



PESQUISA DE TÉCNICA DE REVELAÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE NUMERAÇÃO ESTAMPADA COM CARGA HIDRÁULICA EM CHASSIS DE VEÍCULOS

¹Simões, D.C.; ¹Lacerda, F.G.B.; ¹⁻²Diniz M.G.; ²Freitas, R.P.; ²Ferreira, D.S.R.;
¹⁻²Pimenta, A.R.*

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade do Estado do
Rio de Janeiro - UERJ, Rua Fonseca Teles, n121, Rio de Janeiro-RJ, Brasil;

²Laboratório de Instrumentação e Simulação Computacional - LISComp, Instituto
Federal do Rio de Janeiro - IFRJ, Rua Sebastião Lacerda, s/n, Paracambi-RJ, Brasil;

*Autor correspondente: andre.pimenta@ifrj.edu.br

RESUMO

Os veículos automotores são ativos altamente valiosos. Por isso, frequentemente são alvos de roubos e furtos. Para permitir sua rastreabilidade, cada um possui um número de série exclusivo gravado em seu chassi. No “crime de clonagem de carro”, esse número é apagado, e um novo é gravado onde estava o anterior. Para identificar o número original, a polícia científica utiliza reagentes químicos especiais. Neste trabalho, o teste de revelação foi realizado com três reagentes: FRY (cloreto de cobre, ácido clorídrico e água destilada); FRY mod1 (cloreto de ferro, ácido clorídrico e água destilada); FRY mod2 (cloreto de bário anidro, ácido clorídrico e água destilada). E para aumentar a segurança dos policiais durante a atividade forense em campo, reduzindo o risco de acidentes, foi proposta a criação da pasta utilizando o reagente FRY e partículas de alumina. Aplicado na chapa de aço, mostrou-se bastante promissor, revelando com eficiência a marcação apagada.

Palavras-chave: crime de clonagem de carro, número de série, FRY, teste de revelação.

1. INTRODUÇÃO

Os veículos automotores são constantemente alvos de furtos, roubos e fraudes no Brasil, sendo a fraude mais comum a adulteração do número de identificação veicular (NIV), onde os fraudulentos utilizam das mais variadas técnicas, a fim de dificultar o trabalho da polícia na identificação do furto. O NIV é uma combinação alfanumérica designada a um veículo pelo fabricante a fim de torná-lo único. A cada dia que passa tem sido observado o aumento da ocorrência do crime de adulteração de chassis de veículos, trazendo preocupações às autoridades de trânsito e policial, assim como diversos prejuízos aos proprietários dos veículos automotores, que muitas vezes são surpreendidos com multas que não foram praticadas pelos mesmos ou até mesmo a triste descoberta de ter caído em um golpe, tendo comprado um veículo adulterado.

De acordo com a norma ABNT 6066 (1980), a gravação do número de identificação veicular no chassi deverá ocorrer em, no mínimo, um ponto de localização, com profundidade mínima de 0,2 mm. Diferentes métodos são utilizados na gravação do NIV, são eles: estampagem, riscagem, pontejamento e gravação à laser, porém, como grande parte das montadoras utilizam a metodologia de estampagem, este estudo dará maior ênfase a esse processo. Na estampagem, a matriz contendo o dígito golpeia a chapa de aço gerando um caractere recuado, e a profundidade do caractere dependerá da quantidade de pressão aplicada pela prensa e da dureza da chapa. A principal característica do processo de estampagem é que gera uma deformação plástica no entorno da numeração e abaixo da região visível do caractere, tal campo de deformação gerado é primordial nas investigações forenses para a identificação do NIV original em um chassi adulterado. As propriedades dos metais mudam por conta do encruamento gerado durante o processo de marcação dos caracteres. Segundo Padilha (1997), encruamento é o fenômeno de endurecimento do metal resultante da deformação plástica, na qual geram movimentação das discordâncias, multiplicando-as e interagindo entre si, adquirindo degraus e formando emaranhados, exigindo tensões crescentes para sua movimentação. Askeland e Phulé (2011), mencionam que ocorre o aumento da resistência e o endurecimento do metal, devido à elevação da densidade das discordâncias, e em contrapartida, uma diminuição na ductilidade. Essa mudança de

propriedade é usada oportunamente para detectar as regiões plasticamente deformadas que estão residualmente presentes após a remoção dos caracteres.

Turley et. al., (1987) em seu trabalho mostrou uma correlação entre a profundidade da marcação e a espessura máxima de material que poderia ser removida sem comprometer a revelação da marcação original por meio da perícia. Wightman e Matthew (2008) utilizou a força aplicada durante a estampagem como variável, e verificou que aumentando o valor da força aplicada, existe um aumento na profundidade da marca do carimbo. Contudo, esse aumento é limitado até um patamar de força máxima.

Ao realizar uma abordagem detalhada em relação as fraudes que atingem os veículos, são verificadas diversas técnicas, desde as de baixa qualidade até as que beiram a perfeição, que dificultam a identificação da adulteração. Este estudo focará no processo de adulteração por regravação, remarcação ou desgaste, realizado normalmente por abrasivos, onde é feita a remoção total ou parcial da numeração e uma posterior gravação da nova sequência alfanumérica. A superfície onde se encontra a numeração, geralmente é lixada, limada e polida, a fim de remover a antiga gravação, porém, através do ataque químico utilizando reagentes específicos, é possível revelar a numeração original do veículo.

O procedimento de ataque químico, também conhecido como exame metalográfico, é o mais eficaz na revelação de NIVs adulterados, onde o reagente em contato com a superfície metálica do chassi, corrói seletivamente diferentes áreas do material, fazendo surgir a numeração original raspada (Nascimento, 2016). Com o desenvolvimento dos estudos metalográficos, através de testes experimentais, surgiram diferentes reagentes, que levam em conta variáveis como: a liga do material e a profundidade da gravação. Um dos primeiros reagentes utilizados para a revelação foi o Fry, sendo empregado para esta função desde 1921 e permanecendo bastante popular até hoje. Sua composição possui diversas variações, onde a original (90 g CuCl_2 , 120 mL HCl e 100 mL H_2O) é usada exclusivamente para restaurar marcas em chassis, motores de veículos e armações de armas de fogo (Kuppuswamy, 2009). Cerón-Rincón (2014) testou em seu trabalho a eficácia do ácido nítrico (HNO_3) 3,15 M, e observou que em todos os testes realizados as numerações foram recuperadas em poucos segundos. Azlan (2007) propôs uma variação do reagente Fry com composição de 5 g CuSO_4 , 30 mL hidróxido de amônio e 60 mL de água, sendo mais sensível a superfície de aço de baixo carbono. Enquanto Siaw & Kuppuswamy (2009)

observaram que o Fry original era mais eficaz em superfícies de aço médio carbono. Pereira (2022) descobriu que o ácido clorídrico a 60% e hidróxido de sódio a 40%, utilizados em esfregaços alternados na superfície, foi considerado o mais eficaz em todas as profundidades de marcação, sendo capaz de restaurar as marcações apagadas até 0,04mm abaixo da parte inferior da gravação. Uma variação do fry com composição de 50mL de água, 50mL de ácido clorídrico (HCl) e 5g de cloreto de cobre dois (CuCl_2), foi utilizada por Negreiros (2016). O autor em seu estudo, identificou que os resultados foram satisfatórios, verificando um contraste entre os números revelados e a superfície do metal.

Neste estudo será realizada a simulação do processo de marcação do número de chassi através da técnica de estampagem e uma posterior adulteração, utilizando-se metodologia controlada simulando um caso real para então, ser testada uma técnica de revelação da adulteração, fazendo o uso de diferentes reagentes. O objetivo final será a verificação da efetividade destes reagentes, contribuindo com a descoberta de novas variações que funcionem no processo de revelação da adulteração, que tenha um melhor custo, seja mais eficaz e segura para o profissional da perícia. E, posteriormente, sugerir uma metodologia de análise de adulterações de NIV, que contribuirá com as atividades de perícia da polícia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material usado para fabricar o chassi

Foi utilizada uma chapa de aço SAE 1010 com 2 mm de espessura para simular a fabricação dos chassis de carros adulterados. Para caracterização do estado microestrutural da mesma, foi preparada uma amostra metalográfica por embutimento em resina em base acrílica de cura a frio, seguido de posterior lixamento manual com lixas de granulação de 400 a 1200 mesh. Na sequência foi realizado o polimento automatizado com pasta de diamante, seguido de ataque químico utilizando a solução Nital 5%, composta por 95 mL de álcool etílico PA e 5 mL de ácido nítrico e posterior análise utilizando o microscópio óptico da marca Carl Zeiss, modelo Imager.M1m, integrado ao computador para captura das imagens.

2.2. Confeção do corpo de prova simulando chassi adulterado

Utilizando a máquina hidráulica de ensaio de tração da marca Losenhausenwerk com capacidade para carga de até 60 toneladas, foi feita a estampagem da chapa através de um punção aplicando uma carga de 3 toneladas, a fim de obter o caractere com a profundidade mínima de 0,2 mm, conforme prevê a norma ABNT 6066 (1980). Com a finalidade de garantir o perpendicularismo entre a chapa e o punção, foi utilizado um dispositivo guia. A Figura 1a ilustra o punção e o dispositivo utilizados. Na Figura 1b temos a chapa de aço após a marcação do caractere “3”.

Fig. 1. (a) Punção utilizado na estampagem, (b) Chapa com caractere estampado.



2.3. Teste de novos reagentes

O reagente Fry original (90 g CuCl_2 + 120 mL HCl + 100 mL H_2O) foi utilizado como amostra de controle para comparar o desempenho dos reagentes propostos neste trabalho, que foram: o “Fry mod1” com cloreto de ferro em substituição ao cloreto de cobre (90g FeCl_3 + 120 mL HCl + 100 mL H_2O), o “Fry mod2” com cloreto de bário em substituição ao cloreto de cobre (90g BaCl_2 + 120 mL HCL + 100 mL H_2O), e a “pasta Fry” composta do Fry original e partículas de alumina.

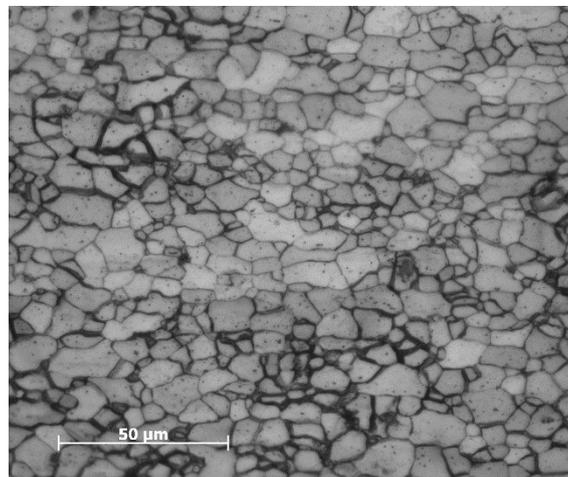
A aplicação dos reagentes objetivando a revelação da marcação apagada foi realizada aplicando um algodão embebido da solução sobre a superfície, sem esfregar. Durante um intervalo de tempo de 15 minutos o algodão foi mantido sobre a amostra, sendo impregnado com a solução a cada intervalo de 3 min

aproximadamente. Caso, após os 15 minutos, a solução não revelasse a marcação apagada, o teste era interrompido e considerado sem sucesso.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Após o embutimento da chapa metálica em resina de base acrílica de cura a frio, foi realizada a caracterização microestrutural do metal da chapa. Na Figura 2 observamos que o aço possui predominantemente uma microestrutura ferrítica, indicando ser um aço baixo carbono.

Fig. 2. Aspecto microestrutural da chapa metálica.



Simulando um processo de adulteração em chassi de carro, foi realizada a remoção do caractere estampado utilizando uma esmerilhadeira manual e lixa de 220 mesh. A Figura 3 ilustra o corpo de prova após esse procedimento, onde não é mais possível observar a marcação do número “3”. Porém o lixamento da chapa metálica não remove a camada encruada do material, que está abaixo do número 3, causada pela deformação plástica do processo de estampagem. O encruamento gera modificações microestruturais nas adjacências e sob a marcação, possibilitando a revelação da numeração estampada anteriormente, mesmo após a remoção da impressão em baixo relevo através do desbaste da superfície do metal.

Lora (2019) em seu trabalho obteve o índice de encruamento do material em questão através das curvas de deformação plástica obtidas pelo ensaio de tração. Os autores observaram que o material ao sofrer deformação plástica, apresentava um endurecimento em função das modificações permanentes na rede cristalina. Assim

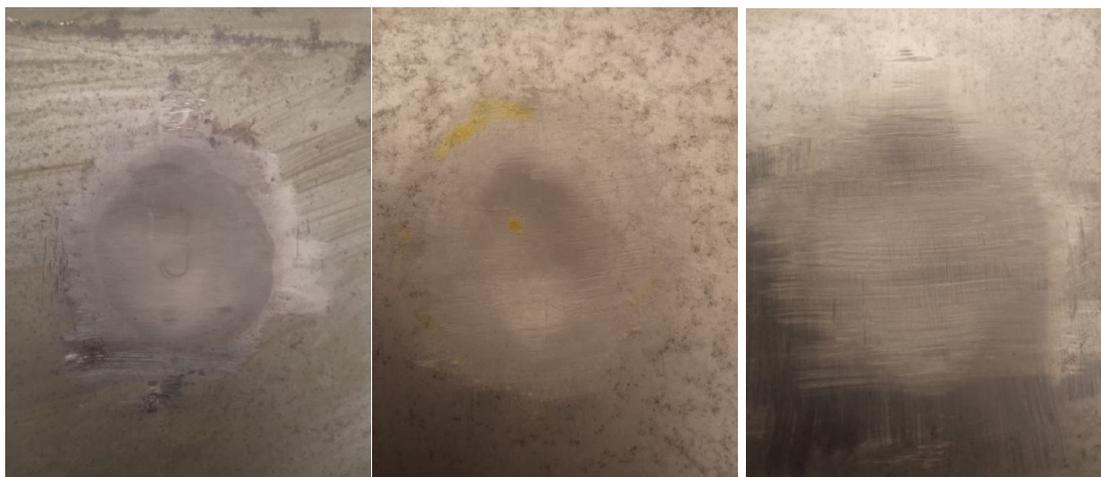
como Costa (2015) mostrou em seu estudo que, cilindros com superfícies muito duras, depois de estarem em serviço, mostraram um aumento da dureza por conta de algumas partes sofrerem deformação plástica. O autor utilizou uma retifica para remover uma camada de 0,15mm da superfície do material, demonstrando que a dureza abaixo dessa camada era menor em comparação a camada superficial encruada.

Fig. 3. Corpo de prova, após a remoção da marcação.



Após a remoção do caractere, foi utilizado o reagente Fry original, que conforme já esperado, se mostrou bastante eficaz, revelando o caractere em 34 segundos. O corpo de prova com o caractere 3 revelado pelo reagente Fry original pode ser observado na Figura 4a. Posteriormente foram realizadas tentativas de revelação do caractere utilizando o Fry modificado com cloreto de ferro e cloreto de bário, a fim de buscar alternativas que sejam eficazes, utilizando reagentes com menor custo. Os reagentes “Fry mod1” com cloreto de ferro e o “Fry mod2” com cloreto de bário, foram aplicados durante um intervalo de tempo de 15 minutos, e após atingir este tempo, foi considerado que os reagentes não tinham efeito, conforme demonstrados nas Figuras 4b e 4c. Os resultados indicam a importância do cobre na composição da solução, o qual não pode ser substituído por qualquer outro metal da tabela periódica sem comprometimento do desempenho do reagente.

Fig. 4. (a) Revelação com o fry original, (b) Resultado do ataque com cloreto de ferro, (c) Resultado do ataque com cloreto de bário.



Após os testes com os reagentes em sua forma líquida, foi testada a pasta composta por Fry original com partículas de alumina, a fim de obter um reagente que confere maior segurança em seu manuseio e/ou transporte em atividade forense de campo, reduzindo a periculosidade ao agente de perícia. Em um recipiente de vidro, foi depositada a alumina em pó, em seguida foi aplicado o reagente Fry com o auxílio de uma pipeta até a alumina ficar saturada ao máximo. A saturação da alumina foi identificada pelo momento que começou a escorrer a solução FRY. Desta forma obteve-se como resultado uma pasta, ilustrada na Figura 5a. Com a utilização de uma luva, esta pasta Fry foi aplicada sobre o corpo de prova em cima da região do caractere apagado pelo processo de esmerilhamento, conforme observado na Figura 5b. Após um intervalo de tempo de 1 minuto e 40 segundos a numeração foi revelada, sendo demonstrado na Figura 4c que a pasta foi eficaz.

Fig. 5. (a) Pasta Fry com partículas de alumina, (b) Aplicação da pasta sobre a superfície lixada, (c) Resultado da revelação com a pasta fry.



4. CONCLUSÃO

Espera-se que os resultados relatados neste artigo contribuam com as atividades forenses. Nos testes de utilização dos reagentes modificados, que substituíram o cloreto de cobre por cloreto e ferro e de bário anidro, foi verificado que os mesmos não possuem efeito em revelar a marcação apagada. Portanto, o reagente Fry original ainda é a melhor opção para realização de perícias em automóveis.

A pasta Fry se mostrou bastante eficaz na revelação do caractere. A substituição do reagente líquido pelo reagente em pasta tem potencial para reduzir o risco de acidentes, principalmente em transportes e no trabalho de campo. Trazendo assim mais uma opção de reagente que confere maior segurança aos processos por parte dos agentes de perícia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERJ (E-26/290.036/2021).

REFERÊNCIAS

ASLAN, M.; ZAILI, M.; KUPPUSWAMY, R.; HARUN, H. Restoration of engraved marks on steel surfaces by etching technique. Forensic Science Programme, School of Health Sciences, Universiti Sains Malaysia, Kampus Kesihatan, 16150 Kubang Kerian, Kelantan, Malaysia. doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.09.010.

ASM. METALS HANDBOOK. Metallography and Microstructures. vol. 9, 10. ed. Ohio, OH. Metals Park – ASM International, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6066: Veículos rodoviários: Número de identificação de veículo (VIN). São Paulo, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6066: Veículos rodoviários: Número de identificação de veículo (VIN). São Paulo, 2022.

COLLINS, M. Modern marking and serial numbering methods. AFTE Journal. Vol 31. 1999. pp 309-317.

CONTRAN. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/resolucoes-contran>.

COSTA, F. A. Estudo do mecanismo de formação de lascamento em cilindros primeiro intermediários utilizados em laminadores Sendzimir. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2015.

International Organization for Standardization 3779:2009 - Vehicle identification number (VIN)

LORA, A. F.; FOLLE, F. L.; SCHAEFFER, L. Caracterização das propriedades tecnológicas do aço BH180 e BH220 e o cálculo do coeficiente de atrito no processo de estampagem profunda. 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.

KATTERWE, H. Restoration of serial numbers. Forensic investigation of stolen-recovered and other crime-related vehicles. Academic Press. Amsterdam. 2006. pp 177-205.

KUPPUSWAMY, R. Metallographic etching of aluminium and its alloys for restoration of obliterated marks in forensic science practice and investigations.

PADILHA, F. A. Materiais de Engenharia, microestrutura e propriedades. Hemus; edição (Janeiro, 1997), 165p., 1997.

TURLEY, D. M. Restoration of stamp marks on steel components by etching and magnetic techniques. Journal of Forensic Sciences. Vol 32. 1987. pp 640–649.

WIGHTMAN, G. MATTHEW, J. Restoration of stamp marks on steel components. Forensic Science International.

WILSON, 1979. THE RESTORATION OF ERASED SERIAL IDENTIFICATION MARKS.

Research of technique for revealing tampering with numbering stamped with hydraulics load on vehicle chassis.

ABSTRACT

Motor vehicles are highly valuable assets. Therefore, they are often targets of robberies and thefts. To enable traceability, each has a unique serial number engraved on its chassis. In the “car cloning crime”, this number is erased, and a new one is recorded where the previous one was. To identify the original number, the scientific police use special chemical reagents. In this work, the revelation test was carried out with three reagents: FRY (copper chloride, hydrochloric acid and distilled water); FRY mod1 (iron chloride, hydrochloric acid and distilled water); FRY mod2 (anhydrous barium chloride, hydrochloric acid and distilled water). And to increase the safety of police officers during forensic activity in the field, reducing the risk of accidents, it was proposed to create the paste using the FRY reagent and alumina particles. Applied to the steel sheet, it showed great promise, efficiently revealing the erased marking.

Keywords: car cloning crime, serial number, Fry, revelation test.