

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS AÇOS VP50 IM[®] E DIN 1.2711

Rafael Agnelli Mesquita ^{a)}
David Delagostini Jarreta ^{b)}
Celso Antonio Barbosa ^{c)}

A crescente utilização de produtos plásticos torna a cadeia de moldes cada vez mais importante. O presente trabalho busca comparar os aços VP50IM e DIN 2711, comumente empregados em moldes para plástico em que durezas de 40 HRC são requisitadas. Dada a importância do aço nas condições de manufatura e utilização dos moldes, as principais propriedades relacionadas a esses pontos são quantificadas e comparadas. No custo de um molde, as etapas de manufatura são as mais dispendiosas, especialmente em termos de usinagem e polimento. Em geral, mais de 60% do custo total corresponde a essas etapas. Portanto, o presente trabalho compara primeiramente as propriedades de usinabilidade e polibilidade dos dois aços. Além disso, também é considerada a uniformidade de dureza e resposta a nitretação. No estado solubilizado, aproximadamente com 32 HRC, o VP50IM apresenta alta usinabilidade, principalmente devido aos sulfetos finamente distribuídos em sua microestrutura. E, em relação ao DIN 1.2711, a usinabilidade é substancialmente superior. Em termos de polibilidade, os materiais possuem características semelhantes. A dureza ao longo da secção é homogênea para o VP50IM, sendo também obtida dureza superficial após a nitretação superior à obtida no DIN 1.2711.

Palavras-chave: Aços para Molde de Plástico, VP50IM, DIN 1.2711, Propriedades de Manufatura, Usinabilidade.

Contribuição técnica a ser apresentada no 2º Encontro da Cadeia Produtiva de Ferramentas, Moldes e Matrizes, São Paulo, Outubro de 2004.

^{a)} Engenheiro de Materiais, Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais, Membro da ABM, Pesquisador da Villares Metals S. A., Sumaré, SP, Brasil, e-mail: mesquita.rafael@villaresmetals.com.br

^{b)} Graduando do curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos.

^{c)} Engenheiro Metalurgista, Membro da ABM, Gerente de Tecnologia da Villares Metals S. A., Sumaré, SP, Brasil, e-mail: celso.barbosa@villaresmetals.com.br.

1. Introdução

Os moldes utilizados na conformação de plásticos possuem importância essencial nesta área industrial, sendo que tais moldes podem ser complexos para proporcionar adequadas características do produto e elevada velocidade de produção. Os aços geralmente utilizados em moldes de plástico, apesar de muitas vezes pouco ligados, possuem propriedades de limpeza microestrutural e de processamento que os diferenciam dos outros aços convencionais e ao carbono [1].

A usinagem e o acabamento da superfície são etapas críticas na fabricação dos moldes e normalmente correspondem à maior fração do custo total. Pelo fato dos moldes de plástico possuírem vida útil elevada (em alguns casos superior a 10 anos), as propriedades mais importantes desses materiais relacionam-se às características de processamento, como polibilidade, usinabilidade e resposta ao tratamento térmico.

Visando reduzir a complexidade dos tratamentos térmicos dos aços convencionais utilizados nestas aplicações (por têmpera e revenimento), foi desenvolvido um aço endurecível por precipitação [2], denominado VP50 IM[®]. Este aço é fornecido no estado solubilizado, com baixa dureza (aproximadamente 32 HRC), e atinge níveis de dureza de 40 HRC, por um tratamento de envelhecimento a 510 °C. Por não envolver têmpera, este tratamento traz vantagens de redução nas distorções, facilidade de produção e manutenção do molde. Além disso, o aço VP50 é produzido com o processo ISOMAX[®], sigla IM. Neste caso, o processo envolve refino por VAR (*vacuum-arc-remelting*), proporcionando redução das inclusões grosseiras e refino da microestrutura bruta de fusão.

O presente trabalho apresenta um estudo comparativo entre os aços VP50 IM e o DIN 1.2711 (temperado e revenido), os quais são destinados à produção de moldes para plásticos. São principalmente enfocadas as propriedades de fabricação dos materiais, como usinabilidade, polibilidade, resposta ao tratamento térmico e à nitretação. A resistência mecânica de tais materiais é dada pela dureza final, em torno de 40 HRC, e a resistência ao desgaste abrasivo foi avaliada, a fim de avaliar resistência ao desgaste quando se trata da injeção de polímeros com carga.

A comparação de tais propriedades é importante para fornecer subsídios à escolha do aço utilizado no molde. O custo de um molde depende do aço empregado, mas depende essencialmente das condições de manufatura. Em geral, de 10 a 20% do custo do molde refere-se ao aço empregado, sendo o restante relativo aos processos de manufatura e tratamento térmico. Assim, a escolha deve considerar conjuntamente o valor do aço, mas também a sua relação com as operações de manufatura subseqüentes.

2. Propriedades Importantes nos Aços para Moldes de Plástico

Visto que o presente trabalho compara dois aços para moldes, um breve descritivo das propriedades importantes nos materiais é apresentado a seguir.

2.1 Usinabilidade

O elevado volume de material removido na confecção dos moldes torna a *usinabilidade* do aço empregado muito importante para os moldes de plástico. A usinabilidade de um material depende de fatores metalúrgicos e das condições de usinagem como ferramenta e velocidade de corte, sendo um resultado de interação do metal com a operação de usinagem. O termo é geralmente usado para expressar o estado da superfície usinada, a taxa de remoção de material, a facilidade de saída

do cavaco ou a vida da ferramenta [3-4]. Do ponto de vista das características básicas do aço, a sua usinabilidade deve ser melhorada para reduzir não só o consumo de ferramentas mas principalmente o tempo de usinagem.

A usinabilidade de um aço para moldes depende das propriedades mecânicas e físicas do aço, relacionadas à sua composição química, mas também dos processos utilizados para sua produção. Por exemplo, blocos para fabricação de moldes de grandes dimensões exigem a produção na aciaria a partir de grandes lingotes, os quais por sua vez exigem adequado refino secundário para eliminação de inclusões grosseiras. A subsequente deformação em prensa com alta potência é importante para refinar a microestrutura e eliminar defeitos do fundido.

A melhoria da usinabilidade dos aços pode ser obtida por diversas formas [5], sendo uma delas a utilização de teores residuais de enxofre ligeiramente elevados [6]. Este elemento forma inclusões com o manganês (MnS), as quais possuem baixo ponto de fusão e alta deformabilidade, melhorando a usinabilidade. Tais inclusões causam um efeito lubrificante nas arestas de corte e facilitam a quebra do cavaco na zona de cisalhamento. Em aços produzidos pela rota convencional, as inclusões tipo MnS tornam-se alongadas após a deformação no processo de forjamento, sendo tanto mais grosseiras quanto maior o bloco produzido. Assim, podem comprometer a polibilidade e, conseqüentemente, aços fabricados pela rota convencional normalmente empregam reduzidos teores de S.

A usinabilidade, contudo, piora com o aumento da quantidade de inclusões duras, como inclusões de Al_2O_3 . Assim, no aço VP50IM, a produção via VAR auxilia a usinabilidade por reduzir tais inclusões, as quais também são prejudiciais à polibilidade. Ainda, este processo acelera a velocidade de solidificação, proporcionando a possibilidade de se trabalhar com teores de S levemente elevados. As inclusões MnS formadas, benéficas à usinabilidade, tornam-se finas e não comprometem, assim, a polibilidade.

2.2 Polibilidade e Resposta à Texturização

A superfície do molde é fundamental para o acabamento da peça produzida, sendo o grau de polimento dependente da aplicação. Moldes perfeitamente polidos podem ser necessários para muitas aplicações, como injeção de óculos ou mesmo CDs. No caso de conformação de plásticos com textura, a superfície do molde necessita igualmente de adequado polimento. A *polibilidade* mede a facilidade de realização do polimento em um aço para moldes, sendo afetada por diversos fatores metalúrgicos. Inclusões não metálicas, como óxidos e sulfetos, podem diminuir a polibilidade, dependendo do tamanho e de como estão distribuídas. Além disso, a dureza deve ser uniforme e a presença de decarbonetação é indesejável.

A resposta à texturização mede a facilidade de se aplicar uma textura ao aço ferramenta utilizado no molde. O tratamento de texturização é normalmente realizado por ataque foto-químico (*photo-etching*).

2.3 Resposta ao Tratamento Térmico

Para que as propriedades finais dos moldes sejam obtidas, são normalmente necessários tratamentos térmicos. Os mais comuns são tratamentos por têmpera e revenimento, que propiciam dureza adequada para maioria das aplicações.

Variações dimensionais e de forma constituem uma importante questão sobre o tratamento térmico dos aços para molde. Para evitá-las, aços com alta estabilidade dimensional são preferidos. Proporcionam um tratamento térmico seguro e, também, a possibilidade de se utilizar menor sobremetal, reduzindo o volume de material a ser usinado em alta dureza. Aços endurecíveis por precipitação, como o caso do aço

VP50IM, são muito adequados para esses fins, visto que possuem altíssima estabilidade dimensional. Neles ocorre apenas pequena contração, a qual é uniforme e totalmente previsível, contribuindo muito para a segurança do tratamento e a redução (ou eliminação) da usinagem final de acabamento.

2.4 Resistência Mecânica e ao Desgaste

O aço deve possuir resistência suficiente para a dada aplicação, evitando a ocorrência de deformação plástica. A resistência mecânica dos aços para moldes é basicamente dada pela dureza após tratamento térmico. É também importante a relação entre a dureza e a facilidade de polimento do molde, sendo esta tanto maior quanto mais dura a superfície a ser polida. Muitos moldes possuem cavidades profundas e, nestes casos, a dureza deve ser também adequada nas regiões do núcleo da barra.

Plástico líquido em alta pressão, especialmente quando contém adições de carga, pode gerar desgaste da superfície do molde. As partículas de carga ou fibras possuem normalmente dureza superior ao aço utilizado que, associada à alta velocidade de deslizamento e à pressão de contato, causam desgaste tipo abrasivo. Deste modo, a resistência ao desgaste do aço ferramenta utilizado é importante para algumas aplicações, incluindo moldes para plásticos de engenharia.

Além do aço utilizado, a resistência ao desgaste também depende de tratamentos superficiais, como por exemplo a nitretação. Estes tratamentos, além de aumentar a resistência ao desgaste também podem melhorar as condições de polimento, pela maior dureza superficial obtida, e as condições de desmoldagem das peças, pela sua influência no coeficiente de atrito.

3. Procedimento Experimental

A composição química típica dos aços VP50IM e DIN 1.2711 é mostrada na Tabela 1. Por esta tabela fica clara a diferença entre ambos materiais. O aço DIN 1.271 é tipicamente um aço médio teor de carbono e baixa liga, enquanto que o aço VP50IM trata-se de um aço com baixo teor de carbono. Os elementos Al e Cu do VP50IM são os responsáveis, juntamente com o Ni, pelo endurecimento por precipitação do material.

A condição usual de fornecimento do VP50IM é no estado solubilizado, com dureza entre 30 e 34 HRC, sendo o envelhecimento aplicado após a usinagem. No caso do DIN 1.2711, o material é normalmente fornecido já com dureza de 40 HRC, não sendo necessária, portanto, a têmpera após usinagem. Os resultados são, portanto, discutidos com base nessas diferenças.

Tabela 1: Composição química típica dos aços VP50IM e DIN 1.2711. Porcentagem em massa e balança em Fe. Os valores não colocados são de elementos residuais.

Aço	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	Al	Cu
VP50 IM	0,15	0,3	1,6	0,3	0,3	3,0	0,10	1,0	1,0
DIN 1.2711	0,56	0,25	0,7	0,7	0,3	1,7	0,008	-	-

As propriedades avaliadas foram determinadas a partir de análises de laboratório. A usinabilidade foi avaliada pelo desgaste das ferramentas, em ensaio de torneamento. Medidas do perfil de dureza foram empregadas para avaliar a estabilidade de dureza no aço VP50IM. A resposta a nitretação é comparada pelas curvas de dureza, para amostras nitretadas pelo processo Nitreg[®] 1. O processo caracteriza-se por nitretação a gás controlada, envolvendo aquecimento em temperatura e tempo próximos das condições de envelhecimento do VP50IM (como será comentado a seguir).

¹ Marca registrada para a empresa Nitrex, representada no Brasil pela Combustol.

A resistência ao desgaste foi avaliada pelo ensaio pino contra lixa. As amostras possuíam secção redonda de 25 mm, e as condições do ensaio foram: força de 15 N, velocidade 1,72 m/s, lixa de #120 mesh (abrasivos de Al_2O_3), com tempo de ensaio de 60s. O suporte utilizado no teste possui um movimento de giro independente, evitando o desgaste do caminho da lixa e suas mudanças de abrasividade durante o ensaio.

A polibilidade dos materiais não foi avaliada no presente trabalho. Contudo, informações das empresas especializadas nesta operação consideram os aços DIN 1.2711 e VP50IM equivalentes quanto a polibilidade.

4. Resultados e Discussão

4.1 Usinabilidade

Como comentado anteriormente, o termo usinabilidade é bastante amplo. Nos resultados a seguir serão enfocados dois pontos considerados importantes para a indústria de fabricação de moldes. O primeiro refere-se ao consumo das ferramentas de corte para determinada quantidade usinada. O segundo, em termos da morfologia do cavaco formado. Por simplicidade, foram adotados os testes de torneamento, apesar deste processo não ser usual na fabricação de moldes. Contudo, os resultados não têm a finalidade precisar quantitativamente os ganhos num processo de manufatura, mas sim comparar as propriedades dos dois materiais. Mesmo porque, para dizer com exatidão o ganho em usinagem, a manufatura do molde em questão teria de ser analisada de maneira isolada. Isto porque, as diferenças de rotação, fresas utilizadas, estratégias de usinagem e todos outros parâmetros influenciam muito no resultado obtido na usinagem.

Colocado este contexto, a curva obtida para o desgaste da ferramenta, apresentada na Figura 1, e a morfologia dos cavacos, Figura 2, podem agora ser analisadas. Na curva da Figura 1 verifica-se expressiva redução no desgaste de ferramentas do aço DIN 1.2711 para o aço VP50 IM. Comparou-se o VP50IM na condição solubilizada e o 2711 endurecido para 40 HRC, pois estas são as condições de fornecimento dos dois materiais, ou seja, a usinagem de desbaste é realizada com os materiais nessas condições. Por exemplo, para um desgaste de ferramenta equivalente a $V_B=0,20$, tem-se um comprimento usinado mais de oito vezes maior no aço VP50IM. A usinabilidade do VP50 é inclusive cerca de 50% superior à do aço VP20 ISO, muito utilizado em moldes.

O ganho em usinabilidade observado na Figura 1 está relacionado à microestrutura dos dois materiais. No VP50IM existe uma fina distribuição de sulfetos de Mn, mostrados em detalhe na Figura 3a, que estão em quantidade muito menor no aço DIN 1.2711. Tais inclusões possuem baixa dureza e baixo ponto de fusão. Assim, lubrificam a ferramenta de corte durante a usinagem e facilitam a remoção dos cavacos. Por isso, apesar da mesma dureza, o VP50IM possui usinabilidade superior ao VP20 ISO. Outro fator importante é a menor dureza do VP50IM, 32 HRC contra 40 HRC para o DIN 1.2711. Ainda, o processo VAR reduz sensivelmente a quantidade de inclusões grosseiras duras de Al_2O_3 , o que novamente contribui para a melhor usinabilidade do aço VP50IM, além de refinar os sulfetos de Mn para não comprometer a polibilidade.

Os cavacos obtidos após o ensaio, Figura 2, também mostram um resultado interessante: são muito menores para o caso do VP50IM. A causa de tal diferença são, novamente, os sulfetos de Mn, pois tais fases auxiliam a quebra do cavaco formado. Este resultado é importante para a operação de furação, fundamental na

manufatura de moldes de injeção. Os furos de tais moldes são normalmente longos e em grande quantidade, para refrigeração do molde durante a injeção do plástico. A elevada quantidade de canais e a profundidade dos furos tornam a operação de furação extremamente crítica para os moldes de plástico. Assim, a melhor usinabilidade do aço VP50IM e a diferença na morfologia dos cavacos são essenciais neste aspecto.

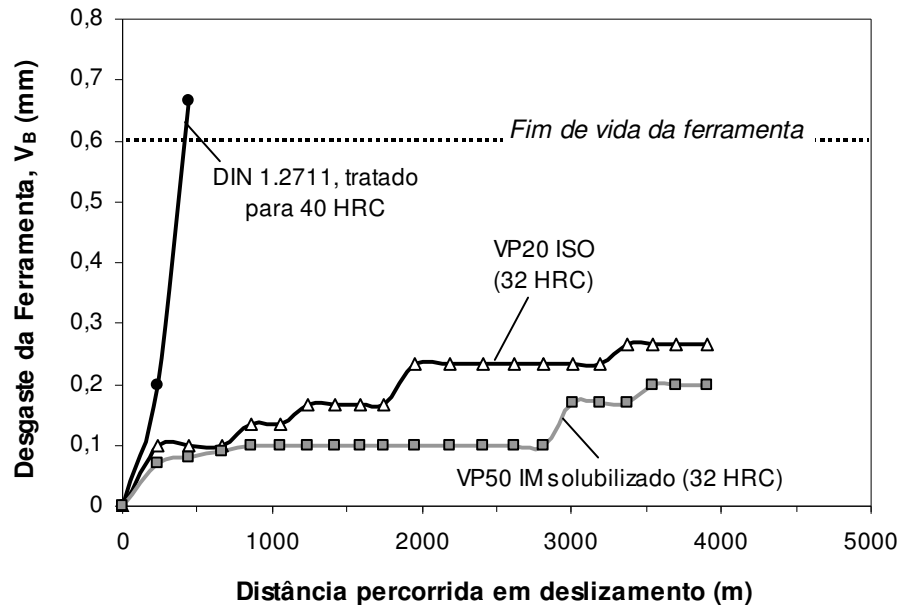


Figura 1: Desgaste de flanco da ferramenta de corte em função do comprimento usinado para os aços VP50IM e DIN 1.2711. Ensaio realizado em torneamento, com velocidade de corte de 2,2 m/s, profundidade de corte de 1 mm, avanço de 0,25 mm/volta.

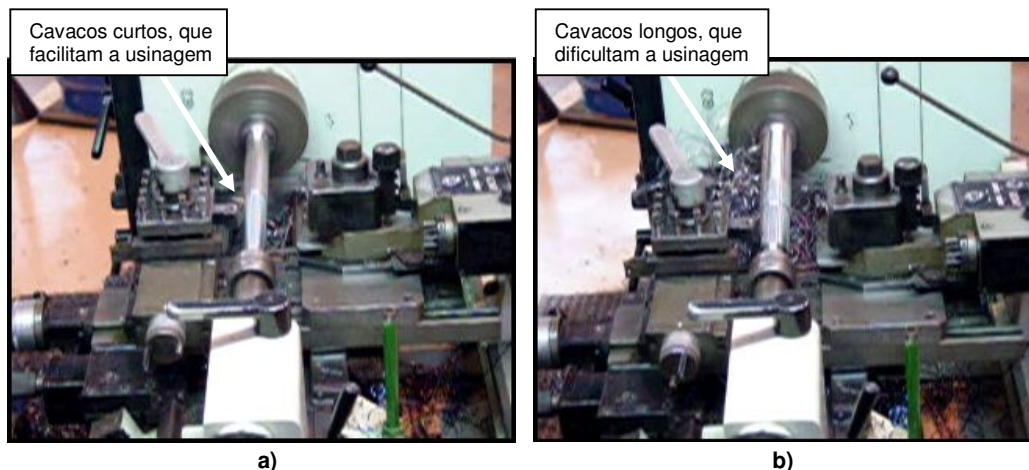


Figura 2: Cavacos formados no ensaio de usinabilidade em torneamento, dos aços a) VP50IM e b) DIN 1.2711. Ambos para as condições quando $V_B = 0,15$ mm.

Na etapa de furação, também se deve considerar a menor dureza do material. Como será discutido no próximo item, a baixa variação dimensional e a eliminação da têmpera permitem que, no aço VP50IM, os furos sejam realizados no estado solubilizado. O mesmo seria arriscado em materiais endurecidos por têmpera, pelo risco de trincas em tais regiões. E, no caso do DIN 1.2711, não é possível pois o material é normalmente fornecido com a dureza final de uso, em torno de 40 HRC.

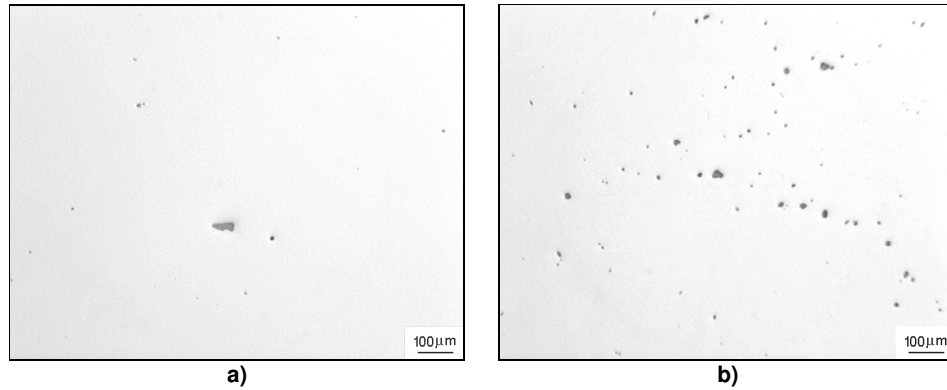


Figura 3: Inclusões de sulfeto de Mn nos aços **a)** VP50IM e **b)** DIN 1.2711.

4.2 Resposta ao Tratamento Térmico

Existe uma diferença fundamental entre o tratamento térmico dos aços DIN 1.2711 e VP50IM. No primeiro, a dureza é necessariamente obtida via têmpera e revenimento. Tal tratamento proporciona elevada dureza, contudo pode trazer problemas, como por exemplo distorções ou trincas se o desbaste do molde é realizado antes do tratamento. Como comentado, o aço DIN 1.2711 é normalmente fornecido pré-beneficiado, ou seja, já temperado e

revenido. Isto evita o problema do risco e do custo da realização da têmpera, contudo impede que a usinagem seja realizada com o bloco em baixa dureza.

O aço VP50 IM, por outro lado, é normalmente fornecido com baixa dureza, e a usinagem do molde é realizada previamente ao tratamento térmico de envelhecimento. Tal tratamento, ao contrário da têmpera, não envolve resfriamentos bruscos e, assim, não incorre em riscos de trincas ou distorções excessivas. Ainda, a variação dimensional (desconsiderando as variações quanto a tensões residuais de usinagem) é muito baixa no VP50 IM – com uma contração da ordem de 0,0006 mm/cm. Para moldes com cavidades usuais, esta contração é de milésimos a centésimos de milímetros. Assim, nos casos em que a variação dimensional relativa à usinagem é pequena, a variação dimensional do tratamento de envelhecimento pode ser desprezível e o molde pode ser usinado na dimensão final. Isto, portanto, proporciona elevada remoção de material em baixa dureza, significando menor consumo de ferramentas, tanto no desbaste como na furação. E, o fator principal, pode significar aumento de produtividade na usinagem dos moldes.

O tratamento térmico de envelhecimento recomendado para o VP50 IM envolve um aquecimento na temperatura de 510 °C, por um tempo mínimo de 6

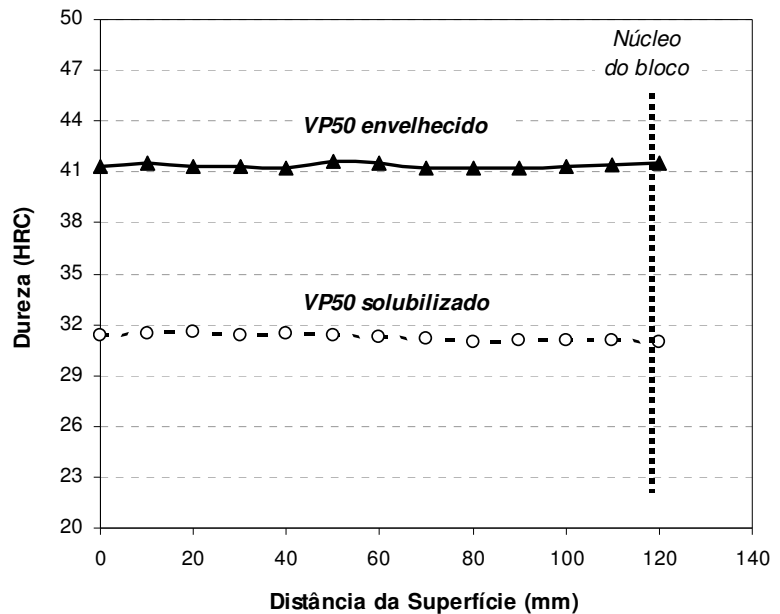


Figura 4: Perfil de dureza para um bloco de VP50IM antes e após envelhecimento.

horas em temperatura. Após este tratamento, a dureza obtida é da ordem de 40 HRC, e uniforme, como mostra a Figura 4. O mesmo pode não ocorrer em aços temperados e revenidos, pois tais materiais possuem a temperabilidade limitada e, conseqüentemente, terão uma tendência a menores valores de dureza no núcleo dos blocos.

4.3 Resposta à Nitretação

Como comentado no item 2.4, a nitretação pode ser importante em moldes. Assim, a curva da Figura 5 apresenta o perfil de dureza em função da camada nitretada, para o aço VP50IM e para um o aço médio teor de

carbono, com composição próxima ao aço DIN 1.2711. Observa-se nesta Figura a maior dureza obtida no aço VP50IM. Para o envelhecido e após nitretado, chega-se em torno de 900 HV na região superficial, que equivale a 67 HRC. Para o material nitretado a partir da condição solubilizada a dureza é ainda maior. A maior dureza é obtida pela formação de nitretos de Al no VP50IM, dado o teor de 1% de Al deste material. Nos aços baixa liga, tais nitretos são principalmente nitretos de Fe, que possuem dureza muito menor que os nitretos de elemento de liga, como os nitretos de Al e Cr.

É importante também ressaltar uma relação interessante entre o tratamento de nitretação e o envelhecimento no aço VP50IM. Como a temperatura de nitretação normalmente coincide com a de envelhecimento (cerca de 510 °C), ambos tratamentos podem ser feitos simultaneamente.

Como mostra a Figura 5, isto realmente acontece no material nitretado na condição solubilizada, sendo obtida a dureza de núcleo de 40 HRC. Ou seja, não é necessário envelhecer e aplicar a nitretação, porque o próprio aquecimento da nitretação já produz o endurecimento por precipitação (desde que o tempo de tratamento supere 6 horas em temperatura). Uma das desvantagens do VP50IM em relação aos aços pré-beneficiados é a necessidade da realização do tratamento de envelhecimento. Assim, no caso em que o molde deve ser nitretado, tal necessidade não ocorre.

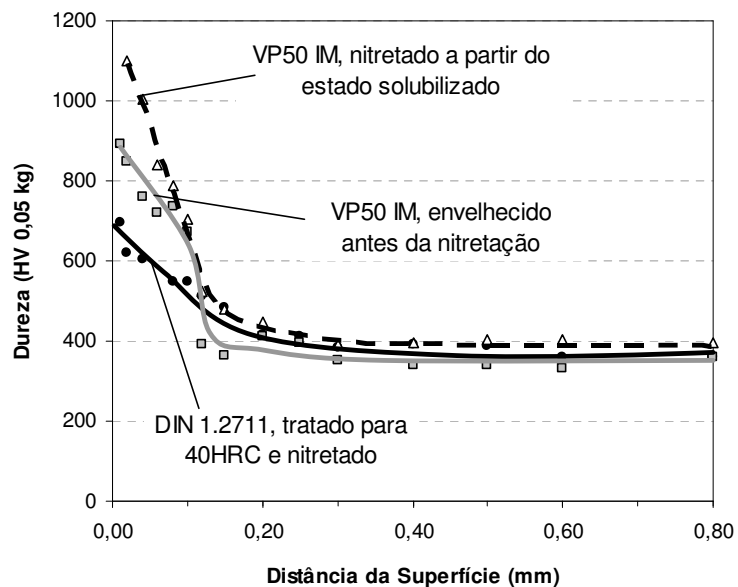


Figura 5: Dureza em função da camada nitretada para os dois materiais. O DIN 1.2711 foi temperado e revenido para 40 HRC antes da nitretação. O VP50IM foi nitretado, partindo da condição solubilizada ou após envelhecimento.

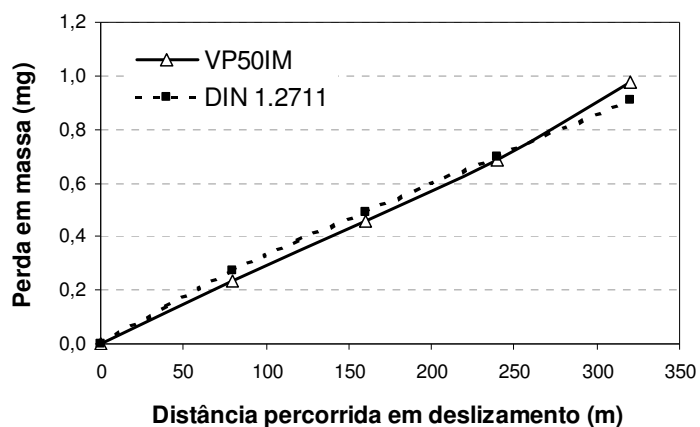


Figura 6: Perda em massa em função do comprimento percorrido, no ensaio de pino contra lixa. Quanto menor a perda em massa, maior a resistência ao desgaste do material

4.4 Resistência ao Desgaste

A resistência ao desgaste abrasivo, importante principalmente nos casos de injeção de polímeros com carga, foi avaliada, como mostram os dados da Figura 6. Tais resultados são equivalentes para os aços VP50IM e DIN 1.2711, pois possuem a mesma dureza². Contudo, no caso de desgaste de moldes nitretado, o VP50IM possuiria vantagem, dada a maior dureza obtida após sua nitretação.

5. Comentários Finais

Como mostrado anteriormente, a escolha do aço a ser utilizado na manufatura de um molde deve ser cuidadosa, levando em conta uma série de fatores. Especialmente porque o aço é apenas o ponto de partida, e uma das partes que envolvem o menor custo do molde. Contudo, o aço também está relacionado a todas as etapas de manufatura e tratamento térmico subsequentes. Por exemplo, o valor do aço empregado no molde deve ser observado de maneira conjunta ao valor das operações subsequentes.

Neste ponto são, portanto, úteis os dados e as discussões do presente trabalho. Como mostram os itens 4.1 a 4.3, as diferenças de propriedades como usinabilidade, incluindo a relativa as etapas de furação, bem como resposta à nitretação e o tratamento térmico (no caso do VP50IM) podem ser importantes.

6. Conclusões

As discussões do presente trabalho podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- As propriedades de manufatura dos aços para moldes são fundamentais na escolha do material a ser empregado, pois o valor do aço é normalmente baixo quando comparado ao valor total do molde.
- Em termos de usinabilidade, o aço VP50IM apresentou-se superior ao aço DIN 1.2711, especialmente quando comparados os materiais nas condições de fornecimento – VP50IM solubilizado e DIN 1.2711 tratado para 40 HRC.
- A possibilidade de realizar a usinagem e a furação do aço VP50IM na condição de baixa dureza e o tratamento térmico por envelhecimento são as principais características deste material em relação ao DIN 1.2711.
- A dureza de camada nitretada do aço VP50IM é sensivelmente superior à do DIN 1.2711, sendo que para o VP50IM o envelhecimento pode ocorrer simultaneamente à nitretação.

7. Referências Bibliográficas

- [1] G. Roberts, G. Krauss, R. Kennedy, *Tool Steels*, 5ª ed., **American Society for Metals**, Materials Park, OH-USA, 1998, p. 291-304.
- [2] C. E. Pinedo e C. A. Barbosa, *Desenvolvimento de Aços Ferramenta Endurecíveis por Precipitação, Anais do 50º Congresso da ABM*, São Pedro-SP, 1995.
- [3] V. Tipnis and R. Joseph, *Influence of Metallurgy on Machinability - Testing for Machinability*, **ASM**, p. 11, 1975.
- [4] N. Cook, *Influence of Metallurgy on Machinability – What is Machinability*, **ASM**, p. 1, 1975.
- [5] R. A. Mesquita, A. Sokolowski e C. A. Barbosa “Desenvolvimento de aços especiais com usinabilidade melhorada”. Artigo Publicado na **Revista Máquinas e Metais**, p. 86 a 112. Maio de 2003.
- [6] Kovach, C. and Moskowitz A. *Effects of Manganese and Sulfur on the Machinability of Martensitic Stainless Steels*. **Transactions AIME**, vol. 245, Oct. P. 2157, p. 1969.

² Como os aços para moldes em geral não possuem carbonetos primários em sua microestrutura, a resistência ao desgaste dependerá essencialmente da dureza.

COMPARATIVE STUDY FOR VP50 IM[®] AND DIN 1.2711 MOULD STEELS

Rafael Agnelli Mesquita ¹⁾
David Delagostini Jarreta ²⁾
Celso Antonio Barbosa ³⁾

The increase in plastic products use makes the mould chain more and more important. The present work aims to compare two steels, VP50IM and DIN 1.2711, commonly employed in plastic moulds with 40 HRC. The manufacturing properties were quantified due to their importance in the mould making processes. Such manufacturing steps are normally the most expensive parts in moulds total cost, especially those related to machining and polishing. In general, more than 60% of total cost corresponds to these operations. Therefore, the present work first compares the machinability and polishability properties of both steels. In addition, it is also compared their heat treating and nitriding response. In the solution treated state, with approximately 32 HRC, VP50IM has high machinability, caused by a microstructure with fine distributed sulfide inclusions. In relation to DIN 1.2711 steel, the machinability is substantially superior. Regarding polishability, the materials have similar behavior. The hardness profile across transverse section of VP50IM steel is uniform, and the nitride hardness is superior to that of DIN 1.2711.

Key words: Plastic Mould Steels, VP50IM, DIN 1.2711, Manufacturing Properties, Machinability.

Technical contribution to be presented in the 2^o Encontro da Cadeia Produtiva de Ferramentas, Moldes e Matrizes, São Paulo, October, 2004.

¹⁾ Materials Engineer and Master Science in Materials Engineering, ABM Member, Researcher in Villares Metals S. A., Sumaré, SP, Brazil, e-mail: mesquita.rafael@villaresmetals.com.br.

²⁾ Graduate student in Materials Engineering course, Universidade Federal de São Carlos.

³⁾ Metallurgical Engineer, ABM member, Technology manager in Villares Metals S. A., Sumaré - SP, Brazil, e-mail: celso.barbosa@villaresmetals.com.br.