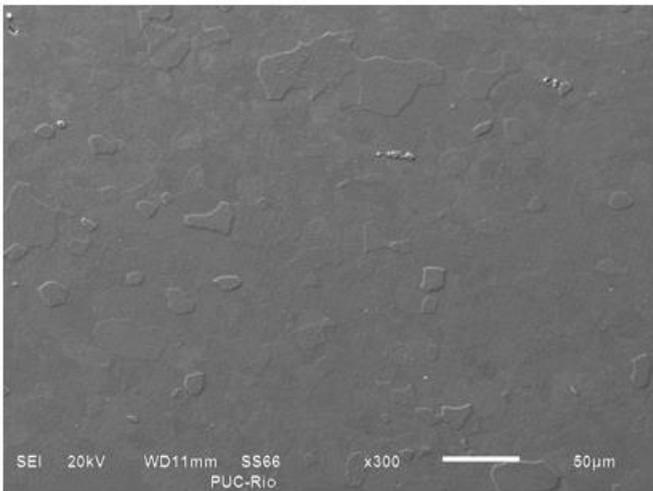


Fig. 4 - MEV - Grupo A

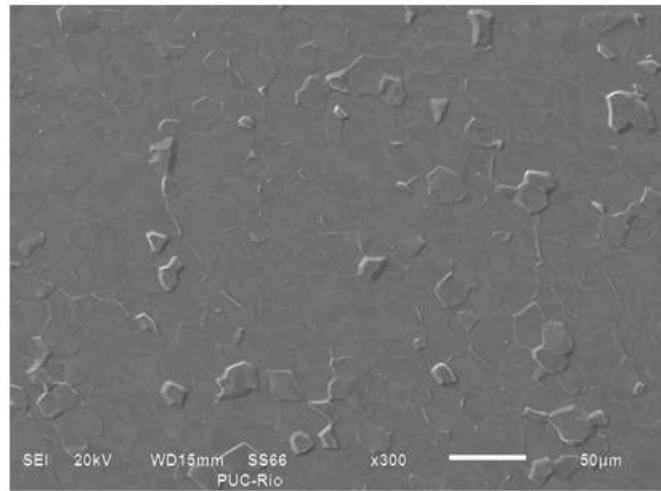
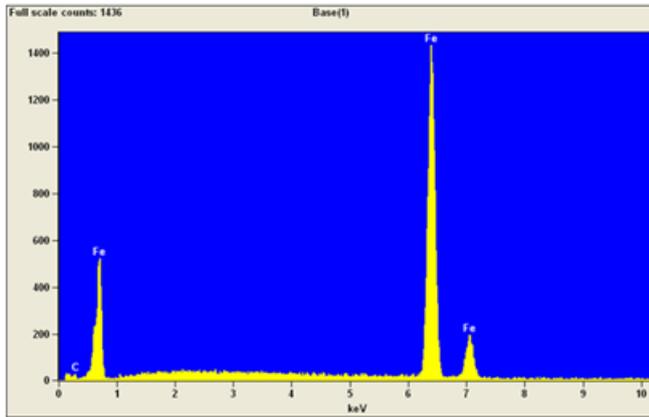


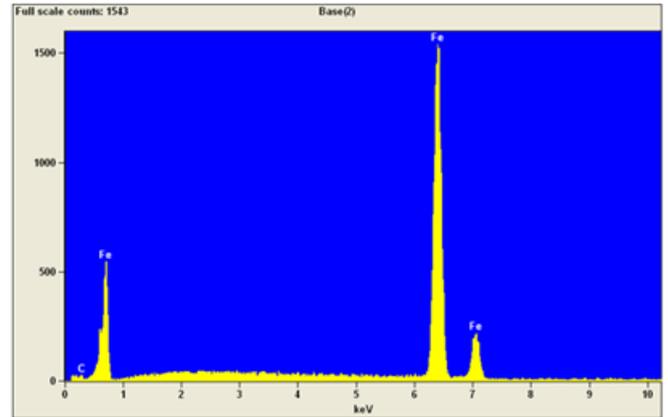
Fig. 5 - MEV - Grupo B

O EDS confirmou os resultados obtidos por fluorescência de raios-X e os espectros de energias características obtidos são apresentados nas Fig. 6 e 7. Eles mostram que tratam-se de aços de baixíssimo teor de carbono, sem a presença relevante de outros elementos de liga.



Resultados quantitativos para base				
Elemento	% em Peso	% em Peso Erro	% Atômico	% Atômico Erro
C K	0.43	+/- 0.38	1.95	+/- 1.73
Fe K	99.57	+/- 1.05	98.05	+/- 1.04
Total	100.00		100.00	

Fig. 6 - EDS - Grupo A



Resultados quantitativos para base				
Elemento	% em Peso	% em Peso Erro	% Atômico	% Atômico Erro
C K	0.62	+/- 0.34	2.81	+/- 1.55
Fe K	99.38	+/- 1.00	97.19	+/- 0.98
Total	100.00		100.00	

Fig. 7 - EDS - Grupo B

As tensões residuais foram medidas em duas direções para cada ponto, longitudinal (coincidente com a direção de maior comprimento da amostra) e transversal. Os resultados obtidos para cada condição estão apresentados nas Tab. 4.

Tab. 1 - Tensões residuais das amostras testadas, conforme Fig. 1.

Amostra	Posição	Tensões Residuais (MPa)		Amostra	Posição	Tensões Residuais (MPa)	
		L	T			L	T
148	1	44 ± 10	-33 ± 13	404	1	-160 ± 6	-250 ± 16
	2	-116 ± 11	85 ± 6		2	-75 ± 6	-185 ± 0
	3	31 ± 0	-20 ± 4		3	-61 ± 3	-91 ± 0
	4	-70 ± 4	-305 ± 8		4	-79 ± 1	-156 ± 18
	5	-81 ± 13	-50 ± 1		5	-9 ± 6	200 ± 6
232	1	-56 ± 9	-8 ± 1	520	1	-87 ± 11	-255 ± 0
	2	-6 ± 1	6 ± 2		2	148 ± 11	-30 ± 0
	3	-29 ± 3	34 ± 3		3	-90 ± 10	-160 ± 15
	4	-106 ± 7	-151 ± 7		4	-124 ± 24	-80 ± 18
	5	-39 ± 6	-136 ± 20		5	107 ± 2	138 ± 0
300	1	-4 ± 0	-133 ± 1	594	1	168 ± 20	-70 ± 25
	2	-124 ± 3	-73 ± 12		2	-77 ± 1	220 ± 25
	3	156 ± 14	-85 ± 6		3	-70 ± 0	-77 ± 0
	4	-43 ± 6	67 ± 6		4	-55 ± 6	-130 ± 18
	5	-143 ± 0	-165 ± 4		5	48 ± 3	24 ± 14

As amostras apresentaram tensões residuais de valores relevantes nas posições adjacentes às numerações geradas pelo processo de estampagem, sendo essas tanto compressivas quanto trativas em todas as posições, exceto na posição 4 em que todas as amostras apresentaram tensões residuais compressivas.

As tensões residuais localizadas nas posições 1 e 2 (posições localizadas entre os algarismos adjacentes) apresentaram comportamento semelhante quando os algarismos anterior e posterior eram exatamente os mesmos, como pode ser observado na interação entre os algarismos "2" e "3" da amostra de final "232" (tensões compressivas) e na interação entre os algarismos "0" e "4" da amostra de final "404" (tensões compressivas).

CONCLUSÕES

As chapas onde são gravadas o Número de Identificação Veicular dos veículos automotores de marca, modelo e ano de fabricação utilizados nas amostras são de chapas de aço de baixíssimo teor de carbono, favorecendo a ductilidade e o encruamento no processo de estampagem. Elas também não apresentam

quantidades de elementos de liga capazes de provocarem interferências no processo de estampagem e na resistência à corrosão do aço.

Foram observadas tensões residuais relevantes nas regiões adjacentes aos algarismos da gravação do NIV, sendo portanto possível que sejam aplicadas técnicas metalográficas que se baseiam no princípio do contraste ocasionado pela oxidação em regiões de diferentes níveis de tensões residuais.

Uma vez que foram observadas tensões residuais no plano perpendicular ao sentido de estampagem dos algarismos, pode-se inferir que haverá também tensões residuais, possivelmente de maiores magnitudes no sentido paralelo ao plano de estampagem, ou seja, aprofundando-se no interior do material. Dessa forma conclui-se que processo de estampagem utilizado na gravação NIV favorece a identificação veicular nos casos de supressão da gravação original, já que deixa vestígios da provenientes da gravação original no material, mesmo que essa não seja visível à vista desarmada.

Ensaio complementares de dureza bem como ensaios de difração de raios X em amostras com a numeração suprimida deverão ser realizados para a medição da profundidade afetada pela gravação original do NIV em chapas de maior espessura.

REFERÊNCIAS

- 1) NBR 6066: Veículo rodoviários - Número de identificação de veículo (VIN). ABNT: Rio de Janeiro, 2009. 5 p.
- 2) CECERE, A. V. **Estudo de medidas para a melhoria da identificação veicular no Brasil**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- 3) MIZIARA, A. N.; BARROS, G. A. Curso Identificação Veicular. Brasília: SENASP/MJ, 2008.
- 4) QUINTELA, V. M.; LAITANO, O. Veículos automotores: **Vistoria e Perícia**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto S/A, 1998.

5) PUENTES, R.; KREMER, E.; TORRES, J.; KREMER, C. Desarrollo de una pasta de revelado basada en el reactivo de Fry. Cali: Avances en Ciencias e Ingeniería, 2012, v3, pp. 115-120.

6) ASTM E1019-11. Standard Test Methods for Determination of Carbon, Sulfur, Nitrogen, and Oxygen in Steel, Iron, Nickel, and Cobalt Alloys by Various Combustion and Fusion Techniques. ASTM International: Pensilvânia, 2011.

7) ASTM E572-12. Standard Test Method for Analysis of Stainless and Alloy Steels by Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry. ASTM International: Pensilvânia, 2012.

EVALUATION OF HARDENING DEGREE ON PLATES CONTAINING VEHICLE IDENTIFICATION NUMBER (VIN)

ABSTRACT

The metallographic examination is one of the most widely used methods for the revealing of Vehicular Identification Number (VIN) on tampered vehicles, allowing a fast and reliable mean of identification. The application of the method is possible only in plates that contain hardening and residual stresses levels arising from the original recording process, persistent after the suppression of original coding. The higher the degree of hardening generated in the original recording process, the greater the probability of success in revealing the suppressed NIV. Optical microscopy, scanning electron microscopy, energy dispersive spectroscopy and X-ray fluorescence techniques were used to characterize two groups of plates containing stamped NIV. Residual stresses were measured by X-ray diffraction and results showed that the stamping recording method makes the revealing of the suppressed coding easier.

KEYWORDS: vehicle identification, residual stress, X-ray diffraction