

A usinabilidade nos aços para cementação SAE 8620 e DIN 20MnCr5

Sérgio Luís Marquezi*

Sandro Luiz Ceccatto**

Resumo

A usinabilidade dos materiais é de grande interesse na fabricação de componentes mecânicos, envolvendo a produção de peças por meio da formação do cavaco. A usinabilidade é uma condição que depende da interação entre o processo de usinagem e as características do material da peça. Sendo o objetivo estudar a usinabilidade dos aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5, isto para que as empresas possam se apropriar da metodologia e dos resultados para aumentar a produtividade, em especial às empresas da região Meio Oeste de Santa Catarina. Os ensaios foram baseados na análise da composição química dos aços, na avaliação do acabamento superficial (rugosidade) e no monitoramento da potência consumida durante o processo de torneamento. Para este processo foram definidos os parâmetros de usinagem como: rotação, avanço de corte, profundidade de corte, geometria da ferramenta e números de ensaios, tendo a velocidade de corte como o principal parâmetro de influência durante a usinagem. Por meio deste ensaio, observou-se que a diferença entre a composição química dos aços não teve influência na avaliação do acabamento superficial, pois os valores encontrados de rugosidade nestes aços não apresentaram uma grande dispersão. Já para o monitoramento da potência consumida dos aços notou-se uma menor potência ativa no aço DIN 20MnCr5. Diante disso, comprovou-se experimentalmente que não existe diferença de usinabilidade entre o aço SAE 8620 e o DIN 20MnCr5, com os parâmetros e padrões de usinabilidade verificados. Também ficou comprovado que os resultados obtidos estão em concordância com a literatura consultada.

Palavras-chave: Usinabilidade. Aço SAE 8620. Aço DIN 20MnCr5.

1 INTRODUÇÃO

A questão da usinabilidade dos aços aplicados em projetos de componentes mecânicos é abrangente; mostra o interesse de engenheiros em obter um entendimento. Sabe-se que os aspectos de projeto são que seus componentes tenham um custo amenizado e uma eficiência bem aprimorada. No entanto, estes fatores fazem com que determinados elementos sofram com exigências prematuras ou excessivas, ocasionando dessa forma, desgastes ou falhas mecânicas.

Muito já se conhece a respeito do processo de usinagem, pois foram, e ainda são objetos de estudos de investigações técnicas sobre a usinabilidade e sua interação com os parâmetros de corte industriais, com as forças de tensão, deformação, compressão, entre outras. Pretende-se com esta proposta, em um procedimento laboratorial que correlacione às amostras dos aços SAE 8620 e DIN

* sergio.marquezi@unoesc.edu.br

** csandroluiz@yahoo.com.br

20MnCr5 analisar os fatores determinantes da usinabilidade em componentes mecânicos como, por exemplo, engrenagens cilíndricas encontradas na literatura.

Uma aplicação industrial sem um domínio técnico-científico sobre os aços e sua manufatura pode gerar custos elevados e perda de mercado por apresentar produtos defeituosos ou com vida curta quando o critério de seleção for *somente o preço*, sendo que neste caso o aço SAE 8620 é mais caro, além do que estes dois aços apresentam diferente composição química.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar a usinabilidade dos aços para cementação SAE 8620 e DIN 20MnCr5.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever os elementos de influência na usinabilidade nos dois aços citados, por meio de uma revisão bibliográfica detalhada;
- Definir a metodologia de ensaio de usinabilidade em componentes desta natureza a fim de estabelecer critérios técnicos que envolvem a usinagem por arranque de cavaco;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 USINABILIDADE

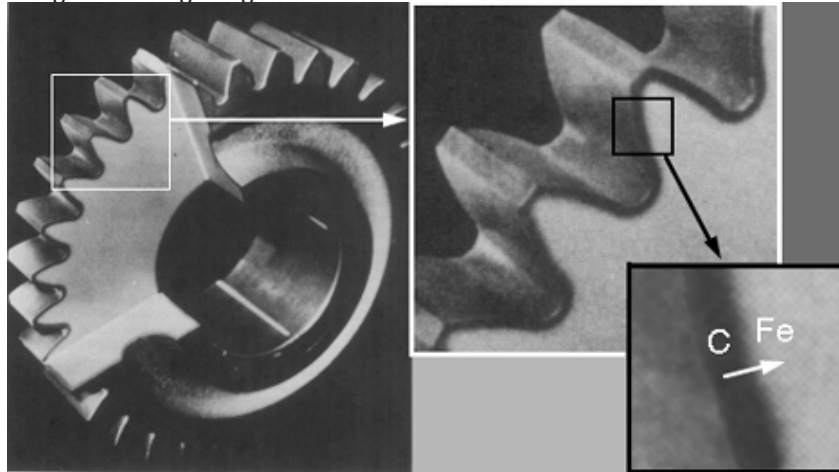
Vários autores definem a usinabilidade. Para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.147), “[...] a usinabilidade pode ser definida como uma grandeza tecnológica que expressa, por meio de um valor numérico comparativo (índice de usinabilidade) um conjunto de propriedades de usinagem de um material em relação a outro tomado como padrão.”

De acordo com Diniz, Marcondes e Coppini (2006), a dureza, a resistência mecânica, a ductilidade, a condutibilidade térmica e a taxa de encruamento são algumas das propriedades dos materiais que podem influenciar na usinabilidade. Porém, vários são os fatores metalúrgicos que influenciam na usinabilidade dos aços, para esses autores o predominante é a dureza. Os aços com baixo teor de carbono têm tendência à formação da aresta postiça de corte devido à baixa dureza e alta ductilidade. Isso gera menor tempo da vida útil da ferramenta e prejudica o acabamento superficial da peça. Outro fator metalúrgico que afeta a usinabilidade dos aços é a microestrutura, isto se refere à quantidade de ferrita e perlita, bem como a cementita que é uma fase extremamente dura e abrasiva, pois é constituída de carbonetos que são partículas duras.

2.2 CEMENTAÇÃO

Conforme Chiaverini (1988), a cementação é um tratamento termoquímico, com o objetivo de endurecer a superfície do material, mas o núcleo permanece dúctil e tenaz. A difusão do carbono no interior do material depende da temperatura e da composição química.

Fotografia 1– Engrenagem Cementada



Fonte: Baumgarten (2003, p. 13).

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS AÇOS

2.3.1 Aço DIN 20MnCr5

O aço DIN 20MnCr5 faz parte do grupo de aços de baixo carbono indicados para o tratamento termoquímico cementação. Em geral esses aços são usados para fabricação de engrenagens, eixos, porcas, árvore de distribuição, etc. São adequados para peças de médio a grande porte, pois ocorrerem os melhores resultados com têmpera a óleo. A Tabela 1 apresenta a composição química do aço DIN 20MnCr5.

Tabela 1 – Composição do aço DIN 20MnCr5

DIN 20MnCr5	C	Si	Mn	P máx.	S máx.	Cr
Mínimo	0,17	0,15	1,10	0,035	0,035	1,00
Máximo	0,23	0,40	1,40		0,35	1,30

Fonte: adaptado de Agroads (2011).

2.3.2 Aço SAE 8620

O aço SAE 8620 é utilizado em grande escala na fabricação de engrenagens, pinos e peças em que há exigência de dureza superficial obtida pelo processo de cementação. Aço para cementação, de média temperabilidade, *boa usinabilidade*, boa soldabilidade e média resistência mecânica. A dureza superficial, na condição cementada e temperada pode alcançar 62 HRC, enquanto que a dureza de núcleo varia entre 30 e 45 HRC, dependendo da dimensão. A Tabela 4 apresenta a composição do aço SAE 8620.

Tabela 2 – Composição do aço SAE 8620

ABNT/SAE 8620	C	Mn	Ni	Cr	Mo
Mínimo	0,18	0,70	0,40	0,40	0,15
Máximo	0,23	0,90	0,70	0,60	0,25

Fonte: Ferraresi (1970, p. 737).

2.4 MOVIMENTOS E GRANDEZAS NA USINAGEM

2.4.1 Movimentos de usinagem

Segundo Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.13) “Os movimentos entre ferramenta e peça durante a usinagem são aqueles que permitem a ocorrência do processo de usinagem (podendo ser classificados como ativos e passivos) [...]”.

2.4.2 Velocidade de corte

Para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p. 17), “A velocidade de corte é o resultado do deslocamento da ferramenta diante da peça [...]”. E pode ser calculada pela fórmula: $V_c = (\pi \cdot D \cdot n) / 1000$.

Já para Ferraresi (1970, p. 5), “A velocidade de corte v é a velocidade instantânea do ponto de referência da aresta cortante, segundo a direção de corte.”

2.4.3 Grandezas de avanço

De acordo com Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p. 19):

Avanço f – é o percurso de avanço em cada volta ou cada curso da ferramenta.

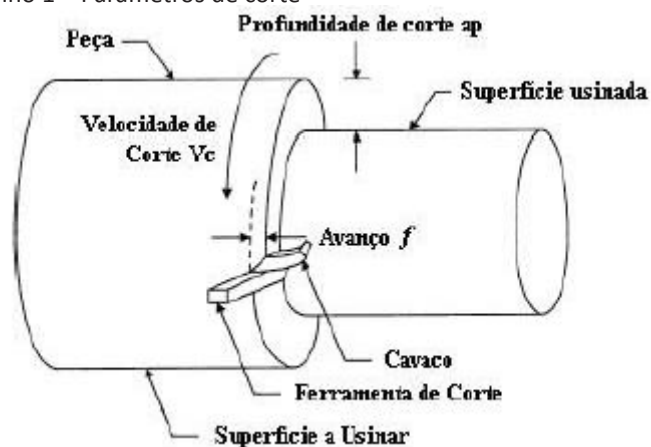
Avanço por dente f_z – é o percurso de avanço por dente e por volta ou curso da ferramenta, medido na direção do avanço [...].

Avanço de corte f_c – é a distância entre duas superfícies consecutivas em usinagem [...].

2.4.4 Grandezas de penetração

As grandezas de penetração para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.19) “São grandezas que descrevem geometricamente a relação de penetração entre a ferramenta e a peça.”

Desenho 1 – Parâmetros de corte



Fonte: Amorim (2002, p. 6).

2.5 A FORMAÇÃO DE CAVACO

De acordo com Ferraresi (1970), a formação do cavaco tem influência em diversas grandezas ligadas à usinagem, tais como o desgaste da ferramenta e suas causas, as forças de corte, a aresta postiça de corte, etc.

Para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.43) “[...] estão envolvidos com processos de formação do cavaco aspectos econômicos e de qualidade da peça, a segurança do operador, a utilização adequada da máquina-ferramenta, etc.”

De acordo com Ferraresi (1970), a classificação dos cavacos quanto ao tipo, consiste no seguinte modo: cavaco contínuo, cavaco de cisalhamento e cavaco de ruptura.

2.6 MATERIAIS PARA FERRAMENTAS

De acordo com Diniz, Marcondes e Coppini (2006), os materiais para ferramenta precisam apresentar uma série de requisitos, entre os quais: dureza a quente, resistência ao desgaste, tenacidade e estabilidade química.

2.6.1 Metal duro

O metal duro para Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p.84), “[...] é um produto da metalurgia do pó feito de pequenas partículas duras finamente divididas de carbonetos de metais refratários, sinterizados com um ou mais metais do grupo [...]”

Para König (2002 apud WESTRUPP, 2008), as principais vantagens dos metais duros utilizados como ferramenta de corte são: boa distribuição da estrutura, dureza elevada, resistência à compressão, resistência ao desgaste e resistência a quente.

2.7 FORÇAS E POTÊNCIAS DE CORTE

Segundo Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p. 59), “As forças de usinagem são consideradas como uma ação da peça sobre a ferramenta. A força total resultante que atua sobre a cunha cortante durante a usinagem é chamada de força de usinagem (F_u).”

2.7.2 Potência na usinagem

Conforme Júnior (2004, p. 30), “Para o monitoramento da potência elétrica média consumida no processo de usinagem, o cálculo da potência ativa média tem sido utilizado considerando-se um sistema equilibrado.” Assim, as medições têm por base a potência ativa, sendo aquela que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz e movimento para o processo. Já a potência aparente é a soma fasorial das potências ativas e reativas. Diante disso, obtém-se o fator de potência, a relação entre potência ativa e aparente.

2.8 AVARIAS E DESGASTES DA FERRAMENTA

Conforme Diniz, Marcondes e Coppini (2006, p. 105), “Desgaste é a perda contínua e microscópica de partículas da ferramenta devido à ação do corte.” Além dos desgastes, diversas outras ocorrências (avarias) aparecem na ferramenta em uso.

2.9 ENSAIOS DE USINABILIDADE

Para Ferraresi (1970, p. 568), “O índice de usinabilidade dos metais deve ser analisado mediante influência das variáveis dos seguintes componentes: material da peça, processo mecânico, condições de usinagem, e critério empregado na avaliação.”

Os ensaios de usinabilidade são divididos em critérios básicos e específicos; de acordo com Ferraresi (1970), os básicos são baseados na vida da ferramenta, na força de usinagem, no acabamento superficial e na produtividade; os específicos são baseados na análise dimensional, na temperatura de corte, nas características do cavaco e na energia fornecida pelo pêndulo. A utilização dos índices é limitada devido ao grande número de variáveis que os afetam. Os índices de usinabilidade devem ser entendidos como valores médios.

2.9.1 Ensaios de usinabilidade baseados no acabamento superficial

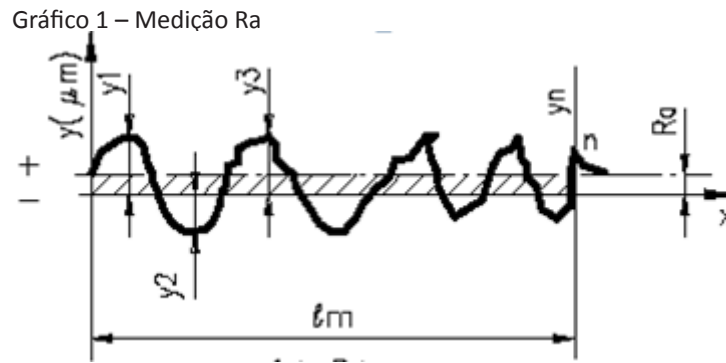
A rugosidade superficial é uma característica de alta importância na usinabilidade dos metais. Segundo Ferraresi (1970, p. 595), “Verifica-se experimentalmente que materiais em mesmas condições de usinagem, com a mesma ferramenta e máquina operatriz, apresentam rugosidades superficiais diferentes.”

As principais propriedades funcionais dos elementos das máquinas que dependem da rugosidade superficial são: resistência ao desgaste das superfícies, capacidade de carga dos mancais, resistência à fadiga das peças, tolerância nas medidas das peças, tensões de ajuste com interferências das peças acopladas, resistência a corrosão das superfícies e grau de acabamento.

2.9.1.1 Medição e parâmetros de Rugosidade

A medida dos parâmetros de rugosidade, como rugosidade média (R_a), rugosidade máxima (R_y), rugosidade total (R_t) e rugosidade média (R_z) são feitas por aparelhos denominados rugosímetros, perfilômetros, perfilógrafos, etc.

A rugosidade média, “É o parâmetro mais utilizado. Matematicamente é a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento (y_i), dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição (l_m).” (EBAH, 2010).



Fonte: Rosa ([2004?], p. 8).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu na análise metalográfica e da composição química, verificando-se a estrutura dos aços. Depois de concluída esta etapa, realizou-se a avaliação do acabamento superficial e o monitoramento da potência consumida durante o processo de torneamento.

3.1 CORPOS DE PROVA

O material dos corpos de prova utilizados no estudo foram fornecidos por uma empresa da região oeste de Santa Catarina. Esses foram dimensionados para melhor atender as condições reais da empresa.

Para a avaliação do acabamento superficial, preparou-se um corpo de prova para cada aço, com as seguintes dimensões: diâmetro de 54 mm e comprimento de 160 mm. Esse comprimento foi seccionado em quatro partes iguais, executando-se sete passes, até resultar no diâmetro de 22,5 mm.

Para o monitoramento da potência consumida, preparou-se um corpo de prova para cada aço, sendo com 54 mm de diâmetro e 150 mm de comprimento. O comprimento útil de usinagem foi de 100 mm. Para este procedimento executou-se 14 passes, sendo usinado até resultar no diâmetro de 24 mm.

3.2 PARÂMETROS DE CORTE NO TORNEAMENTO

A definição dos parâmetros para usinagem dos aços como: avanço, profundidade e velocidade de corte estão de acordo com as especificações da ferramenta (Quadro 1).

Quadro 1 – Parâmetros de usinagem especificados pela ferramenta

a_p (mm)	3 mm (0,40-5,00)
f (mm)	0,20 mm (010-0,30)
V_c (m/min)	395m/min (460-345)

Fonte: os autores.

Para a avaliação do acabamento superficial, padronizou-se a profundidade de corte (a_p) em 4,5 mm no diâmetro e a avanço (f) de 0,1 mm/volta.

No monitoramento da potência consumida, padronizou-se os parâmetros, como a profundidade de corte (a_p) de 2,5 mm no diâmetro e um avanço (f) de 0,1 mm/volta.

3.3 FERRAMENTA DE CORTE

A escolha da ferramenta de corte baseou-se no material estudado e no tipo torneamento que seria realizado durante os estudos. A ferramenta para torneiar os aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5, é uma pastilha (inserto) de metal duro, com revestimento, da classe P, sendo sua especificação TNMG 16 04-PM.

3.4 MÁQUINA FERRAMENTA

Para realização dos ensaios, utilizou-se um torno universal, cedido pelo laboratório de usinagem da Unoesc, atendendo às necessidades dos experimentos. Algumas características do torno são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Característica do torno convencional

Máquina	Torno Universal
Modelo	MS 205
Fabricante	Nardini
Diâmetro máximo permitido sobre o barramento	400 mm
Potência do motor	4.8 KW

Fonte: os autores.

3.5 ANÁLISE DA MICROESTRUTURA

A análise metalográfica dos aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5 realizou-se no laboratório de materiais da Unoesc. Para essa análise as amostras foram devidamente preparadas e conseqüentemente atacadas em ácido nital (4% de ácido nítrico em álcool etílico), e posteriormente, observadas em microscópio.

3.6 MEDIÇÕES DA RUGOSIDADE DA SUPERFÍCIE

Na avaliação do acabamento superficial como índice de usinabilidade para estudo dos aços, utilizou-se o parâmetro de rugosidade Ra (μm). Verificou-se o nível do acabamento superficial dos aços após o processo de torneamento. Assim, a medição da rugosidade efetuou-se por meio de um rugosímetro digital, com um comprimento de amostragem (*cut off*) de 0,8 mm.

Em todos os diâmetros resultantes da usinagem, realizou-se a medida de rugosidade. Para obter dados confiáveis, efetuou-se três medições em cada diâmetro, sendo estes em locais distintos. Após as medições de rugosidade, calculou-se a média aritmética dos valores obtidos.

3.7 MONITORAMENTO DA POTÊNCIA CONSUMIDA

O monitoramento ocorreu em um torno universal, baseando-se na energia consumida durante o funcionamento da máquina. Com o instrumento utilizado, possibilitou-se a avaliação da potência ativa (kW); a potência aparente (kVA); e o fator de potência (PF).

No monitoramento da potência consumida no torneamento, ocorreu três medições para cada parâmetro, a cada passe da ferramenta. As medições aconteceram no acionamento, no corte e na finalização do corte. Após as medições efetuou-se a média aritmética dos valores encontrados.

4 RESULTADOS

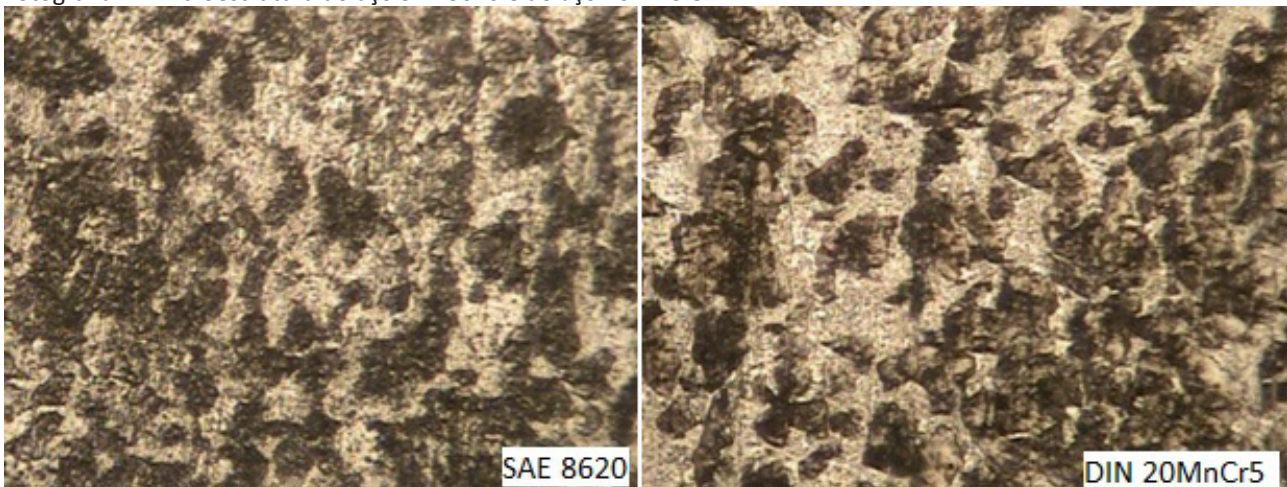
Os resultados foram baseados na análise da microestrutura e da composição química; na avaliação do acabamento superficial e no monitoramento da potência consumida durante o processo de torneamento.

4.1 ANÁLISE DA MICROESTRUTURA E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os aços possuem composição química diferentes. O aço SAE 8620 tem a presença de níquel e do molibdênio. O aço DIN 20MnCr5 não possui estes componentes, porém existe a presença de silício, e teores maiores de cromo e manganês. Na literatura consta que a presença de níquel no aço SAE 8620, o qual aumenta a tenacidade do material. A presença do molibdênio estabiliza a relação de dureza e tenacidade, por ser elemento formador de carbonetos. Já no aço DIN 20MnCr5 os maiores teores de cromo, manganês e silício beneficiam o aumento da dureza no material.

Pode-se observar na microestrutura dos aços, por meio da metalografia, a presença da ferrita e da perlita. Com o processamento em uma imagem digital tem-se uma melhor identificação de detalhes da microestrutura, como os contornos de grão da ferrita e as lamelas de perlita. A Fotografia 2 ilustra as microestruturas dos aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5.

Fotografia 2– Microestrutura do aço SAE 8620 e do aço 20MnCr5



Fonte: os autores.

4.2 AVALIAÇÃO DO ACABAMENTO SUPERFICIAL

Na avaliação do acabamento superficial como índice de usinabilidade pode-se observar uma pequena diferença entre o aço DIN 20MnCr5 e o aço SAE 8620, conforme apresentam as Tabelas 3 e 4 e Gráficos 2, 3 e 5. Esta variação de rugosidade na superfície dos aços ocorreu em função da velocidade de corte. Essa de fato por ser o principal fator de desgaste da ferramenta, pois a profundidade de corte e o avanço foram os mesmos para os testes.

Tabela 3 – Teste de usinabilidade do aço DIN 20MnCr5

Nº passes	ap (mm)	f (mm)	n (RPM)	d (mm)	Vc (m/min)	Rugosidade (µm)
1	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	0,7
2	4,5	0,1	2500	45	388,761	1,3
3	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	1,38
4	4,5	0,1	2500	36	318,077	0,89
5	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	1,15
6	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,69
7	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,99
8	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	0,71
9	4,5	0,1	2500	45	388,761	0,78
10	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	0,94
11	4,5	0,1	2500	36	318,077	1,06
12	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	0,79
13	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,22
14	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,32
15	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	0,75
16	4,5	0,1	2500	45	388,761	0,97
17	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	0,86
18	4,5	0,1	2500	36	318,077	0,94
19	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	1,31
20	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,67
21	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,17
22	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	1,02
23	4,5	0,1	2500	45	388,761	0,85
24	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	0,84
25	4,5	0,1	2500	36	318,077	1,07
26	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	0,81
27	4,5	0,1	2500	27	247,393	0,94
28	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,01

Fonte: os autores.

A Tabela 4 apresenta os dados obtidos na avaliação do acabamento superficial para o para o aço SAE 8620.

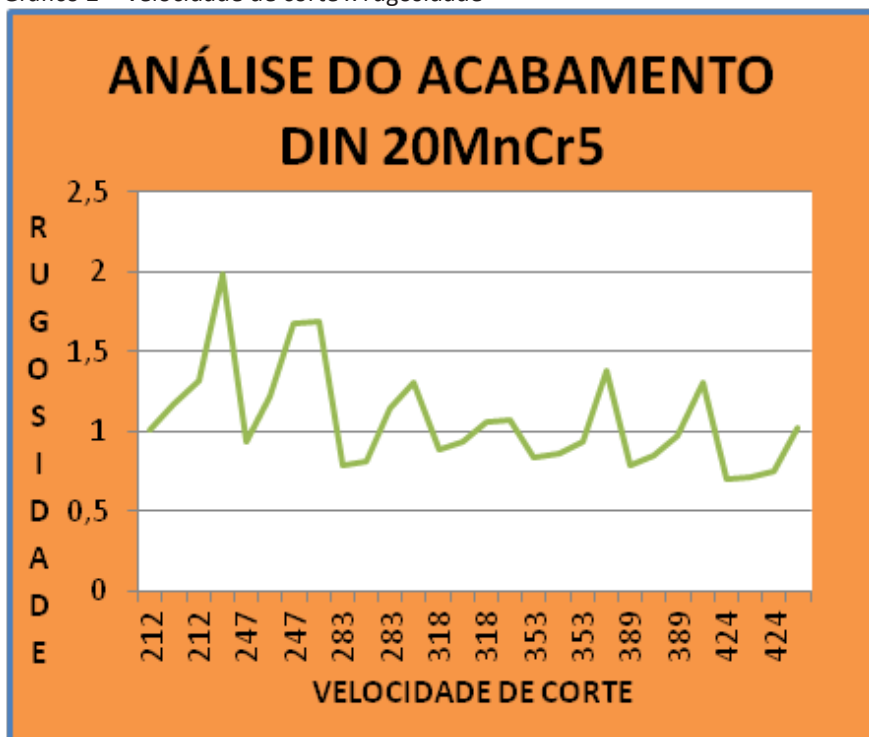
Tabela 4 – Teste de usinabilidade do aço SAE 8620

N°	ap (mm)	f (mm)	n (RPM)	d (mm)	Vc (m/min)	Rugosidade (µm)
1	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	0,69
2	4,5	0,1	2500	45	388,761	0,89
3	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	2,04
4	4,5	0,1	2500	36	318,077	0,79
5	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	0,69
6	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,69
7	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	2,25
8	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	0,89
9	4,5	0,1	2500	45	388,761	0,91
10	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	1,05
11	4,5	0,1	2500	36	318,077	0,93
12	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	0,85
13	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,14
14	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,77
15	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	1,08
16	4,5	0,1	2500	45	388,761	1,03
17	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	1,19
18	4,5	0,1	2500	36	318,077	1,11
19	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	1,06
20	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,44
21	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,84
22	4,5	0,1	2500	49,5	424,103	Abortado
23	4,5	0,1	2500	45	388,761	Abortado
24	4,5	0,1	2500	40,5	353,419	1,08
25	4,5	0,1	2500	36	318,077	1,52
26	4,5	0,1	2500	31,5	282,735	0,92
27	4,5	0,1	2500	27	247,393	1,04
28	4,5	0,1	2500	22,5	212,051	1,4

Fonte: os autores.

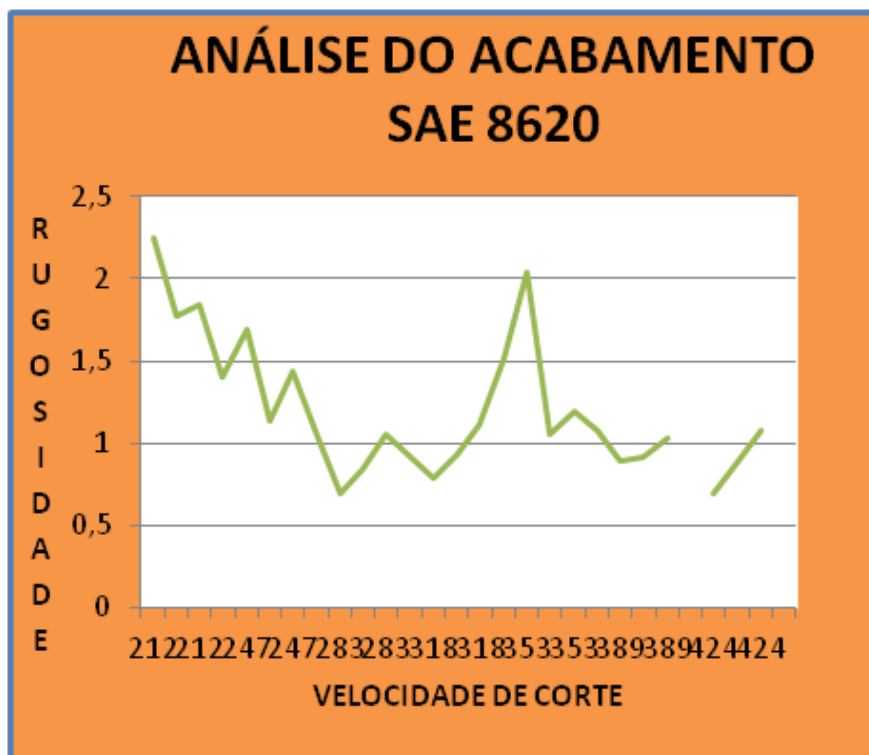
Mediante os dados das tabelas foi possível construir os respectivos gráficos 2 e 3 dos aços DIN 20MnCr5 e SAE 8620, baseados na velocidade de corte *versus* a rugosidade.

Gráfico 2 – Velocidade de corte x rugosidade



Fonte: os autores.

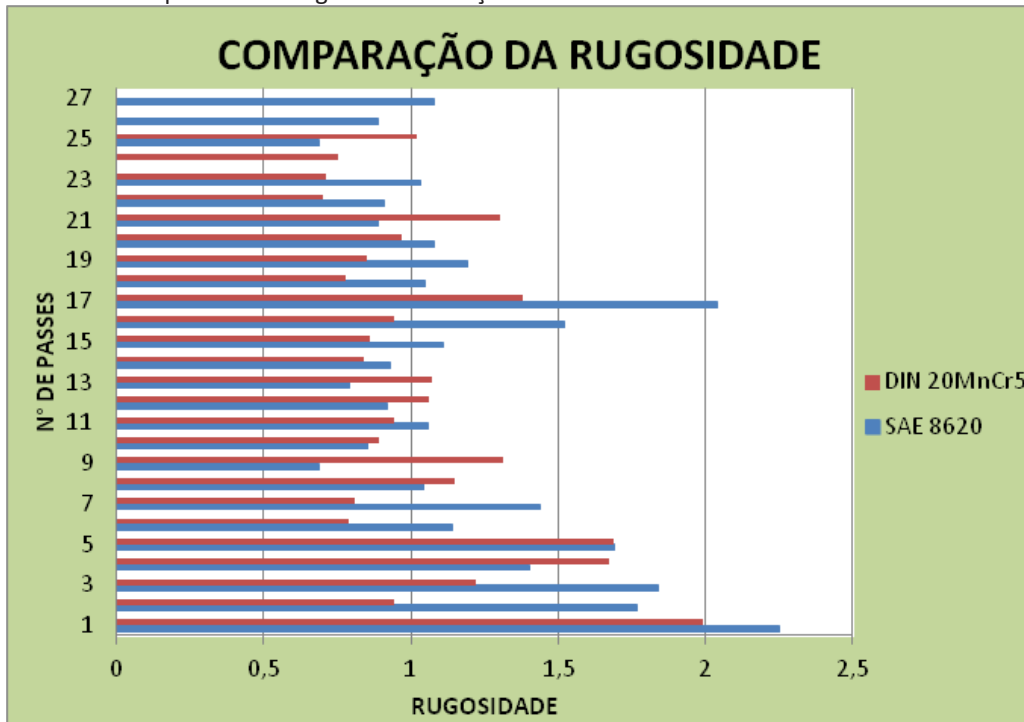
Gráfico 3 – Velocidade de corte x rugosidade



Fonte: os autores.

Comparando-se os valores da rugosidade obtidos nos dois aços avaliados, nota-se, com o auxílio do Gráfico 3, que não há grande dispersão entre os resultados obtidos na análise do acabamento superficial.

Gráfico 4: Comparativo da rugosidade dos aços



Fonte: os autores

Assim, a Fotografia 3 mostram respectivamente a forma do cavaco dos aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5 gerada na avaliação do acabamento superficial dos aços, observou-se que o formato do cavaco é fita.

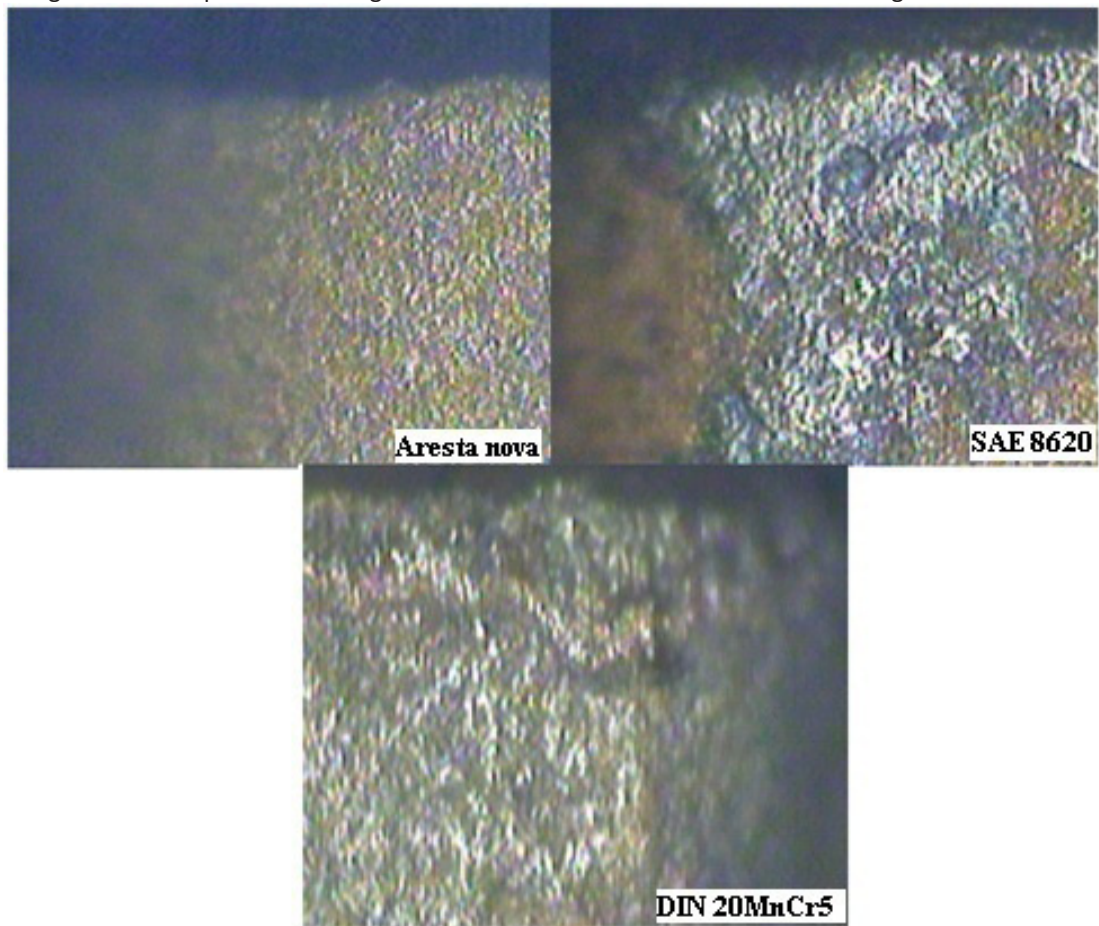
Fotografia 3 – Forma do cavaco do aço SAE 8620 e do aço DIN 20MnCr5



Fonte: os autores.

Comparando-se os dados obtidos com as ferramentas utilizadas na avaliação do acabamento superficial, verificou-se que não houve desgaste prematuro nas ferramentas (Fotografia 3).

Fotografia 4 – Comparativo de desgaste das ferramentas utilizadas na análise da rugosidade

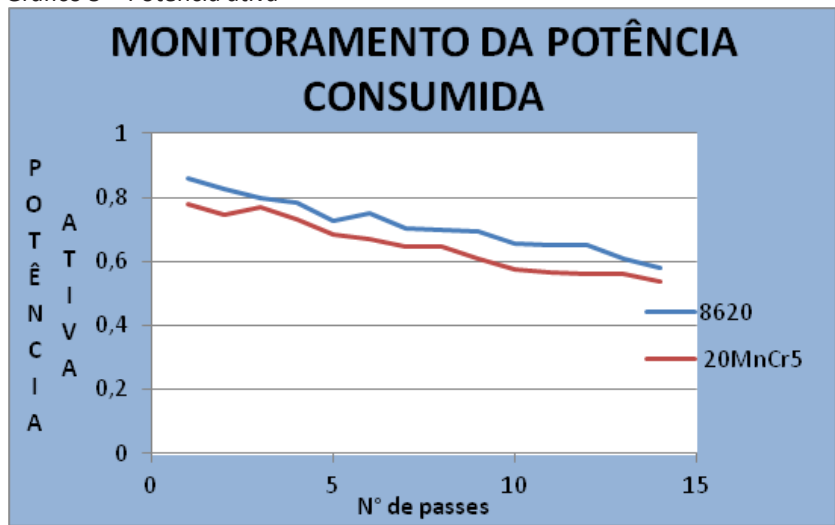


Fonte: os autores.

4.3 MONITORAMENTO DA POTÊNCIA CONSUMIDA

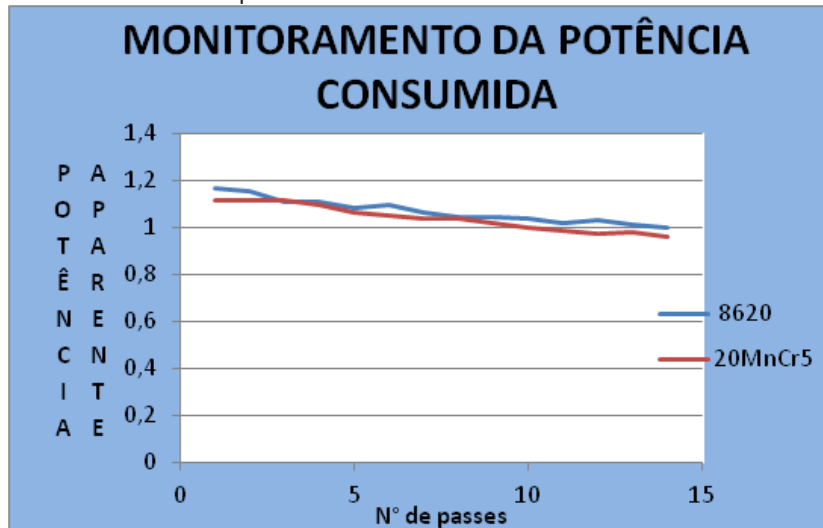
O monitoramento da potência consumida no processo de torneamento entre os aços DIN 20MnCr5 e SAE 8620, estão baseados valores da potência ativa, potência aparente e fator de potência. Por esses parâmetros tem-se uma base do comportamento do torno-mecânico na usinagem dos aços utilizados.

Gráfico 5 – Potência ativa



Fonte: os autores.

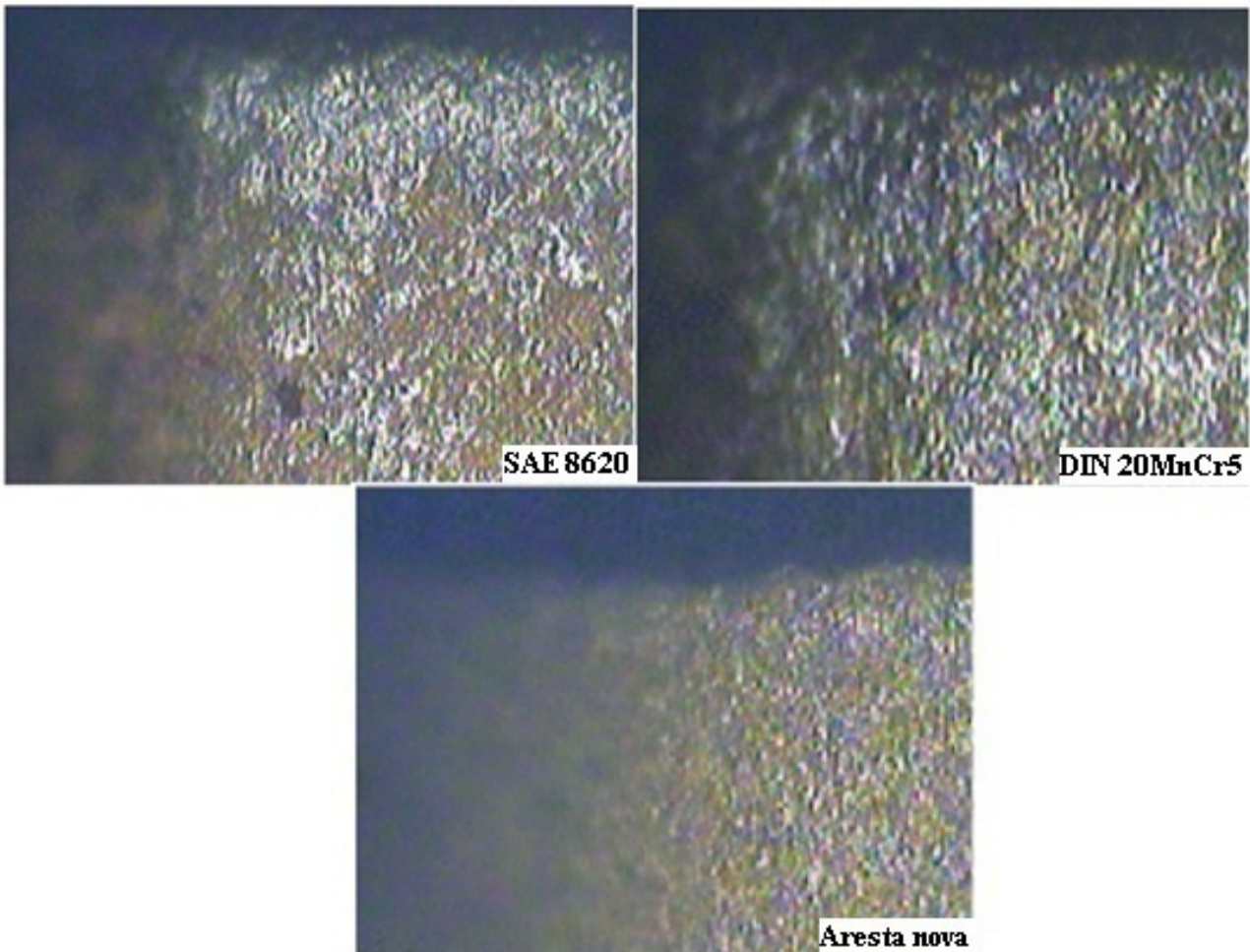
Gráfico 6 – Potência aparente



Fonte: os autores.

No teste de monitoramento da potência consumida não ocorreu desgaste prematuro nas ferramentas de usinagem dos dois aços, conforme a Fotografia 5.

Fotografia 5 – Comparativo de desgaste das ferramentas utilizadas no monitoramento de potência



Fonte: os autores.

5 CONCLUSÃO

Considerando os parâmetros de usinagem especificados no processo de torneamento dos aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5, observou-se que eles exercem influência significativa no tempo de vida da ferramenta. Também que o aumento de cada um destes, contribui para a redução considerável da vida útil da ferramenta de corte.

Pelo estudo realizado, entende-se que a velocidade de corte foi o principal fator de influência na análise da usinabilidade dos aços. Juntamente com a forma do cavaco, quanto maior a velocidade de corte mais desfavorável era o seu manuseio.

Não foi encontrado nenhum vestígio de desgaste nas ferramentas durante todos os ensaios de usinagem, tanto no primeiro ensaio quanto no segundo. Mesmo para as condições de usinagem mais severas, não se detectou nenhuma marca de desgaste nas ferramentas.

A composição química dos aços estudados, não influenciou na avaliação do acabamento superficial pelo parâmetro de rugosidade Ra e pelo monitoramento da potência consumida no processo de torneamento.

Durante o ensaio de avaliação do acabamento superficial e o teste do monitoramento da potência consumida, observou-se que os dois aços tiveram o mesmo comportamento, perante os padrões utilizados.

Diante da análise das microestruturas e da composição química dos aços, e pelos resultados obtidos no ensaio da avaliação do acabamento superficial e nos testes do monitoramento da potência consumida, percebeu-se que os aços SAE 8620 e DIN 20MnCr5 têm usinabilidade semelhante.

REFERÊNCIAS

AGROADS. **Ligado Aço Din 20mncr5**. 2011. Disponível em: <http://www.agroads.com.br/ligado-aco-din-20mncr5_42917.html>. Acesso em: 10 nov. 2010.

AMORIM, Heraldo José de. **Estudo da relação entre velocidade de corte, desgaste de ferramenta, rugosidade e forças de usinagem em torneamento com ferramenta de metal duro**. 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3791/000343470.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011.

CHIAVIRINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos**. 7. ed. São Paulo: ABM, 2005.

DINIZ, Anselmo Eduardo; et al. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 5. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2006.

EBAH. **Rugosidade**. [2010?]. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAJuAAK/rugosidade>>. Acesso em: 23 maio 2010.

FERRARESI, Dino. **Usinagem dos metais**. São Paulo: Blücher, 1970. v. 1.

JÚNIOR, Adhemar José Spinelli. **Análise do processo de torneamento a quente auxiliado por resistência elétrica de quartzo**. 2004. 110 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Industrial)-Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2004. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/33004056080P8/2004/spinellijunior_me_bauru_%20prot.pdf>. Acesso em: 4 maio 2011.

WESTRUPP, Fernando Lemonje. **Análise da viabilidade da usinagem de compósito de matriz de epóxi com cargas de ferro visando a sua utilização em moldes de injeção**. 2008. 94 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica)-Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=852>. Acesso em: 29 abr. 2011.

