

# **BRASIMET TRD – UM NOVO PROCESSO DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE FERRAMENTAS PARA CONFORMAÇÃO DE METAIS A FRIO (1)**

SHUN YOSHIDA (2)

## **RESUMO**

O processo BRASIMET-TRD, é um novo processo de tratamento térmico de superfície, objetivando redução no desgaste de componentes e ferramentas, submetidas a severas condições de abrasão.

Originalmente desenvolvido no Laboratório Central de Pesquisas da TOYOTA no Japão, na década de 1960, o processo hoje encontra-se largamente difundido pelo mundo, com plantas industriais no Japão, USA, Europa, Canadá, África do Sul, Austrália, e, a partir deste ano, no Brasil.

O processo utiliza um banho de sais fundidos, enriquecido com Vanádio, de maneira a formar camada de Carbetto de Vanádio na superfície da peça através de mecanismo de difusão.

O presente texto descreve o processo, suas características e propriedades físico-químico-mecânicas, bem como descreve alguns casos de sucesso no exterior.

- 
- (1) Trabalho a ser apresentado no SEGUNDO ENCONTRO DA CADEIA DE FERRAMENTAS, MOLDES E MATRIZES, ABM - Assoc. Brasileira de Metalurgia e Materiais, de 21 a 23/09/2004, S.Paulo, SP, Brazil
- (2) Engenheiro Metalurgista, Coordenador de Tratamento térmico de Ferramentas, BRASIMET COM .IND.S.A.

## O PROCESSO BRASIMET-TRD

TRD é a sigla de THERMAL REACTIVE DIFFUSION, ou Difusão Termo-Reativa, e foi desenvolvido na década de 1960, nos Laboratórios da TOYOTA Corp., no Japão.

O processo consiste em formar uma camada, composta de Carbeto de Vanádio (VC), na superfície da ferramenta (ou peça), através de difusão de C.

A figura 1, ilustra esquematicamente o processo.

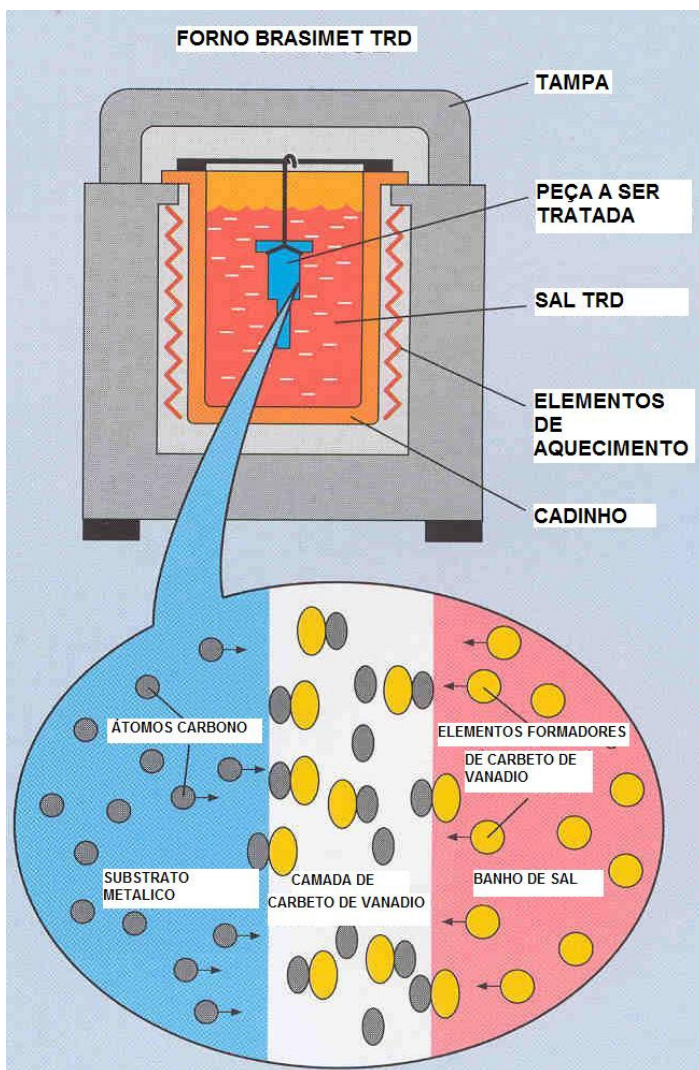


Fig. 1 : representação esquemática do processo BRASIMET-TRD (BRASIMET)

### a. Composição do banho

O banho é composto de Bórax (75%), Pentóxido de Vanádio ( $V_2O_5$ ) como fornecedor do elemento formador do carboneto (20%), e Carbeto de Boro ( $B_4C$ ), como desoxidante (5%).

O carbono que vai formar o carboneto, é proveniente da própria peça (aço), ocorrendo a difusão para a superfície. Uma vez na superfície, há a reação com o Vanádio livre do banho, e ocorre a formação da camada.

A fig. 2 ilustra uma micrografia da camada de VC.

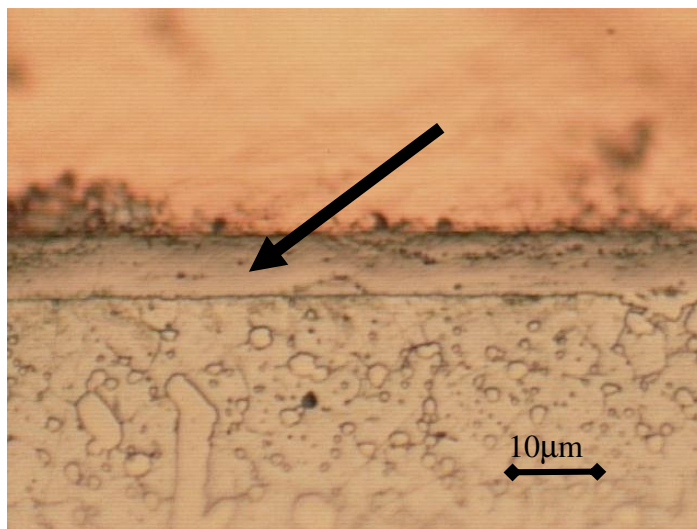


Fig. 2: Camada TRD, composta de VC.  
Aço base: AISI D2  
Espessura:  $8\mu m$   
Dureza  $\sim 4000$  HV (BRASIMET)

### b. Temperatura e parâmetros do processo

A temperatura do processo varia de  $970\text{ }^{\circ}C$  a  $1030\text{ }^{\circ}C$ , em função, principalmente do tipo de aço da ferramenta, e da aplicação a que se destina.

A tabela (1) indica as temperaturas de processo em função do tipo de aço:

<b>AÇO</b>	<b>APLICAÇÃO</b>	<b>TEMPERATURA (oC)</b>
AISI H13	Forjamento a quente	1030 oC
AISI D2	Estamparia Pesada	1030 oC
AISI D6	Ferramental para conformação de cerâmica	970 oC
AISI 1045	Passadores para Tecelagem	950 oC

Tab. 1: Exemplos da temperatura do processo BRASIMET-TRD (1)

Como todo processo controlado por fenômeno de difusão, a espessura da camada é função direta do tempo de imersão. A prática mostra que, para a maioria das aplicações, o tempo de 8 horas é suficiente. Nessas condições, a camada formada varia de 6 a 8  $\mu\text{m}$ , para aços ferramenta alta liga, e até 15  $\mu\text{m}$  para aços carbono.

Aplicações especiais, como por exemplo, elementos de bombas submetidas a elevadas solicitações a abrasão pura, podem receber camadas de maior espessura, bastando para isso, aumentar o tempo de imersão.

### **c. Fluxograma do processo completo**

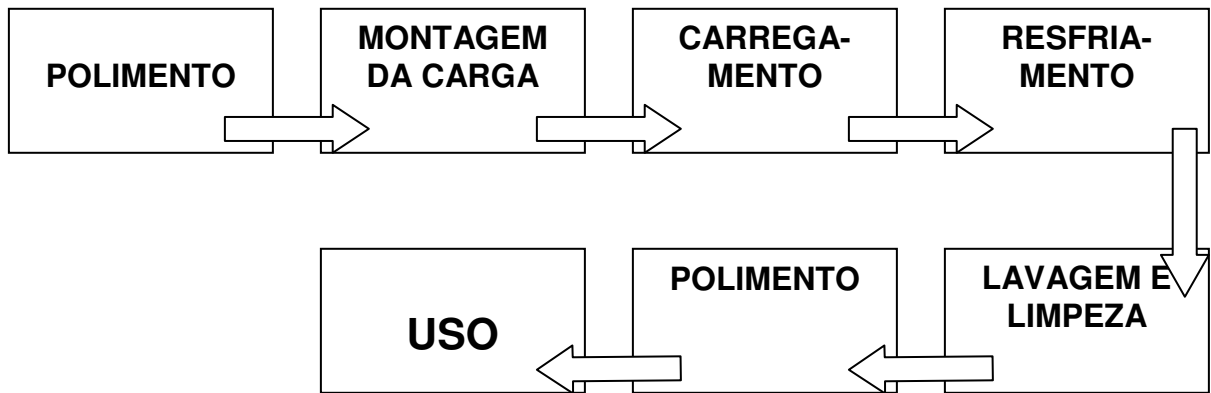
Conforme mostra a tabela (1), as temperaturas reinantes no processo Brasimet-TRD, estão exatamente na faixa de austenitização (ou até superior) para a maior parte das aplicações.

Isso significa que o processo permite, ao mesmo tempo em que se forma a camada, que o núcleo seja completamente austenitizado, conseqüentemente, temperando no resfriamento subseqüente.

O fato de possibilitar tempera subseqüente à formação da camada, implica também que o processo induz DISTORÇÕES DIMENSIONAIS, inerentes ao

processo de tempera. Assim, em função da criticidade do quesito Precisão Dimensional, dividimos o processo em dois grupos, como segue.

Processo 1: peças com baixa solicitação à compressão (ou apenas a desgaste por abrasão) e baixa precisão dimensional:



Aplicação do Processo 1:



***Componentes para extrusão de resinas***

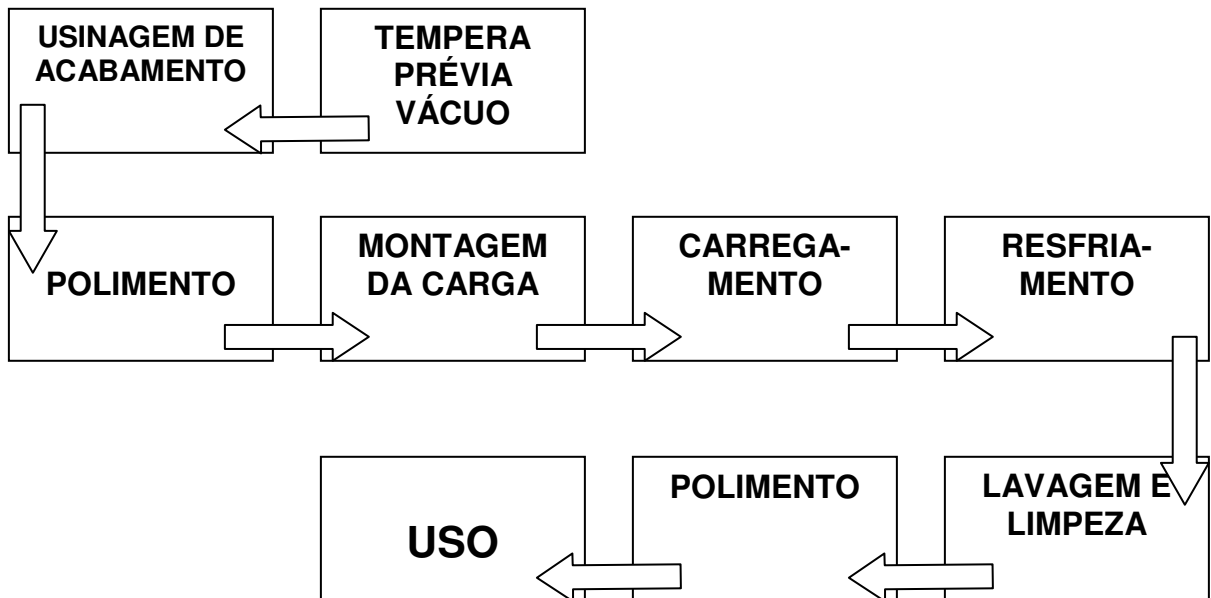
Fig. 3 – Exemplo de aplicação do processo TRD Brasimet em componentes para ferramentas (ARVIN TD CENTER)



***Rolos para trefilação de cobre***

Fig. 4 – Exemplo de aplicação do processo TRD Brasimet em FERRAMENTAS (ARVIN TD CENTER)

Processo 2: aplicações com requisitos dimensionais SEVEROS.



A **TEMPERA PRÉVIA**, visa condicionar a microestrutura, de modo a manter as distorções dimensionais dentro das tolerâncias de projeto.

É recomendado o uso de tempera em vácuo, devido aos riscos de descarbonetação e corrosão superficial.

A prática mostra que anéis de conformação em aço AISI D2, com diâmetro externo da ordem de 400 mm, sofrem distorções dimensionais da ordem de CENTÉSIMOS DE MILÍMETROS, se forem submetidas ao ciclo adequado (fonte: TEIKURO CORP.).

## Aplicação do Processo 2:



Fig. 5 Aplicações do processo TRD  
Ferramentas de conformação a Frio  
(TEIKI IRO CORP)

Existe ainda uma variação destes processos, que envolve a necessidade de maior resistência mecânica do substrato. Nessa situação, um novo ciclo de tempera a vácuo é aplicado após o processo TRD. Um exemplo clássico da aplicação desta terceira opção é em ferramentas confeccionadas em aços rápidos.

### **PROPRIEDADES DO PROCESSO BRASIMET-TRD**

Basicamente, a camada VC formada tem espessura variando de 5 a 15  $\mu\text{m}$ , com durezas sempre superiores a 4000 HV.

Por ser uma camada formada por difusão, e não um revestimento, a aderência da camada é elevada, sendo pouco susceptível à “desplacamento”, que é um fenômeno comum em camadas aplicadas, p.ex., pelo processo PVD.



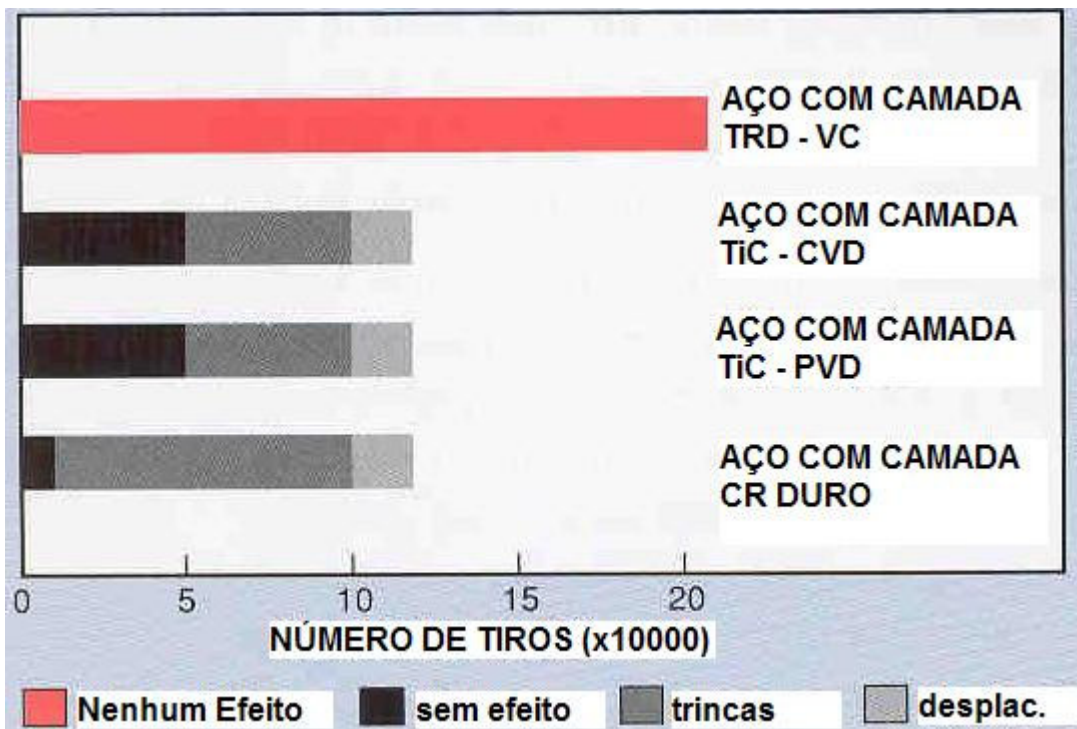
As figuras 6 e 7 ilustram ensaios conduzidos nos laboratórios da Toyota no Japão, testando duas das propriedades mais importantes das camadas TRD, a ADERÊNCIA DA CAMADA, e a RESISTENCIA A DESGASTE.

A ADERÊNCIA DA CAMADA, traduzida por RESISTÊNCIA A DESPLACAMENTO, é um propriedade importante das camada superficiais, pois de nada vale uma camada altamente resistente a desgaste, se ela “desplaca” em trabalho, particularmente nos processos de estamparia.

A fig. 6 mostra a superioridade das camadas VC conferidas pelo processo TRD, em comparação com diversos tipos de camadas mais comuns, usadas para prevenir o desgaste de ferramentas. Na figura, nas condições do ensaio, a camada TRD-VC, supera 20000 ciclos de flexão, contra, p.ex., 5000 ciclos obtidos com camada TiC-CVD (antes de surgirem trincas).

A fig. 7 ilustra a resistência a desgaste

#### PROPRIEDADE 1 – ADERÊNCIA DA CAMADA

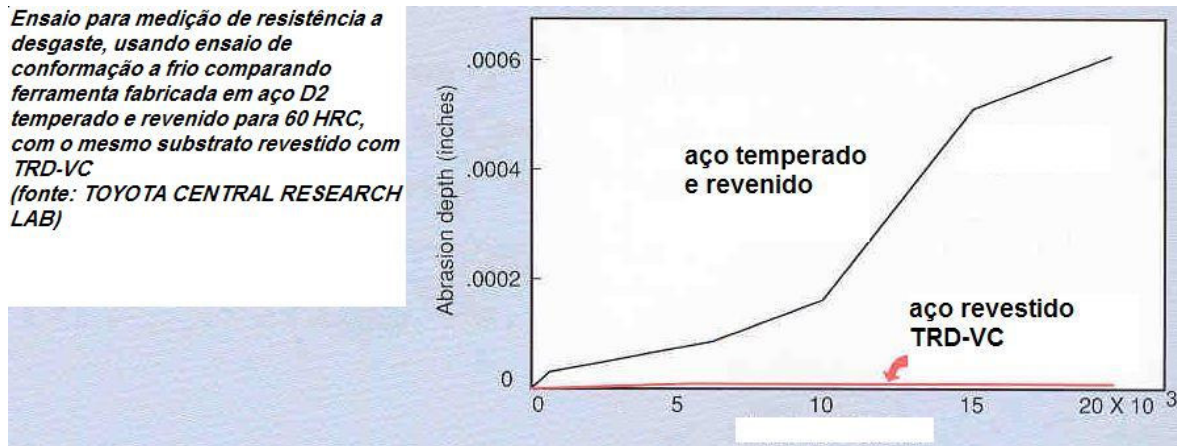


**Fig. 6: Resistencia à “desplacamento” de camadas, medida por ensaio de Flexão.**  
(fonte: Toyota Central Research Lab)



## PROPRIEDADE 2 – RESISTÊNCIA A DESGASTE

*Ensaio para medição de resistência a desgaste, usando ensaio de conformação a frio comparando ferramenta fabricada em aço D2 temperado e revenido para 60 HRC, com o mesmo substrato revestido com TRD-VC  
(fonte: TOYOTA CENTRAL RESEARCH LAB)*



**Fig. 7: Resistência à desgaste de camadas, medida por ensaio de conformação a frio.  
(fonte: Toyota Central Research Lab)**

## RESULTADOS PRÁTICOS



Fig. 8: Matriz de conformação de chapas a frio.  
Aço AISI D2  
Tempera: 58/60 HRC  
Camada: VC

Resultados:  
ANTES DO TRD: 4200 peças e sofria riscamento  
APÓS TRD: 128300 peças SEM riscamento  
(Fonte: ARVIN TD CENTER)

## LIMITAÇÕES DO PROCESSO

O processo é basicamente limitado por duas variáveis principais:

1. aço do substrato: o teor de C do aço do substrato deve ser superior a 0,35 %. Em algumas aplicações, como, por exemplo, matrizes para conformação Hot UPSET, podem ser enriquecidas em C na superfície, antes do processo TRD.
2. Ferramentas com elevada precisão dimensional: particularmente calibradores, e ferramentas para injeção plástica, apresentam problemas sérios na aplicação do processo, devido à tolerância dimensional muito apertada.

## **OUTROS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO PROCESSO**

As figuras a seguir apresentam exemplos de aplicação do processo TRD, que tiveram sucesso, em comparação com outros processos usados para prevenir o desgaste.

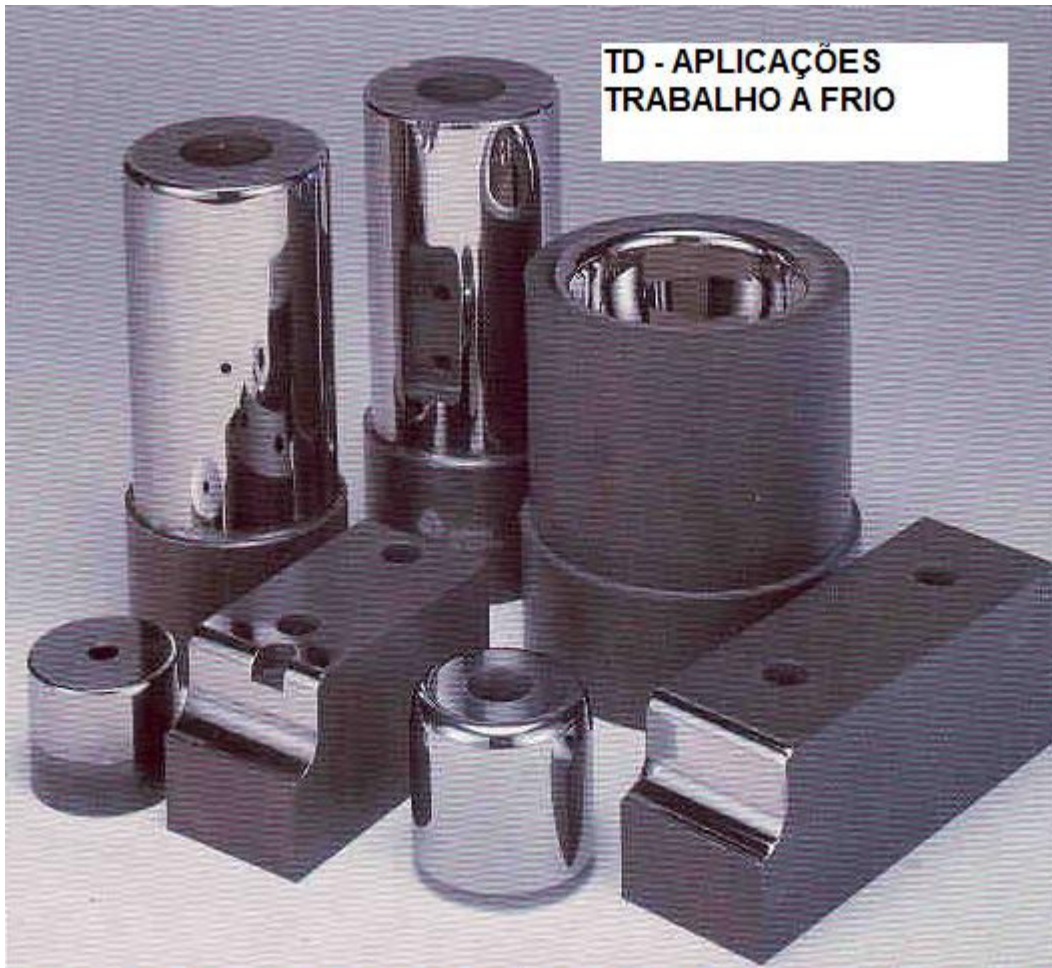


Fig. 9: Alguns exemplos de ferramentas para trabalho a frio, que foram tratadas com o processo TRD (Fonte: ARVIN TD CENTER)

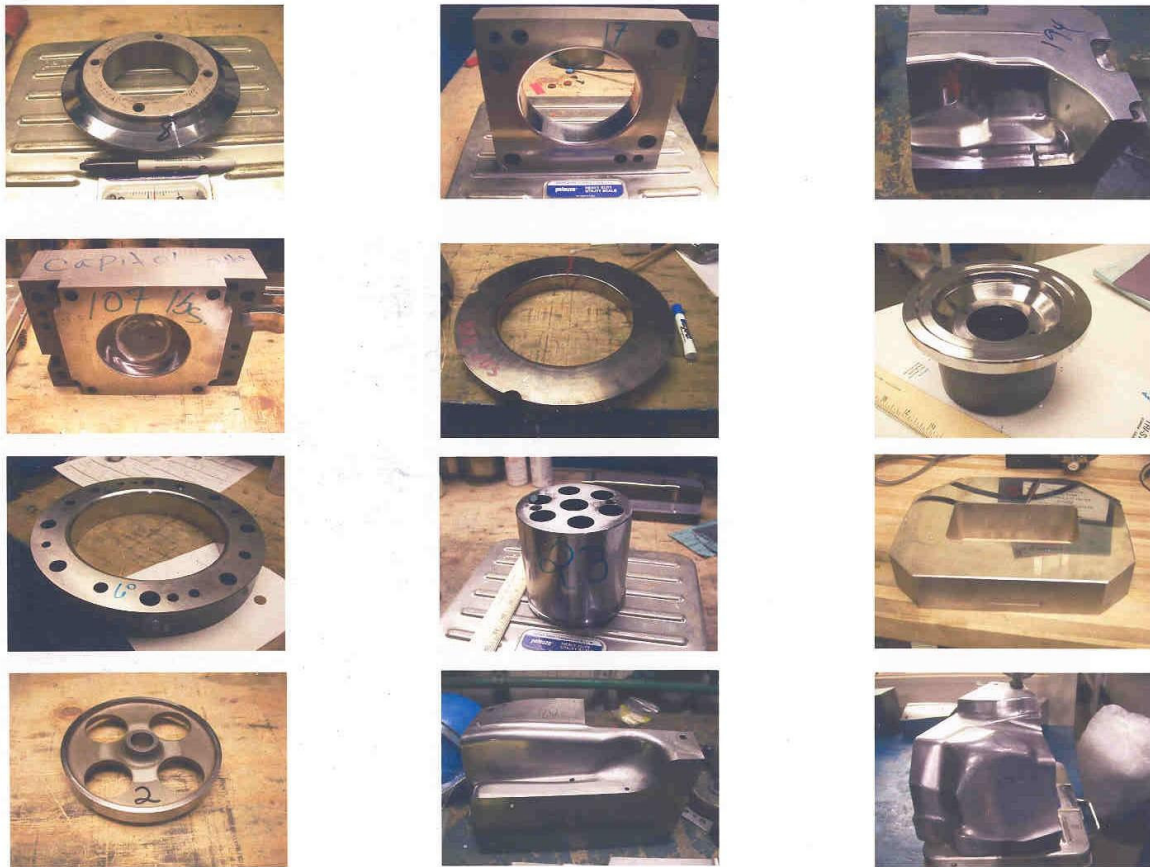


Fig. 10: Alguns exemplos de ferramentas para conformação a frio, que foram tratadas com o processo TRD. (Fonte: TEIKURO CORP.)

## BIBLIOGRAFIA

- (1) ARAI, TOHRU, METALS HANDBOOK, Vol.4, 10<sup>a</sup>. ed., ASM
- (2) Informativo técnico ARVIN TD CENTER
- (3) ARAI, TOHRU, TD KNOW HOW BOOK, TOYOTA CRDL, Japan
- (4) Relatório Técnico – BRASIMET COM. IND. S.A.