

## **IDENTIFICAÇÃO VEICULAR: Técnicas de recuperação de códigos suprimidos, processos de gravação do Número de Identificação Veicular e métodos de adulteração.**

Orientando: Clayton Rovigatti Leiva\*

Orientador: Ricardo LimaTravassos\*\*

### **RESUMO**

O presente trabalho traz um comparativo entre as técnicas utilizadas pela perícia criminal para recuperação de códigos de chassi suprimidos ou adulterados, com enfoque na efetividade dos métodos, custo, facilidade de aplicação e preservação da superfície analisada. Preliminarmente, procurou-se abordar a estrutura moderna do Número de Identificação Veicular, de acordo com a Resolução CONTRAN nº 24/1998 e com a Norma ABNT NBR 6066, bem como os principais processos utilizados pela indústria automobilística para sua gravação em substratos metálicos, enfatizando as características das marcações e as alterações microestruturais que remanescem após sua supressão. Tratou-se ainda de alguns dos artifícios utilizados pelo crime para adulteração dessas marcas, dos princípios físicos que permitem sua recuperação e, por fim, dos principais métodos e técnicas utilizados pela perícia criminal, desenvolvidos pela academia e por empresas para a recuperação dos códigos suprimidos.

**Palavras-chave:** NIV, identificação veicular, gravação, marcação, obliteração, adulteração, supressão, revelação, restauração, recuperação, metalográfico.

---

\*Engenheiro de Controle e Automação, Universidade de Brasília – Perito Criminal Federal. E-mail: [crleiva@hotmail.com](mailto:crleiva@hotmail.com)

\*\*Msc Engenheiro Mecânico, UFSC/SENAI CIMATEC – Professor. E-mail: [ricardo.travassos197@gmail.com](mailto:ricardo.travassos197@gmail.com)

## **VEICULAR IDENTIFICATION: Deleted code recovery techniques, Marking Vehicle Identification Number processes and methods of adulteration**

### **ABSTRACT**

This work intend to do a comparison between the techniques used by criminal expertise to recover deleted or adulterated chassis codes, focusing on the effectiveness of the methods, cost, application and preservation of the analyzed surface. Preliminarily, it was approached the modern structure of the Vehicle Identification Number, according to the Resolution CONTRAN no 24/1998 and the Standard ABNT NBR 6066, as well as the main processes used by the automobile industry for its recording in metallic substrates, emphasizing the characteristics of the marks and the microstructural changes that remain after their suppression. It also dealt with some of the artifices used by the crime to adulterate this marks, the physical principles that allow its recovery and, finally, the main methods and techniques used by the criminal investigation, developed by the academy and by companies for the recovery of the suppressed codes.

**Keywords:** VIN, vehicular identification, marking, obliteration, adulteration, suppression, revelation, recovery, metallographic.

### **1 INTRODUÇÃO**

A restauração de números seriais é uma importante disciplina forense, abrangida pelo campo da ciência dos materiais e que incorpora princípios da química, física, metalurgia e engenharia (1). Na esfera dos crimes de roubo e furto de veículos, a adulteração de Números de Identificação Veicular - NIV, em regra, tem o objetivo de fazer com que um veículo assuma a identidade de outro, de características análogas, para que possa ser comercializado ou circular pelas ruas sem que se exponha à fiscalização. Muitos são os métodos utilizados para a recuperação dos códigos suprimidos, como o ataque químico, eletrolítico, partículas magnéticas, microscopia eletrônica de varredura, entre outros.

O presente trabalho traz uma visão geral sobre os principais processos aplicados pela indústria automobilística para marcação do Número de Identificação Veicular, alguns dos artifícios utilizados pelo crime para adulteração dessa gravação e técnicas utilizadas pela perícia criminal e pela academia para recuperação de códigos suprimidos em suportes metálicos.

## 2 IDENTIFICAÇÃO VEICULAR

### 2.1 Número de Identificação Veicular

O formato do Número de Identificação Veicular foi regulamentado no Brasil pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN em 1985, por meio da Resolução nº 659/85, alterada pela Resolução nº 691/88 e, posteriormente, pela Resolução nº 24/98 (2). Antes de 1985 as montadoras identificavam seus produtos com a codificação que lhes conviesse.

A estrutura moderna do Número de Identificação Veicular – NIV, ou VIN (*Vehicle Number Identification*), é formada por um código alfanumérico de 17 dígitos (figura 1). Os primeiros 3 dígitos, que compõem o WMI (*World Manufacturer Identifier*), trazem informações acerca do fabricante e região de fabricação. A segunda seção, conhecida como VDS (*Vehicle Description Section*), é composta pelos 6 dígitos subsequentes, que indicam atributos do veículo, como modelo/série, tipo de carroceria, transmissão, motor, etc. A porção final, composta pelas posições 10 a 17, nominada de VIS (*Vehicle Indicator Section*), indica, na décima posição, o ano modelo, seguido de uma combinação de caracteres para distinção dos veículos em produção.

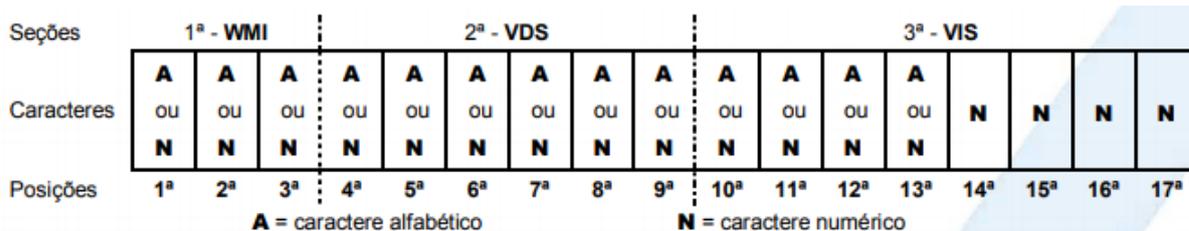


Figura 1 – Estrutura do Número de Identificação Veicular. Fonte: NBR 6066.

## 2.2 Regulamentação no Brasil

A Resolução CONTRAN nº 24, de 21 de maio de 1998, estabelece os critérios para identificação de veículos no Brasil. No que se refere à gravação do NIV, o Artigo 2º da Norma institui:

A gravação do número de identificação veicular (VIN) no chassi ou monobloco, deverá ser feita, no mínimo, em um ponto de localização, de acordo com as especificações vigentes e formatos estabelecidos pela NBR 3 nº 6066 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em profundidade mínima de 0,2 mm.

O objetivo da NBR nº 6066, reeditada em 2009, é estabelecer “a estrutura, o conteúdo, a localização, a fixação e/ou a gravação do número de identificação do veículo”, uniformizando o sistema de numeração para identificação dos veículos rodoviários (3). A NBR é baseada na ISO (*International Organization for Standardization*), que é adotada pela União Européia, com estrutura praticamente idêntica à adotada nos Estados Unidos.

Segundo a NBR 6066, os caracteres a serem usados na gravação do VIN devem ter alturas mínimas de 7 mm, quando gravados diretamente no veículo, ou 4 mm, quando gravados em plaqueta, deve estar localizado no lado direito do veículo e, se possível, na metade dianteira.

## 3 PROCESSOS DE GRAVAÇÃO DO NIV

Os processos utilizados pela indústria automobilística para gravação do NIV variam de acordo com a composição e a morfologia do substrato, bem como pelos aspectos técnicos e econômicos do processo na planta de montagem. Os principais métodos de marcação utilizados atualmente se enquadram em duas categorias principais, com base no princípio físico que utilizam: deformação ou remoção de material.

Os métodos de marcação por deformação aplicam a gravação alterando a superfície por impacto ou por compressão. Os processos alteram permanentemente as propriedades físicas do material na área marcada. A profundidade alcançada está de acordo com vários fatores, incluindo as características da máquina, a dureza do material e o tamanho e comprimento do código a ser gravado. Já pelos métodos de remoção, o substrato pode ser escavado mecanicamente, como no caso de

marcação com o uso de cortadores ou pinos, ou pode ser superficialmente removido, fundido ou queimado, com o uso de laser, por exemplo (4). Independentemente do processo utilizado, a gravação dos caracteres do NIV deverá respeitar a profundidade mínima de gravação de 0,2 mm e a altura mínima de 7 mm, quando diretamente no veículo, ou de 4 mm, quando em plaqueta, conforme a Resolução CONTRAN nº 24/1998 e a NBR 6066.

Alguns dos principais processos de gravação utilizados pela indústria são apresentados a seguir:

### **3.1 Estampagem**

No processo de gravação do NIV por estampagem a frio, a ferramenta é pressionada contra o substrato de modo a causar sua intrusão na peça. A força aplicada para se obter a profundidade de gravação requerida depende da dureza da superfície e das propriedades do material (1). Esse método se aplica em processos mecanizados ou manuais. Estampagem por prensa, punção ou marcação por rolo causam deformação plástica e alteram a estrutura cristalina do material.

#### **3.1.1 Estampagem por prensa e punção**

A estampagem é um processo por meio do qual uma matriz exerce determinada pressão no substrato, de forma a causar sua deformação permanente. Os requisitos da máquina são determinados tanto pelo tipo do substrato como pelo comprimento e tamanho do código a ser marcado. A estampagem pode ser feita por compressão ou impacto.

Máquinas de impacto marcam números e letras na superfície da peça com um único golpe. A pressão de impacto necessária para uma aplicação de marcação em metal depende de três fatores principais: tamanho do caractere, material a ser marcado e o número de caracteres a serem gravados por vez (4).

Uma variação manual da estampagem por impacto é a utilização de jogos de punções contendo letras, números e símbolos (figura 2). Nesse caso, o operador aplica o golpe diretamente sobre os tipos, que transferem o desenho para a peça (figura 4).

A marcação por compressão, por sua vez, oferece controle aprimorado do ressalto da estampagem (figura 5), o que é desejável caso o método por impacto possa danificar os componentes a serem marcados. Não há impacto ou ressalto, pois a pressão de marcação é fornecida em uma compressão constante e suave. Em comparação com a marcação de impacto, essas unidades oferecem menos esforço para as peças-alvo e menor desgaste para as ferramentas (figura 3). Não há significativas limitações quanto à forma da área a ser marcada: peças planas, cilíndricas ou contornadas podem ser marcadas com o uso de matrizes planas, convexas ou côncavas (4).



Figura 2 – Jogo de tipos. Fonte: Pryor Marking Technology.  
<https://www.pryormarking.com>

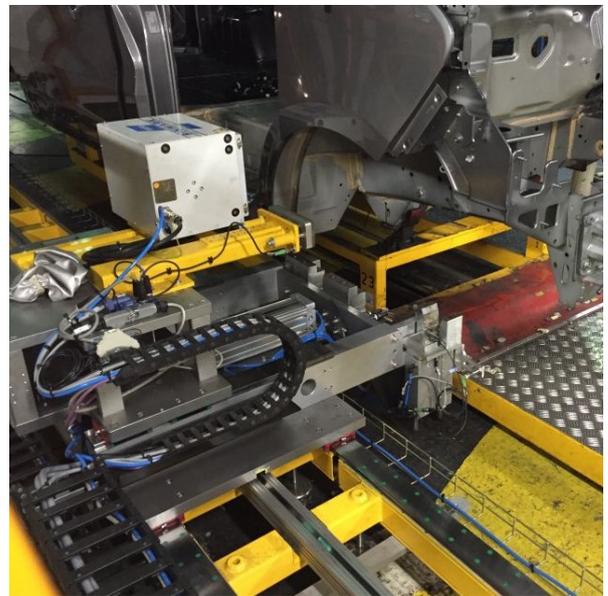


Figura 3 - Sistema de marcação de NIV Vauxhall. Fonte: Redstart Design.  
<http://www.redstart-design.com>

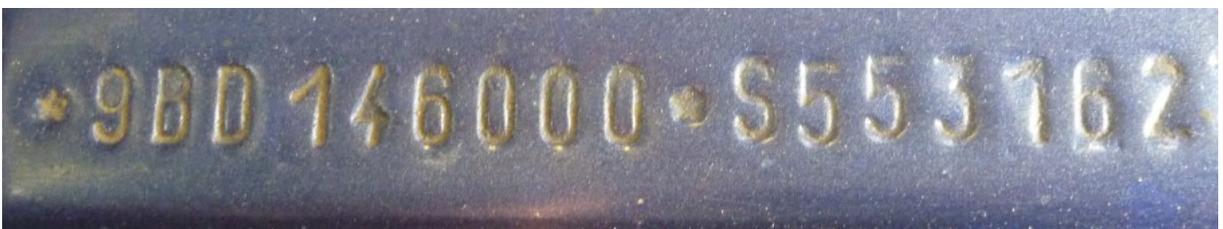


Figura 4 – Marcação por punção manual. Fonte: Autor.



Figura 5 - Estampagem automatizada. Fonte: Autor.

### 3.1.2 Marcação por rolo

A marcação por rolo é uma solução recomendada quando os requisitos de pressão tornam a prensa muito dispendiosa ou se o processo trazer riscos de danos às peças decorrentes do esforço elevado. Neste processo, os caracteres são rolados ao longo da peça. A rolagem envolve um ponto de contato único entre o tipo e a peça marcada. Cada caractere de um código é progressivamente marcado conforme a ferramenta rola sobre a peça. Como resultado, as máquinas de marcação por rolo (figuras 6 e 7) precisam apenas da pressão suficiente para deformar um caractere por linha de marcação enquanto, em comparação, uma estampagem por prensa exige da máquina pressão suficiente para marcar todo o código de uma só vez (4). O resultado da marcação por rolo é semelhante ao da estampagem por prensa.

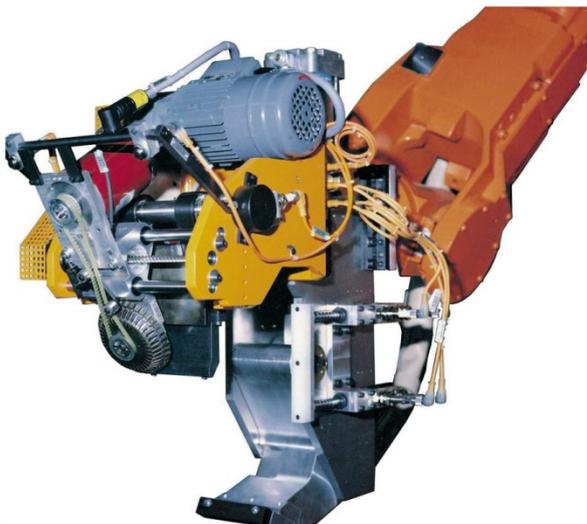


Figura 6 – Unidade de marcação por rolo.  
Fonte: Borries Marking Systems.  
<https://borries.com>

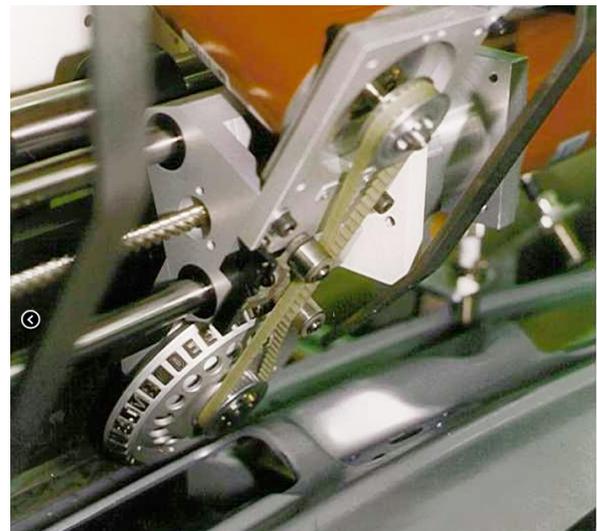


Figura 7 – Cabeça de marcação por rolo.  
Fonte: Borries Marking Systems.  
<https://borries.com>

### 3.2 Micropercussão ou marcação por agulha

Micropercussão também é um método de marcação por deformação do material. Uma agulha dura impacta o substrato de forma consecutiva, de modo que as sequências de pontos individuais reproduzam caracteres alfanuméricos (figura 10). A agulha pode marcar em superfícies planas, côncavas ou convexas.

São máquinas normalmente pneumáticas ou eletromagnéticas (figuras 8 e 9). A versão pneumática é menos dispendiosa, mas tem dimensões mais avantajadas e requer, além da alimentação elétrica, um suprimento de ar comprimido. A versão eletromagnética, embora seja mais cara, tem a vantagem de exigir apenas o fornecimento de energia elétrica, o que permite uma fácil realocação e é significativamente mais silenciosa do que a versão pneumática. Existem ainda unidades portáteis com telas de cristal líquido e a possibilidade de operar com bateria (4).



Figura 8 – Máquina de micropercussão.  
Fonte: Zixu Marking Factory.  
<http://www.cnmarking.com>



Figura 9 – Módulo integrável em linhas de produção.  
Fonte: FESMO Tecnologia em Marcação de Pontos.  
<https://www.fesmo.com.br/>



Figura 10 – Marcação por agulha. Fonte: Autor.

### 3.3 Escrita mecânica: *scribing*

Na escrita mecânica, o processo envolve ação menos agressiva do que na estampagem. O material é removido com o uso de fresas de metal duro em rotação, cortadores de diamante ou pinos endurecidos (figuras 11 e 12). O resultado final depende do material, mas geralmente é de alta qualidade, com marcas profundas, suaves e contínuas (figura 13). Todo o processo de marcação é muito silencioso,

uma vez que o pino ou ferramenta de corte penetra no material na profundidade desejada e é conduzido para formar o caractere desejado (4).



Figura 11 – Estação autônoma de marcação *scribing*. Fonte: Pryor Marking Technology. <https://www.pryormarking.com>



Figura 12 – Sistema de marcação *scribing*. Fonte: Technifor. <https://www.technifor.com.br>



Figura 13 – Marcação *scribing*. Fonte: Autor.

### 3.4 Gravação a laser

A gravação a laser é realizada sem contato físico entre a máquina e a peça, por um feixe focalizado que remove o material (figuras 14 e 15). Cada material absorve o laser em níveis específicos de comprimento de onda, assim, cada componente a ser marcado requer o uso de feixes de laser com configurações adequadas à sua composição (4). A quantidade de calor fornecida pelo feixe é capaz de fundir o material, bem como alterar a microestrutura subjacente à gravação, em um fenômeno conhecido como zona termicamente afetada.

Sistemas laser de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ou cristal de granada de ítrio e alumínio (YAG) são normalmente usados para gravação do NIV. O processo é rápido, computadorizado e aplicável em linhas de produção.

Embora a gravação a laser requiera o mais alto investimento inicial, é certamente o mais eficiente e eficaz em termos de qualidade e velocidade de marcação (figura 16). Como não há contato entre a máquina e a peça, o desgaste do equipamento é minimizado, assim como os custos com consumíveis e o estresse no substrato.



Figura 14 – Estação portátil de gravação a laser. Fonte: Pryor Marking Technology. <https://www.pryormarking.com>



Figura 15 – Módulo integrável laser. Fonte: Pryor Marking Technology. <https://www.pryormarking.com>

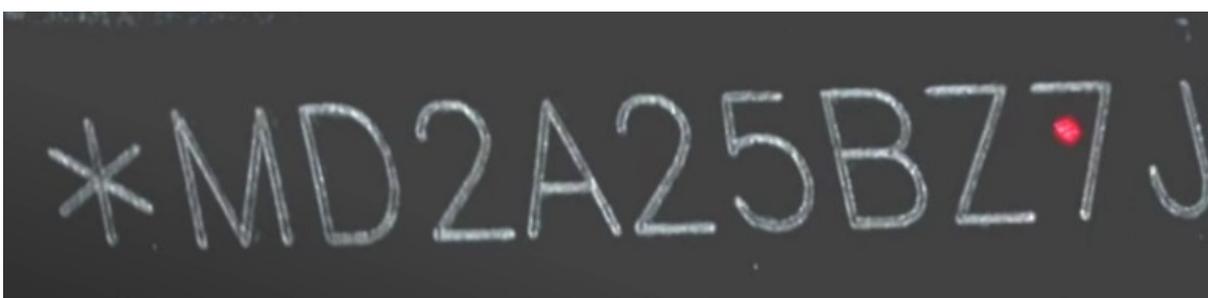


Figura 16 – Marcação a laser. Fonte: Idohmen. <http://idohmen.hu>

#### 4 TIPOS DE ADULTERAÇÃO NO NIV

Veículos automotores são recorrentemente objeto de roubo ou furto, seja para sua posterior comercialização, seja para utilização em outras atividades criminosas, como o tráfico de entorpecentes, contrabando ou a utilização em assaltos. A adulteração de Números de Identificação Veicular, em regra, tem o objetivo de fazer

com que um veículo assuma a identidade de outro, de características análogas, para que possa circular nas ruas sem que se exponha à fiscalização.

A especialização dos criminosos, o fácil acesso a sistemas portáteis de gravação e kits para remarcação de códigos identificadores cujo aspecto do resultado final correspondente às gravações das diferentes marcas e modelos de veículos têm trazido grande qualidade ao processo de adulteração.

Segundo Caccavali (5, adaptado), as designações dos processos de adulteração das gravações do NIV podem ser classificadas como:

a) Ausência do NIV – a numeração é removida por meio do uso de instrumento abrasivo, de percussão ou de corte, com o objetivo de dificultar a identificação do veículo;

b) Regravação - remoção parcial ou total do NIV, em geral por processo abrasivo, para posterior gravação de outro código (figura 17). Por fim, a região é pintada para ocultar os vestígios da operação (figura 18). Esse é um dos processos mais utilizado pelos criminosos para adulteração dos códigos;



Figura 17 – Região da regravação após aplicação de solvente. Notam-se marcas de abrasão e o espelhamento da superfície, denotando a adulteração. Fonte: Autor.



Figura 18 – Regravação – O aspecto do resultado final é muito próximo ao da gravação original. Fonte: Autor.

c) Adulteração simples – um ou mais caracteres sofre a alteração em sua configuração inicial por meio de rebatimento por sobreposição, dando origem à leitura de outro. É o caso da alteração do caractere “3” para “8”, “5” para “6”, “F” para “E”, “P” para “R” e outros;

d) Recobrimento da peça suporte – recobrimento parcial ou total do NIV por massa plástica, estanho, etc., para posterior gravação de outra numeração;

e) Sobreposição por chapa metálica – recobrimento do NIV por chapa metálica (utilizando solda ou material adesivo) com nova gravação de identificação do veículo (figuras 19 e 20);



Figura 19 - Destacamento da chapa sobreposta. Fonte: Autor.



Figura 20 – Sobreposição por chapa metálica. O aspecto final é muito próximo ao da gravação original. Fonte: Autor.

f) Substituição da peça suporte – substituição parcial ou total da região onde se encontra gravado o NIV (figura 21). Também conhecida no meio policial como “transplante” ou “implante”;



Figura 21 – Substituição parcial da peça suporte. A área entre as linhas tracejadas indica degradação na região do cordão de solda. Fonte: Autor.

g) Ocultação da numeração original e regravação em local distinto – remoção da numeração original do chassi e regravação em local distinto (figuras 22 e 23);



Figura 22 – Região do recobrimento após aplicação de solvente. As marcas de abrasão e a massa plástica denotam a adulteração. Fonte: Autor.



Figura 23 – Recobrimento da peça suporte com massa plástica e pintura para regravação em local distinto – resultado final. Fonte: Autor.

h) Remontagem – Aproveitamento de partes do veículo, como monobloco ou chassi, ou partes desses, onde se encontra a gravação original do NIV, para ser remontada em veículo produto de furto ou roubo. Nesse caso, por tratar-se de gravação original, as evidências da adulteração não podem ser identificadas na marcação em si, mas em outros elementos subsidiários.

## 5 PRINCÍPIO DA RESTAURAÇÃO DA GRAVAÇÃO

Quando é feita a gravação no metal por deformação, as alterações no substrato vão além daquelas evidenciadas à vista desarmada. Duas são as zonas resultantes do processo: a zona de deformação elástica (não permanente) e a zona de deformação plástica (permanente) (figura 24a) (1).

Uma obliteração parcial pode parecer completa à vista desarmada, já que, muitas vezes, as limalhas resultantes do processo abrasivo se depositam nas cavidades da gravação (figura 24b). Essa é uma situação em que a simples limpeza da superfície pode permitir ao examinador a recuperação do código original (1).

Quando o processo de obliteração se aprofunda ainda mais, até que a gravação fique completamente invisível, mas a zona de deformação plástica ainda continua presente (figura 24c), a restauração do código poderá ser efetiva usando diferentes técnicas (1), que serão tratadas à frente no presente trabalho.

Cumprir observar que a região afetada penetra por uma considerável profundidade abaixo da reentrância da gravação. Para ligas de aço, a penetração da zona de deformação plástica pode alcançar 6 vezes a profundidade da marcação (6). No trabalho desenvolvido por RICHARD S. TREPTOW (7), foi alcançado sucesso na restauração de códigos suprimidos em até 3,1 vezes a profundidade da marcação, para ligas de aço.

Se a remoção, no entanto, consumir completamente a zona de deformação plástica (figura 24d), a restauração não mais será possível (1). Em regra, os criminosos não chegam a tal profundidade, pois a diminuição expressiva da espessura da chapa e as irregularidades causadas no processo podem trazer um aspecto final grosseiro à regravação fraudulenta. Tendo em vista que as chapas atualmente utilizadas na construção de automóveis têm, usualmente, a ordem de 0,7 mm de espessura, e que a profundidade regulamentar do NIV é de 0,2 mm, a remoção completa da zona de deformação plástica, nos processos de adulteração que mantêm o suporte da marcação, é praticamente inviável, visto que a mesma pode alcançar até 6 vezes a profundidade da gravação.

Ainda que presente a zona de deformação plástica, entretanto, o aquecimento da superfície do metal que cause o rearranjo da estrutura de discordâncias ou sua recristalização impossibilita a recuperação do código original.

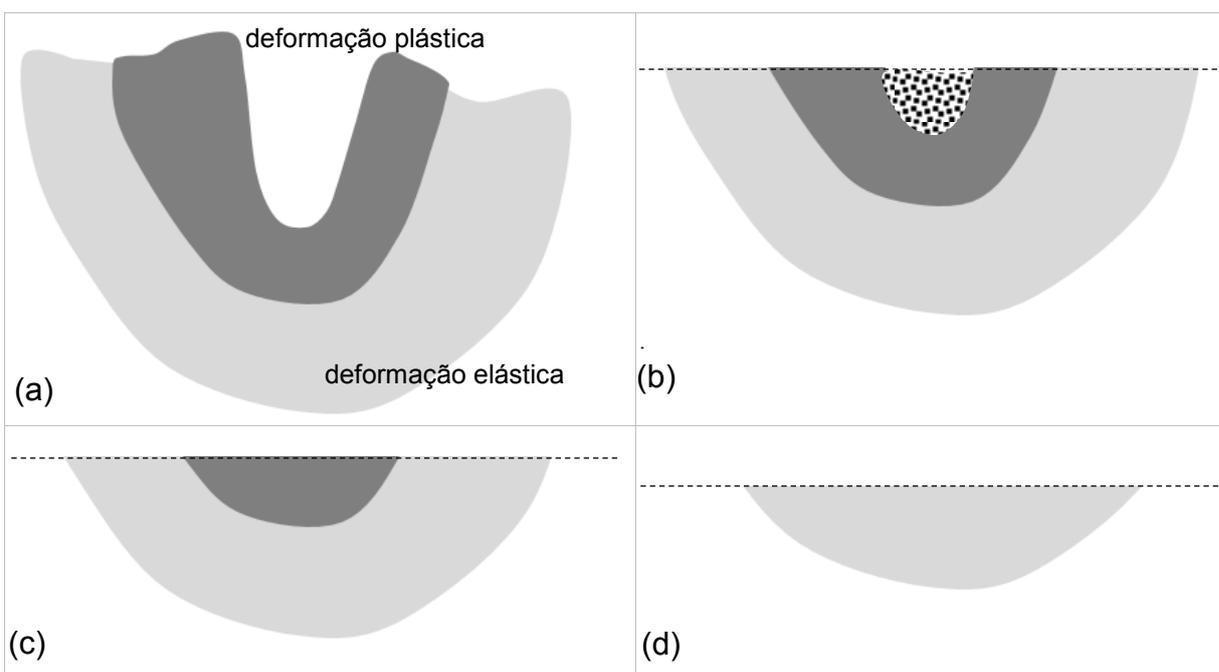


Figura 24 – Corte transversal do código estampado no metal. Fonte: (1, adaptado).

(a) Duas zonas de deformação podem ser observadas: plástica e elástica; (b) Em alguns casos, as limalhas resultantes do processo abrasivo de obliteração se depositam nas cavidades da gravação, tornando-a invisível à vista desarmada; (c) O número obliterado desaparece completamente à vista desarmada, mas a zona de deformação plástica ainda está presente, permitindo ao examinador a utilização de técnicas de restauração; (d) A obliteração se aprofunda além da zona de deformação plástica. A restauração não é mais possível.

As gravações por remoção de material, ao contrário da estampagem a frio, causam pouca ou nenhuma deformação plástica no metal subjacente. Assim, a supressão das marcas costuma ser bastante eficaz (8).

Nas gravações a laser, a quantidade de calor fornecida pelo feixe é capaz de fundir o material, bem como alterar a microestrutura subjacente à gravação, em um fenômeno conhecido como zona termicamente afetada, cuja profundidade varia de 2 a 25 $\mu$ m (8) abaixo da cavidade da gravação. Em decorrência da pouca profundidade da penetração da zona afetada, a recuperação dos códigos suprimidos é frequentemente impraticável.

Na seção a seguir serão tratados alguns dos métodos existentes para recuperação de códigos obliterados em substratos metálicos. RICHARD S. TREPTOW (7) expõe um comparativo de sucesso na revelação, por meio de índices de profundidade de remoção de material (RD – *Removal Depth*), em termos de multiplicadores da profundidade da gravação. A título de exemplo, se a profundidade da gravação é de 0,2 mm e RD igual a 3, houve sucesso na revelação de marcações com até 0,6 mm de remoção de material, ou seja, 0,4 mm abaixo do fundo da reentrância da gravação. A figura 25 ilustra o índice RD. No decorrer da descrição dos métodos será exposto o resultado obtido por Treptow para cada método, quando disponível.

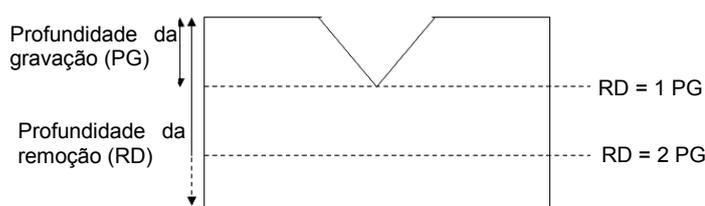


Figura 25 – Índice de profundidade de remoção (RD – *Removal Depth*) em termos de multiplicadores da profundidade da gravação - PG. Fonte: (7, adaptado).

## 6 MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO DA GRAVAÇÃO EM OBJETOS METÁLICOS

A perícia criminal, na maior parte dos casos, se utiliza do ataque químico para revelação de códigos suprimidos em substratos metálicos, em especial pelo baixo custo e facilidade de obtenção dos reagentes. Outros métodos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos, alguns destrutivos, outros não. Os principais são detalhados a seguir.

## 6.1 Métodos destrutivos

### 6.1.1. Ataque químico

O ataque químico é o método mais amplamente utilizado pela perícia criminal para recuperação de códigos obliterados em substratos metálicos. A proposta do processo é criar um contraste visível entre a região afetada e a região não afetada pela marcação.

Na recuperação de códigos suprimidos, o método se apoia no fenômeno da diferenciação na taxa de reação apresentada pelo substrato na aplicação do reagente químico, quando comparadas as áreas afetadas com as não afetadas, tornando os caracteres removidos visíveis em razão da diferença na refletividade da luz (1) (figuras 26 a 29). O uso de reagentes apropriados, ademais, pode revelar elementos como soldas e a adição de componentes não metálicos, como massa plástica.

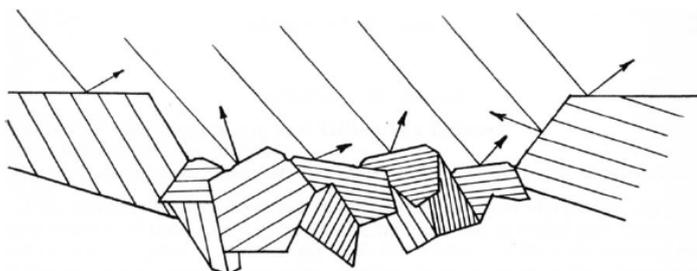


Figura 26 - Luz que atinge uma superfície de metal após o ataque com ácido. A área trabalhada a frio resultante da estampagem do número de série é muito mais perturbada do que o metal circundante. A solução age de maneira diferencial nas faces dos diferentes cristais e ataca os limites de grão diferentemente das outras porções do grão. A luz que atinge essa área é refletida de maneira diferente, resultando em uma imagem da área afetada. Fonte (6).

A composição do reagente depende da liga metálica a ser examinada. A faixa vai desde soluções alcalinas a misturas mais complexas, que resultam em reações de oxidação/redução com o metal. Anos de testes empíricos resultaram em listas de reagentes adequados para cada tipo de liga metálica em estudo (1). Comumente, para ligas de aço, é utilizado o reagente de Fry (90 g  $\text{CuCl}_2$ , 120 ml  $\text{HCl}$ , 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ).

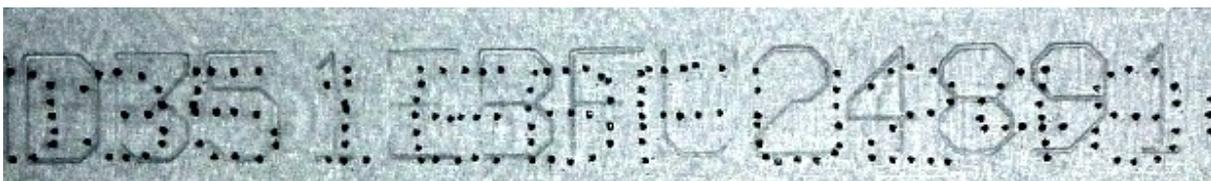


Figura 27 – Em linhas esmaecidas, abaixo da remarcação por pontilhamento (escura), revelação por ataque químico com a utilização do reagente de Fry em gravação primária por *scribing*. Fonte: Autor.



Figura 28 – Em pontos esmaecidos, abaixo da remarcação por pontilhamento (escura), revelação por ataque químico com a utilização do reagente de Fry em gravação primária por agulha. Fonte: Autor.

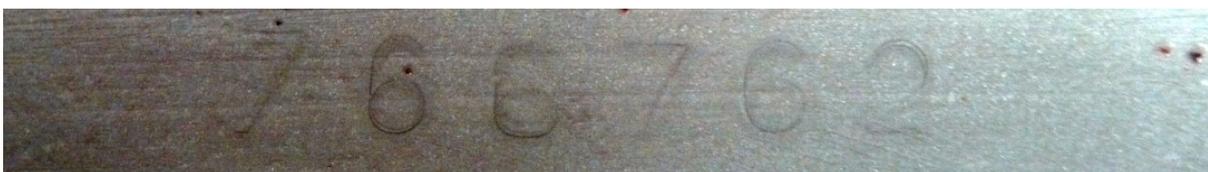


Figura 29 – Revelação por ataque químico com a utilização do reagente de Fry em gravação primária por estampagem. Fonte: Autor.

Não obstante a prevalência da utilização do reagente de Fry pela perícia criminal, no trabalho desenvolvido por Mohd. Azlan Mohd. Zaili, R. Kuppuswamy, Hafizah Harun (8), o reagente composto por 5g de sulfato de cobre, 60 ml de água, 30 ml de hidróxido de amônio concentrado e 60 ml de ácido clorídrico concentrado (5 g  $\text{CuSO}_4$ , 60 ml  $\text{H}_2\text{O}$ , 30 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 60 ml  $\text{HCl}$ ) restaurou caracteres removidos a 0,04 mm sob o fundo da gravação, enquanto o reagente de Fry limitou-se a revelar na profundidade de 0,02 mm.

RICHARD S. TREPTOW (7), em seu estudo, obteve o resultado RD (*Removal Depth*) igual a 3 para ataque químico, com a utilização do reagente de Fry, ou seja, em uma profundidade hipotética de gravação de 0,2 mm, RD igual a 3 indica que haveria sucesso na revelação das marcações com até 0,6 mm de remoção de material, ou 0,4 mm de remoção abaixo do fundo da reentrância da gravação.

### 6.1.2. Ataque eletrolítico

O ataque eletrolítico é uma variação da técnica do ataque químico que envolve a utilização de corrente elétrica no processo. Uma fonte de corrente contínua é conectada ao substrato e ao suabe (um bastão condutor envolto em algodão). No processo, o metal a ser atacado é usado como anodo em um banho eletrolítico de ácido diluído ou outra solução específica. O catodo consiste no suabe, o qual é suavemente esfregado na área que se pretende estudar (1).

Embora existam dispositivos comerciais, como o equipamento Poliraid, desenvolvido pela empresa Gurteq Ensaios Não Destrutivos (<http://www.gurteq.com>) (figuras 30 e 31), a literatura propõe aplicações de baixo custo, com a utilização de baterias convencionais e solução com 50% de ácido clorídrico e 5 gramas de cloreto de amônio cúprico para cada 100 ml de solução (9).



Figura 30 – Polirider.  
Fonte: Gurteq Ensaios Não Destrutivos.

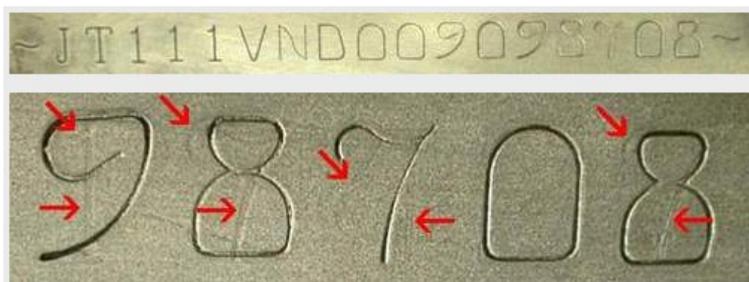


Figura 31 – Revelação por ataque eletrolítico, indicado pelas setas vermelhas.  
Fonte: Gurteq Ensaios Não Destrutivos.

TREPTOW (7), para ataque eletrolítico, obteve o resultado RD (*Removal Depth*) igual a 3,1. Supondo uma profundidade de gravação de 0,2 mm, RD igual a 3,1 indica que haveria sucesso na revelação de marcações com até 0,63 mm de remoção de material.

### 6.1.3. Tratamento térmico

Trata-se de uma técnica especialmente adequada para restauração de números obliterados em ferro fundido (amplamente utilizado em blocos de motores). O sucesso da técnica jaz na presença de tensão residual abaixo da área deformada.

O método consiste na aplicação de calor na área estudada até o metal enrubescer. Como resultado, há o relaxamento das tensões residuais, com a recristalização da estrutura do metal, que permite o surgimento de protuberância na área ao redor da deformação.

Após o aquecimento, a área deve ser suavemente lixada para remover camadas de óxido depositadas sobre os caracteres revelados, apresentando bom contraste (1).

Em geral, o ataque químico em gravações realizadas em ferro fundido não responde bem. Assim, o tratamento térmico com chama de oxiacetileno para restauração do número de motores é recomendado como uma abordagem alternativa. Mais recentemente, relatou-se que o gás metilacetileno-propadieno (MAPP) produz resultados tão bons quanto o aquecimento com oxiacetileno (10).

TREPTOW (7) obteve o resultado RD (*Removal Depth*) menor que 1 para tratamento térmico. O resultado menor que 1 é possível em decorrência da deposição de limalhas resultantes do processo abrasivo da remoção de material, que se assentam nas cavidades da gravação, e que podem torná-la invisível à vista desarmada.

#### **6.1.4. Cavitação ultrassônica**

A cavitação é um processo hidrodinâmico bastante conhecido em hélices de navios e em bombas hidráulicas, que consiste no desgaste por fadiga causado pelo colapso de bolhas de vapor devido à redução da pressão. As bolhas têm alta energia e, após a implosão, tem a capacidade de destruir o metal.

Quando usado como método de restauração de códigos suprimidos, a erosão da superfície do material e a diferenciação do tempo de ocorrência de desgaste são decisivos. A tensão sob a área deformada pela gravação resulta em maior tempo para ocorrência do desgaste (1).

No processo, um transdutor magnetostriativo é usado para gerar vibrações ultrassônicas, que são transmitidas através de uma camada de água para o espécime de metal. Bolhas de cavitação na água ultrassonicamente excitada produzem condicionamento preferencial de fases metálicas (diferentes tipos de metal na liga) ou limites de grão (defeitos na estrutura cristalina), dependendo das propriedades relativas do material (11).

O alto grau de sucesso alcançado na restauração de números e letras estampadas demonstra a viabilidade dessa técnica como uma ferramenta útil de laboratório criminal (figura 32). Esta técnica de restauração tem grandes vantagens em relação aos métodos químicos ou magnéticos, pois não é necessário nenhum tratamento de superfície prévio, como ações com lixa e polimento, e é aplicável a uma variedade de materiais. Além disso, embora apenas a restauração temporária seja possível com muitos dos outros métodos, este método fornece restauração permanente dos caracteres removidos (11).

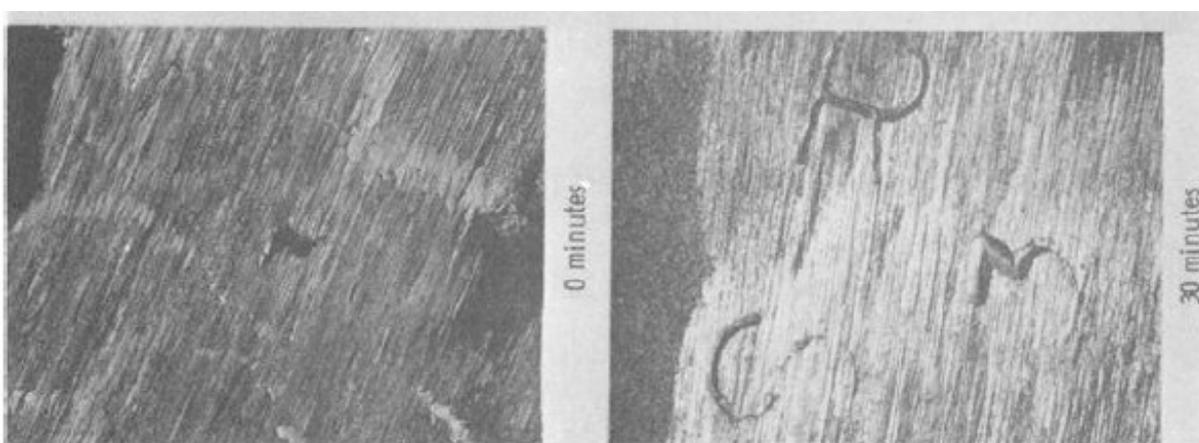


Figura 32 – Peça de aço submetida à cavitação ultrassônica. Fonte: (11).

TREPTOW (7), para cavitação ultrassônica, obteve o resultado RD (*Removal Depth*) igual a 1,4, ou seja, em uma profundidade de gravação hipotética de 0,2 mm, obter-se-ia sucesso na revelação de marcações com até 0,28 mm de remoção de material.

## 6.2. Métodos não destrutivos

### 6.2.1. Sistemas magnéticos

A técnica é derivada da inspeção por partículas magnéticas para identificar defeitos superficiais e próximos da sub-superfície em soldas, tubos e peças ferromagnéticas, sendo um dos métodos não destrutivos mais amplamente utilizados pela indústria.

O método consiste em magnetizar temporariamente a peça em estudo e borrifá-la com finas partículas magnéticas, as quais esboçam o número obliterado, se a restauração for bem-sucedida (7).

O procedimento compreende dispor o substrato entre os componentes da unidade magnética. Como a peça é condutora, basta uma baixa tensão para se obter corrente elétrica elevada. As partículas magnéticas migram na superfície e se acumulam nos pontos onde trincas ou descontinuidades existem, ou naquelas afetadas pela deformação (figura 33).

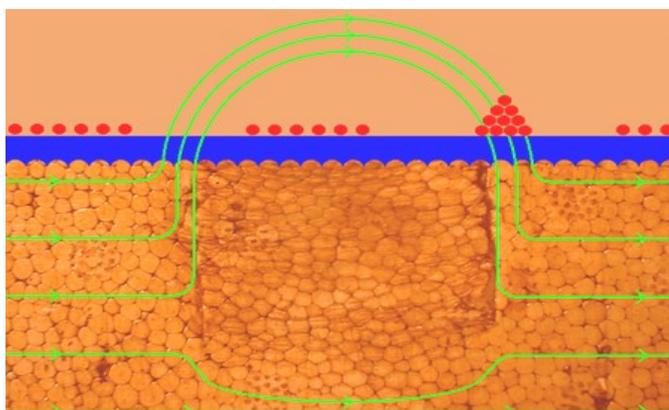


Figura 33 – Representação das alterações no campo magnético e da migração das partículas magnéticas na região da zona de deformação plástica. Fonte: Gurteq Ensaios Não Destrutivos.

Existem diferentes abordagens para simplificar o método e aumentar sua eficiência. Uma delas é o equipamento Magrider, desenvolvido pela empresa Gurteq Ensaios Não Destrutivos (figura 34). Nesse caso, são utilizados ímãs para introduzir um campo magnético na peça analisada. Um líquido indicador é então aplicado na peça em análise, e se concentra nas áreas afetadas pela deformação ou em cordões de solda (figura 35).



Figura 34 – Magrider.  
Fonte: Gurteq Ensaios Não Destrutivos.



Figura 35 – Revelação por partículas magnéticas.  
Fonte: Gurteq Ensaios Não Destrutivos.

Outra abordagem é o sistema desenvolvido pela empresa Regula Forensics (<https://regulaforensics.com/pt>), onde a informação é copiada para uma fita magnética, que é lida por um dispositivo controlado por computador (figuras 36 e 37). Este sistema é usado em vários laboratórios forenses, porém, os custos são bastante elevados. Foram ainda realizados testes em projeto no qual o campo magnético exterior foi medido pela digitalização da superfície com uma sonda de hall (12).



Figura 36 – Dispositivo óptico-magnético de detecção de fraudes em VIN. Fonte: Regula Forensics.



Figura 37 – Revelação pelo dispositivo óptico-magnético. Fonte: Regula Forensics.

TREPTOW (7), para partículas magnéticas, obteve o resultado RD (*Removal Depth*) igual a 1,15, ou seja, em uma profundidade de gravação hipotética de 0,2 mm, haveria sucesso na revelação de supressões com até 0,23 mm de profundidade.

### 6.2.2 Polimento

Visto que a região das marcações removidas da superfície do material apresenta diferentes durezas em comparação com o resto do material, a restauração pode ser bem-sucedida por meio do polimento da peça. Materiais em diferentes fases são removidos em taxas diferenciadas devido à variação da dureza e da taxa de desgaste das fases individualmente (1).

O procedimento prevê inicialmente a remoção de graxas, pintura e sujeira, e em seguida, o polimento com um abrasivo fino, até a obtenção de acabamento espelhado. É necessária atenção para que não se remova excessiva quantidade de metal deformado, do qual o sucesso do método depende (7).

Pode ser utilizado como agente polidor o diamante, devido as suas características de granulometria, dureza, forma dos grãos e poder de desbaste. A alumina também é um ótimo agente polidor, sendo utilizada com concentração de 10% em várias granulometrias. Alguns cuidados que devem ser observados no polimento: a superfície deve estar rigorosamente limpa; escolha adequada do material do polimento; evitar polimentos demorados; evitar fricção excessiva e; evitar pressão excessiva sobre a amostra.

Nos casos de números de série gravados a laser, são relatados casos de sucesso com o polimento, mais uma vez se pautando no fato de que a porção gravada se comporta de maneira diferente do metal virgem que a circunda (13) (figuras 38 e 39).



Figura 38 – Supressão da gravação.  
Fonte: (13)

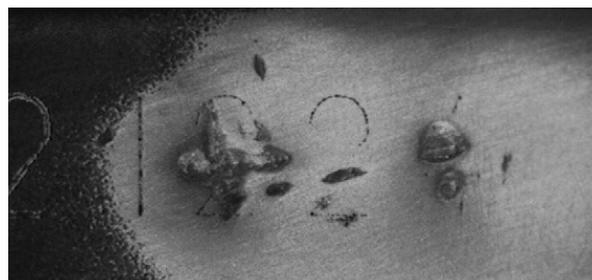


Figura 39 – Revelação por polimento.  
Fonte: (13)

### 6.2.3 Microscopia Eletrônica de Varredura

O microscópio eletrônico de varredura funciona por meio da varredura de uma amostra por uma sonda focalizada de elétrons de energia moderada (1 a 30 keV). Em cada posição do feixe, qualquer um dos vários sinais pode ser coletado, produzindo uma imagem quando o feixe incide sobre a superfície da amostra. Entre estes, em materiais cristalinos, há um sinal de difração de elétrons retroespalhados usado para medir a estrutura atômica na região próxima da superfície (1-10 nm em profundidade). O padrão é coletado em cada posição do feixe e o software o analisa para determinar a orientação cristalográfica do ponto (14).

Softwares comerciais calculam um parâmetro de "qualidade de padrão", que representa o contraste e a nitidez da difração. Fatores materiais que afetam a qualidade do padrão incluem qualquer coisa que impeça a ocorrência de difração de elétrons dentro do volume amostrado pelo feixe de elétrons (14).

Por exemplo, camadas de contaminação, danos na superfície, defeitos, deformação, grãos limites, etc. podem diminuir o parâmetro de qualidade do padrão do seu valor medido em um cristal perfeito. É a variação nesses fatores materiais que leva a outro meio para gerar uma representação da estrutura microscópica dos materiais – o mapa de qualidade padrão, onde intensidades de pixel mais escuras representam menos difração dentro do volume sondado pelo feixe de elétrons. Pode-se usar esta representação para mostrar variações na qualidade da superfície, estrutura e zonas de deformação (14).

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O ataque químico é o método mais amplamente utilizado pela perícia criminal para recuperação de códigos obliterados em substratos metálicos, em especial, pela simplicidade, baixo custo dos materiais, facilidade de obtenção dos reagentes, facilidade na aplicação do método, rapidez e pela elevada taxa de êxito. Traz como desvantagens o fato dos reagentes serem substâncias tóxicas, a efemeridade da revelação, os danos causados à superfície analisada e a necessidade de diferentes composições para os variados tipos de ligas. No Brasil, entretanto, para revelação de NIV em chassis ou monoblocos, o reagente de Fry se aplica à expressiva maioria dos veículos, que têm suas estruturas concebidas a partir de ligas de aço.

O ataque eletrolítico, por sua vez, tem como vantagem a possibilidade de utilização de soluções atóxicas, a simplicidade e rapidez na aplicação do método, a possibilidade de preservação da superfície analisada (a depender da solução utilizada) e a portabilidade do equipamento. Sua utilização em campo, porém, necessita de fonte de energia elétrica, e o equipamento utilizado, bem como a solução, apesar de simples, implicam em custos significativamente mais elevados do que o ataque químico. O resultado da revelação, assim como no ataque químico, é efêmero.

A cavitação ultrassônica é um método bastante mais elaborado do que os anteriores. Traz como principal vantagem a perenidade da revelação, a prescindibilidade de tratamento de superfície prévio, como ações com lixa e polimento, e a aplicação a uma vasta variedade de materiais. Tem um custo inicial elevado, portabilidade limitada e restrita possibilidade de utilização em campo.

Os métodos magnéticos apresentam como vantagem o fato de possibilitarem exames não destrutivos, mas são aplicáveis apenas a metais ferromagnéticos. Sistemas profissionais, como o desenvolvido pela empresa Regula, têm custo inicial bastante elevado. O método, por não alterar o substrato, pode ser aplicado antes dos demais métodos. Utiliza reagentes atóxicos, não exige tratamento prévio do espécime, é rápido e o equipamento, em geral, é leve e compacto.

O tratamento térmico é um método pouco empregado na revelação de NIV, tendo sua aplicação mais voltada para revelação de códigos de motores em blocos de ferro fundido. Sua prática erradica as evidências da gravação, tornando impossível a utilização de qualquer outro método posteriormente.

O polimento, por sua vez, pode ter efetividade quando o processo de supressão não se aprofundou muito, além disso, a literatura relata casos de sucesso na revelação de números de série gravados a laser. O processo é barato e os materiais são portáteis.

Por fim, a microscopia eletrônica de varredura encontra-se em fase de validação laboratorial. Apresenta custos extremamente elevados e nenhuma portabilidade.

Quanto à efetividade dos métodos, RICHARD S. TREPTOW (7), conforme citado nas seções 5 e 6, obteve os seguintes resultados em seus estudos comparativos de sucesso na revelação, por meio de índices de profundidade de remoção de material (RD – *Removal Depth*), em multiplicadores da profundidade da gravação:

- Ataque eletrolítico: 3,1;
- Ataque químico: 3 (reagente de Fry),
- Cavitação ultrassônica: 1,4;
- Partículas magnéticas 1,15;
- Tratamento térmico: <1.

O quadro 1, a seguir, traz um comparativo entre os diferentes métodos de revelação de caracteres suprimidos. As células foram realçadas nas cores verde, amarela e vermelha, no intuito de representar da condição mais favorável à menos favorável.

Quadro 1 – Comparativo entre os métodos de revelação de caracteres suprimidos.

Método	Taxa de êxito	Custo	Dificuldade na Aplicação	Preservação da Superfície	Resultado
Ataque Químico	Alta (RD=3)	Baixo	Baixa	Não	Efêmero
Ataque Eletrolítico	Alta (RD=3,1)	Médio	Baixa	Condicional	Efêmero
Cavitação Ultrassônica	Média (RD=1,4)	Alto	Alta	Não	Perene
Partículas Magnéticas	Média (RD=1,15)	Médio	Baixa	Sim	Efêmero
Tratamento térmico	Baixa (RD<1)	Médio	Média	Não	Efêmero
Polimento	Baixo	Baixo	Baixa	Sim	Efêmero
Microscopia Eletrônica	Baixo	Alto	Alta	Sim	Efêmero

\*RD – Removal Depth (explicitado nas seções 5, 6 e 7).

\*\* Condicional – a depender do reagente utilizado.

Quanto aos processos de gravação, tanto a estampagem, micropercussão e *scribing*, por causarem deformação plástica e alterarem a estrutura cristalina do material, proporcionam facilidade no processo de restauração do código suprimido, desde que ainda presente a zona afetada no substrato. Já as marcações a laser, em decorrência da pouca penetração da zona termicamente afetada, tornam a revelação frequentemente impraticável. O quadro 2, a seguir, traz um comparativo entre os diferentes processos de gravação do NIV.

Quadro 2 – Comparativo entre os processos de gravação do NIV.

	Processo	Princípio físico	Alteração estrutural	Esforço na peça alvo	Resultado da gravação
<b>Estampagem por compressão</b>	Automatizado	Deformação	Deformação Plástica	Médio	Controle aprimorado do ressalto
<b>Estampagem por impacto</b>	Automatizado	Deformação	Deformação Plástica	Alto	Controle regular do ressalto
<b>Estampagem por rolo</b>	Automatizado	Deformação	Deformação Plástica	Baixo	Controle aprimorado do ressalto
<b>Punção</b>	Manual	Deformação	Deformação Plástica	Baixo	Irregular
<b>Micropercussão</b>	Automatizado	Deformação	Deformação Plástica	Baixo	Pontilhado
<b>Escrita mecânica</b>	Automatizado	Deformação Remoção	Deformação Plástica	Baixo	Bordas suaves e contínuas
<b>Laser</b>	Automatizado	Remoção	Zona Termicamente Afetada	Baixo	Uniforme, de alta qualidade

No que se refere aos processos de adulteração praticados pela criminalidade, todos aqueles que mantêm o suporte da gravação do NIV, quais sejam, regravação, adulteração simples, ocultação da numeração original com regravação em local distinto, recobrimento da peça suporte e sobreposição por chapa metálica permitem a revelação dos caracteres suprimidos, contanto que subsista a zona afetada e que a região não tenha sido aquecida até a recristalização do metal.

## **8 CONCLUSÃO**

O presente trabalho trouxe um comparativo entre as técnicas utilizadas pela perícia criminal para recuperação de códigos de chassi suprimidos ou adulterados, com enfoque na efetividade dos métodos, custo, facilidade de aplicação e preservação da superfície analisada.

Para tanto, foram abordados a estrutura moderna do Número de Identificação Veicular, os principais processos empregados pela indústria automobilística para a gravação desse código em substratos metálicos, alguns dos artifícios utilizados pelo crime para supressão dessa gravação e técnicas empregadas pela perícia criminal e desenvolvidas pela academia e por empresas especializadas para a recuperação dos códigos obliterados.

A especialização dos criminosos, o fácil acesso a sistemas portáteis de gravação e kits para remarcação de códigos identificadores específicos para as diferentes marcas e modelos de veículos têm trazido grande qualidade ao processo final de adulteração, exigindo o aprimoramento contínuo da perícia para o desvendamento do crime.

Embora muitas tecnologias venham sendo desenvolvidas ao longo dos anos, o ataque químico com o reagente de Fry, para restauração de Números de Identificação Veicular suprimidos em ligas de aço, permanece ainda como a alternativa mais viável em termos de custo, efetividade e facilidade de aplicação.

## REFERÊNCIAS

- (1) ERIC STAUFFER, MONICA BONFANTI : Forensic Investigation of Stolen-Recovered and Other Crime-Related Vehicles, Academic Press, 08/2006;
- (2) Resolução nº 24 do Conselho Nacional de Trânsito, de 21 de maio de 1998;
- (3) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 6066/09;
- (4) GIACOMO PERSI PAOLI : The Method Behind the Mark, Smal Arms Survey (n1, 12/2010);
- (5) MARCOS CACCAVALI : Manual de Identificação Veicular (17 ed., 08/2008);
- (6) J. I. THORNTON, P. J. CASHMAN: The Mechanism of the Restoration of Obliterated Serial Numbers by Acid Etching (J. Forens. Sci. Soc. 1976, 16, 69);
- (7) RICHARD S. TREPTOW: Handbook of Methods for the Restorations of Obliterated Serial Numbers (Department of Physical Sciences, Chicago State University, 01/1978);
- (8) MOHD. AZLAN MOHD. ZAILI, R. KUPPUSWAMY, HAFIZAH HARUN: Restoration of engraved marks on steel surfaces by etching technique (Forensic Science International 171,2007, 27–32);
- (9) CHARLES A. DAVIS: Restoration of eradicated serial numbers by an inexpensive eletro-acid-etch-method (Journal of Criminal Law, Criminology & Police Science);
- (10) MOHD FARIZON ABDUL WAHAB, NURUL IZWANI MOHAMAD GHANI, R. KUPPUSWAMY: An investigation into the suitability of some etching reagents to restoring obliterated stamped numbers on cast iron engine blocks of cars (Forensic Science International 223, 2012, 53–63);
- (11) S. G. YOUNG: The Restoration of Obliterated Stamped Serial Numbers by Ultrasonically Iduced Cavitation (J Forensic Sci, Oct. 1974, Vol. 19, No. 4);
- (12) BERT WEIMAR, DIRK HERRMANN: A simple magneto-optical method for the restoration of erased markings in metals (Forensic Science International 207, 2011, 119–121).
- (13) LADÁRIO DA SILVA, PAULO ACIOLY MARQUES DOS SANTOS: Recovering obliterated laser engraved serial numbers in firearms (Forensic Science International 179, 2008, e63–e66);

(14) RYAN M. WHITEA, ROBERT R. KELLER: Restoration of firearm serial numbers with electron backscatter diffraction (EBSD) (Forensic Science International 249, 2015, 266–270).