



# AÇO PARA MOLDES PLÁSTICOS COM 40 HRC E ELEVADA USINABILIDADE - VP ATLAS<sup>1</sup>

José Britti Bacalhau<sup>2</sup>  
Celso Antonio Barbosa<sup>3</sup>

## Resumo

Na conformação de plásticos de alto desempenho, cuja demanda cresce continuamente no setor automotivo, é necessário aços com elevada resistência ao desgaste abrasivo e excelente polibilidade. O aço DIN 1.2711 e suas modificações, assim como o aço AISI H13 são materiais encontrados no mercado que atendem tais necessidades, porém não foram projetados especificamente para essa aplicação. Por outro lado, moldes fabricados no tradicional AISI P20, não resistem ao desgaste abrasivo do processamento de plásticos reforçados. O presente trabalho discute as características de um novo aço projetado especificamente para moldes plásticos de alto desempenho, denominado VP Atlas. O aço possui elevada resistência ao desgaste, garantida pela sua maior dureza (40 HRC), e superior usinabilidade em relação ao DIN 1.2711, podendo inclusive ser usinado no estado temperado e revenido, o que geralmente não ocorre com o aço AISI H13. Os resultados da avaliação desse novo aço em relação a polibilidade, usinabilidade e resposta a nitretação são apresentados nesse artigo. Devido à boa combinação de propriedades de manufatura do aço VP Atlas, esse produto se torna uma interessante opção para o aumento da competitividade das ferramentarias e usuários finais de moldes plásticos.

**Palavras-chave:** Aço para moldes plásticos; Usinabilidade; 40 HRC; VP Atlas.

## PLASTIC MOLD STEEL WITH 40 HRC AND HIGH MACHINABILITY – VP ATLAS

### Abstract

On the high-performance plastics shaping, which demand continually grows in the automotive segment, it is necessary steels with high abrasive wear resistance and excellent polishability. The steel DIN 1.2711 and its modifications, as well as AISI H13 are materials in the market that meet these needs, but they were not specifically designed for this application. On the other hand, molds manufactured with the traditional AISI P20, do not resist the abrasive wear of reinforced plastics shaping. This paper discusses the features of a new mold steel specifically designed for high-performance plastics, named VP ATLAS. The steel has high wear resistance, due its 40 HRC of hardness, and superior machinability than DIN 1.2711. VP Atlas can even be machined on the quenched and tempered condition, which usually does not occur with AISI H13. The results of the new steel regarding polishability, machinability and response to nitriding are presented in this article. The good manufacturing properties of VP Atlas become this product, an interesting option to increase the competitiveness of toolings and plastic molds end users.

**Key-words:** Plastic mold steel; Machinability; 40 HRC; VP Atlas.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 10º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, 8 a 10 de agosto de 2012, São Paulo, SP.

<sup>2</sup> Engenheiro de Materiais, membro da ABM, Pesquisador da Villares Metals S.A, e-mail: jose.bacalhau@villaresmetals.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro Metalurgista, membro da ABM, Diretor de Tecnologia e P&D da Villares Metals S.A, e-mail: celso.barbosa@villaresmetals.com.br



## 1 INTRODUÇÃO

O uso de materiais poliméricos vem conquistando com o passar dos anos novos campos de aplicações, e substituindo com sucesso muitos componentes que tradicionalmente eram fabricados em materiais metálicos.<sup>(1)</sup> Atualmente muitas peças de veículos, eletrodomésticos, utensílios domésticos, da construção civil, e as embalagens são fabricados em plásticos. A Figura 1 exemplifica a grande versatilidade de aplicações dos materiais poliméricos e seu consumo porcentual por setor de mercado.

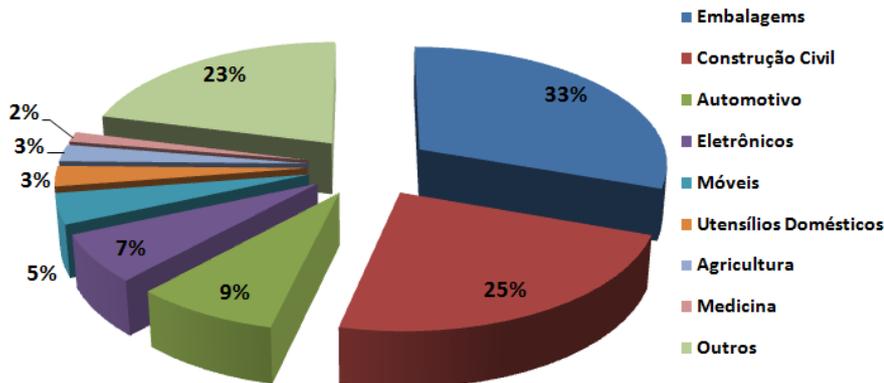
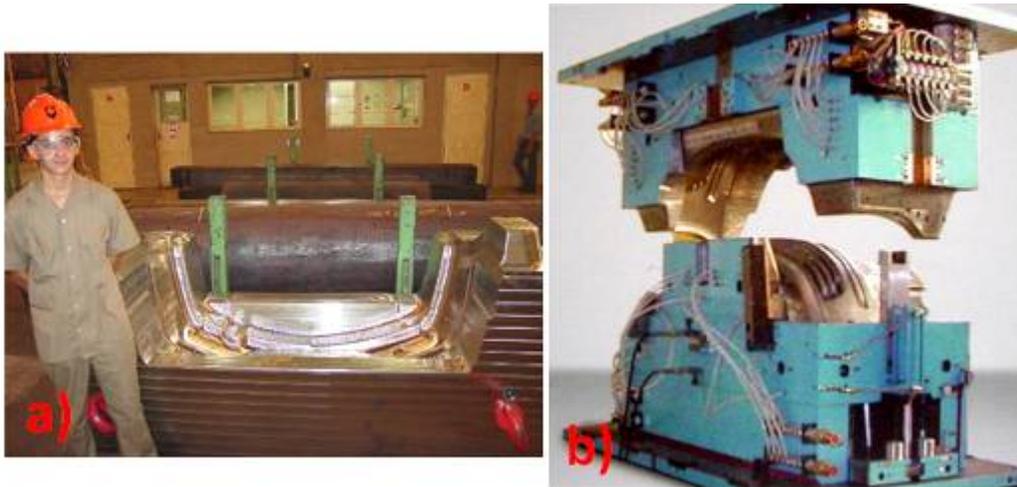


Figura 1. Consumo europeu de materiais plásticos em 2007.<sup>(2)</sup>

O intensivo aumento na produção e consumo de peças fabricadas em materiais plásticos influenciou fortemente o mercado de aços para moldes e matrizes, já que é necessária a sua manufatura para a conformação dos polímeros através dos processos de fabricação tais como: injeção, extrusão, sopro, entre outros.

O setor automotivo é o que mais demanda moldes e matrizes para a fabricação de suas peças, sendo que mais de 80 % dos moldes fabricados na Alemanha são empregados direta ou indiretamente no setor automobilístico.<sup>(3)</sup> Além disso, esse ramo industrial é o que manufatura as ferramentas de maiores dimensões como os grandes moldes para a injeção de pára-choques, painéis, colunas e pára-lamas. A Figura 2 apresenta fotos de moldes para injeção de pára-choques.



**Figura 2.** Moldes para injeção de pára-choques: a) Apenas a cavidade do molde, b) Molde montado com seus componentes. Fotos cortesia: Villares Metals S.A.

Podem ser mencionados os aços AISI P20 (DIN 1.2311), DIN 1.2738 (AISI P20 com adições de Ni) e DIN 1.2711 como as principais matérias primas fornecidas às ferramentarias para a fabricação de moldes plásticos.<sup>(3-5)</sup> Normalmente os fabricantes de aço já fornecem esses produtos em blocos previamente beneficiados via têmpera e revenimento, sendo que os aços 2311 e 2738 são tratados termicamente para a faixa de dureza entre 30 a 34 HRC, e o 2711 entre 38 HRC a 42 HRC.<sup>(6,7)</sup>

## 1.1 Moldes de 40 HRC e o Aço VP Atlas

A dureza é uma das propriedades mais comumente medida e controlada em moldes para plásticos, sendo um indicativo direto da resistência mecânica do material. Porém, o efeito da dureza no desempenho depende do tipo da aplicação do aço ferramenta.

No caso específico de moldes para plásticos, os aços utilizados tradicionalmente trabalham com dureza em torno de 30 HRC, por apresentar uma boa combinação de propriedades sem prejudicar a manufatura do molde em termos de dificuldade de usinagem. Por outro lado, conceitos mais modernos de projetos de moldes, com seções mais delgadas, aumento da velocidade de produção das peças plásticas e maiores requisitos de polibilidade e resistência ao desgaste fez com que esta indústria voltasse a aços com maiores durezas, na faixa de 40 HRC. Dificuldades surgem destas novas exigências da indústria, em termos dos processos de usinagem que mesmo com máquinas e tecnologias modernas, são muito mais complexos devido à maior dureza (e, portanto, maior resistência) oferecida pelo aço em questão.

Neste sentido, a Villares Metals iniciou há alguns anos o desenvolvimento de um aço específico para moldes plásticos, considerando os requisitos desta aplicação, elevando o patamar de dureza para 40 HRC e, além disso, melhorando a usinabilidade e a resposta a tratamentos superficiais. Este novo aço foi denominado VP Atlas. Ele não pertence a nenhuma classe padronizada de aços, porém é indicado em substituição aos aços pré-endurecidos para 40 HRC, como o DIN 1.2711 e suas versões modificadas. Com uma composição química otimizada, associada a processos metalúrgicos especiais de fabricação, o aço VP Atlas apresenta boa usinabilidade no estado beneficiado sem alterar as propriedades de



polimento e texturização do molde, alta uniformidade de dureza em toda secção transversal da peça, excelente nitretabilidade e alta reprodutibilidade de desempenho. Detalhes de tais propriedades são descritas no item 3 desse trabalho.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para efeito de caracterização das propriedades dos aços DIN 1.2711 e VP Atlas, ambos beneficiados para 40 HRC, as seguintes avaliações foram realizadas:

### 2.1 Nitretação a Plasma

Os aços foram nitretados em um forno de nitretação a plasma da marca Rübigin. O ciclo de nitretação realizado foi a 52 °C por 8 h, com atmosfera gasosa composta de 70% de N<sub>2</sub> e 30% de H<sub>2</sub>, para a formação de camada branca. A caracterização dos materiais nitretados em relação principalmente as durezas superficiais atingidas, e a profundidade de camada foi conduzida conforme norma DIN 50190.

### 2.2 Usinabilidade em Fresamento

Os ensaios de usinabilidade em fresamento tiveram por finalidade avaliar o volume de material removido em relação ao desgaste de flanco da ferramenta de corte. O fresamento foi realizado em um centro de usinagem da marca Hermle modelo C600U, no Centro de Competência em Manufatura (CCM – ITA). A estratégia de usinagem realizada foi a de passes paralelos, utilizando apenas ar comprimido como meio de refrigeração. O critério empregado de final de vida da ferramenta de corte foi o de desgaste de flanco de 0,25 mm. A Tabela 1 aponta as características da ferramenta de corte (insertos) e os parâmetros de usinagem empregados.

**Tabela 1.** Parâmetros utilizados nos ensaios de usinabilidade em fresamento

<b>Centro de Usinagem C 600 U - Hermle</b>	
Material Usinado	Blocos de 80 x 80x 200 mm
<b>Ferramenta Sandvik</b>	
Ferramenta Toroidal	R300-25T12-10M
Diâmetro	25 mm
Número de dentes	3
<b>Inserto de metal duro com cobertura de Ti(C,N) - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - TiN</b>	
Raio do inserto	5 mm
Pastilha	R300-1032M-PH 4230
<b>Parâmetros de Corte - Concordante</b>	
Velocidade de corte	200 m /min
Avanço	0,23 mm /dente
Profundidade de corte axial	0,5 mm
Profundidade de corte radial	10 mm

### 2.3 Avaliação da Polibilidade

A polibilidade foi realizada apenas no aço VP Atlas de acordo com o *know-how* do polidor especializado da empresa PKW localizada em Indaiatuba – SP. O polimento efetuado foi objetivando o grau espelhado.



## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os aços para moldes são frequentemente nitretados para proporcionar uma maior resistência ao desgaste e, também, para otimizar a resposta ao polimento pelo aumento da dureza superficial. Desta forma, um dos itens considerados no desenvolvimento do aço VP Atlas foi a sua resposta ao tratamento de nitretação que, como mostra a Figura 3, é consideravelmente superior a dos aços convencionais. Por exemplo, a dureza superficial do aço VP Atlas é da ordem de 850 HV, enquanto apenas 550 HV são observados no aço DIN 1.2711. Isso se deve ao fato do específico balanceamento de composicional do VP Atlas, especialmente em relação aos teores dos elementos Cr e Si, que fortemente contribuem com a nitretação dos aços.<sup>(8)</sup>

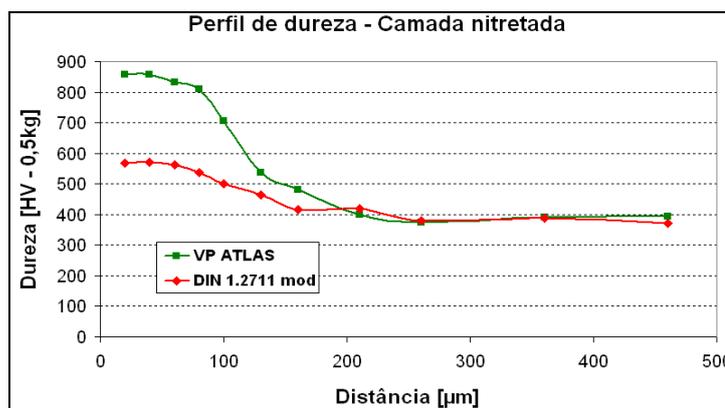
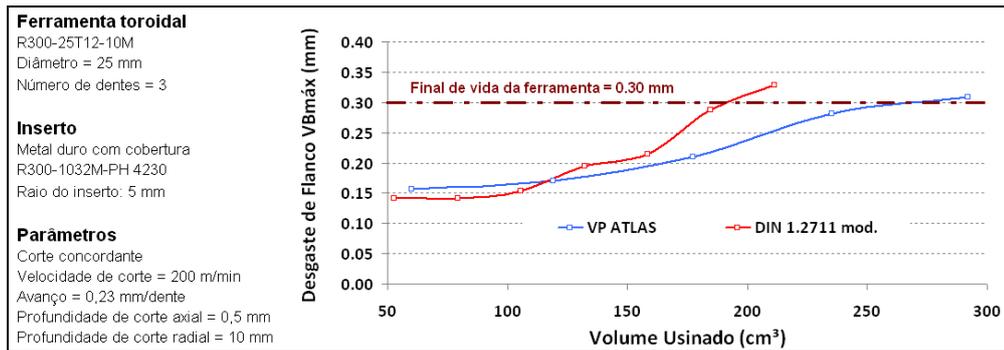


Figura 3: Resposta a nitretação do aço VP ATLAS, em relação ao aço DIN 1.2711.

Um dos aspectos mais importantes de um aço para as ferramentarias, referem-se a manufatura dos moldes, em termos dos processos de usinagem. Esta etapa é extremamente complexa e, normalmente, compõe a maior parcela dos custos totais de fabricação de um molde. Assim, ela está diretamente relacionada à competitividade do molde produzido.

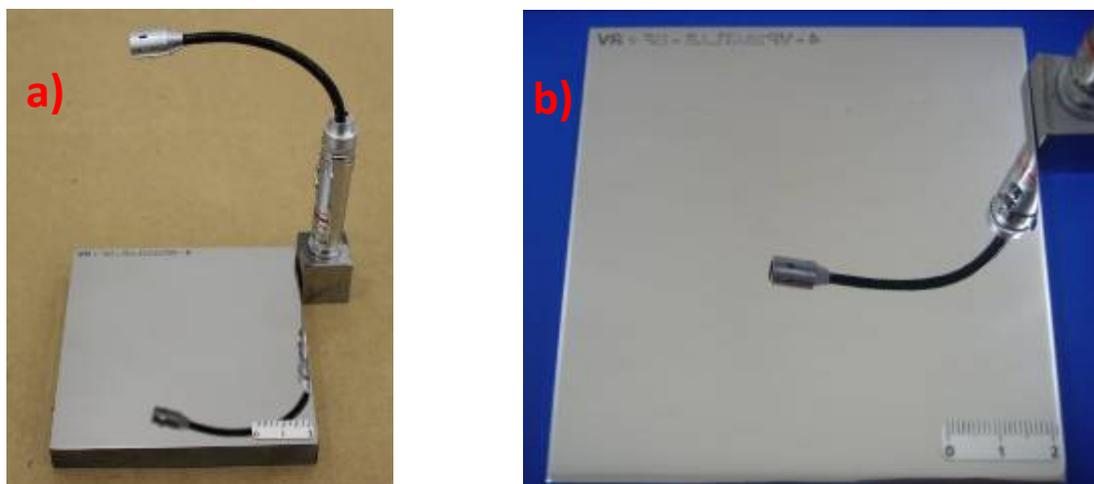
Os estudos de usinabilidade em fresamento, Figura 4, que foram realizados apontaram uma superior usinabilidade do aço VP Atlas em relação ao tradicional DIN 1.2711. Foi verificado um superior volume de material usinado para um desgaste fixo da ferramenta de corte (0,30 mm). Isso ocorreu, pois o aço VP Atlas possui elevada homogeneidade de dureza e microestrutural em toda secção transversal de blocos produzidos nesse aço, assim, a presença de pontos duros na estrutura desse aço foi minimizada, aumentando sua usinabilidade.

Em termos práticos, isto pode ser convertido em um menor consumo de ferramentas de corte, menores dificuldades no processo de furação profunda e na utilização de superiores parâmetros de usinagem: em resumo, numa maior produtividade e na redução dos custos de manufatura dos moldes.



**Figura 4.** Teste comparativo de usinabilidade entre os aços VP Atlas e o DIN 1.2711 modificado.

Os ganhos em usinabilidade não poderiam impactar na polibilidade do VP Atlas, assim essa propriedade também foi avaliada. O resultado obtido foi considerado como excelente pelo polidor especializado, sem observação de defeitos de polimento tipo “casca de laranja” ou pites de polimento (denominado na prática pelo termo tecnicamente incorreto de porosidades) (Figura 5).



**Figura 5.** Polibilidade aço VP Atlas. a) Lanterna posicionada ao lado de uma placa polida; b) Detalhe do reflexo da lanterna.

## 4 CONCLUSÕES

- O aço VP Atlas apresentou superior usinabilidade em fresamento que o aço DIN 1.2711, sem que houvesse prejuízos em sua polibilidade.
- A dureza superficial da camada nitretada do aço VP Atlas é mais elevada que a do DIN 1.2711. Consequentemente uma maior resistência ao desgaste abrasivo da superfície de moldes nitretados desse novo aço será obtida.
- Devido à boa combinação de propriedades de manufatura do aço VP Atlas, esse produto se torna uma interessante opção para o aumento da competitividade das ferramentarias e usuários finais de moldes plásticos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o Centro de Serviço de Tratamentos Térmicos – CSTT da Villares Metals, pela realização das nitreções a plasma, a empresa PKW por avaliar a polibilidade do VP Atlas e ao Centro de Competência em Manufatura – CCM-ITA, pelos ensaios de usinabilidade.



## REFERÊNCIAS

- 1 GEHRICKE, B.; SCHRUFF, I. Trends in Plastic Mould Steel Applications. In: JEGLITSCH, F.; EBNER, R. LEITNER, H. (org.). INTERNATIONAL CONFERENCE ON TOOLING, 5.,1999, **Proceedings...** Leoben: University of Leoben, 1999. p.83-92.
- 2 KONSTRUKTIONSBÜRO JAKOB. Disponível em: <<http://www.gojakob.de/>>. Acesso em: 1 mar. 2012.
- 3 HIPPENSTIEL, F. et al. **Handbook of Plastic Mould Steels**. Wetzlar: Edelstahlwerke Buderus AG, 2004. 328p.
- 4 VETTER, P.; HIPPENSTIEL, F. A new pre-hardened plastic mould steel as a tailored solution for large moulds. In: ROSSO, M; GRANDE, M. A. UGUES, D. (ed.) INTERNATIONAL CONFERENCE ON TOOLING: Tooling materials and their applications from research to market, 7., 2006, Turin, Italy. **Proceedings...** Turin: Politecnico di Torino, vol. 1, May 2006. p.317-324.
- 5 CORRE, S. et. al. Development of a new pre-hardened mold steel with improved machining, welding, polishing and conducting capacities. In: JEGLITSCH. F.; EBNER, R.;LEITNER, H. (ed.). INTERNATIONAL CONFERENCE ON TOOLING, 5.,1999, **Proceedings...** Leoben: University of Leoben, 1999. p.677-683.
- 6 VILLARES METALS S.A. **Ficha técnica do aço VP20ISO**. Disponível em <[www.villaresmetals.com.br](http://www.villaresmetals.com.br)>. Acesso em: 1 fev. 2012.
- 7 VILLARES METALS S.A. **Ficha técnica do aço N2711M**. Disponível em <[www.villaresmetals.com.br](http://www.villaresmetals.com.br)>. Acesso em: 1 fev. 2012.
- 8 Bacalhau, J. B.; Salvo, J. G. J.; Barbosa, C. A. Correlação entre a composição química de aços ferramenta para trabalho a quente e a camada nitretada obtida após nitretação a plasma. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM, 66. 2011, São Paulo.. **Anais...**, São Paulo: ABM, p. 2856-2866, 2011