

# UMA ANÁLISE DA USINAGEM DE RESINAS PARA FERRAMENTAL RÁPIDO

## **Neri Volpato**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/DAMEC/NuFER

Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901

*nvolpato@cefetpr.br*

## **Otávio Derenievicki Filho**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/NuFER

Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901

*otavio.derenievicki@pr.senai.br*

**Resumo.** *O uso de protótipo acelera o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP), diminuindo custos de desenvolvimento. Para a fabricação de protótipos, no caso de peças de plástico injetadas, além das tecnologias de Prototipagem Rápida (PR), algumas técnicas estão sendo desenvolvidas para a obtenção de moldes protótipos. Dentre as opções disponíveis, o Ferramental Rápido Usinado é uma técnica que utiliza a usinagem CNC (Comando Numérico Computadorizado) e materiais de fácil usinabilidade, para a obtenção destes moldes protótipos. Estes moldes servem para a injeção de um pequeno número de peças de plástico destinadas a testes funcionais. Para o desenvolvimento dos moldes, vários materiais podem ser aplicados, dentre os quais resinas poliméricas. No entanto, observa-se uma carência de dados disponíveis a respeito dos parâmetros de usinagem e comportamento das resinas quando usinadas. O presente trabalho apresenta um estudo sobre parâmetros de corte de fresamento, aplicados na usinagem de diferentes resinas comerciais, utilizando um centro de usinagem CNC convencional. Para este estudo foram usinadas cinco diferentes tipos de resinas, considerando a variação do Avanço por dente ( $f_z$ ) e Velocidade de corte ( $v_c$ ). Foram analisadas a rugosidade da superfície usinada e o lascamento das bordas das resinas na saída da ferramenta. Os resultados mostram que as resinas testadas podem ser usinadas em máquinas CNC convencionais, devendo-se, no entanto, aplicar os parâmetros de corte adequados para evitar lascamentos e atingir o acabamento superficial desejado.*

**Palavras chave:** *Usinagem, Resinas, Ferramental Rápido*

## **1. INTRODUÇÃO**

As empresas estão continuamente buscando agilizar o processo de desenvolvimento de novos produtos visando a redução do ciclo de vida. Neste contexto, também as empresas que atuam no ramo de injeção de plásticos estão buscando inserir novas técnicas ou aprimorar as já existentes, visando redução do tempo e custo do processo<sup>(1, 2)</sup>.

Entre as alternativas existentes, as tecnologias de Prototipagem Rápida têm se tornado uma opção importante no desenvolvimento de protótipos físicos<sup>(2)</sup>. Adicionalmente, estas tecnologias podem ser utilizadas para a obtenção de ferramentas de injeção de plásticos através da construção de insertos para moldes protótipos, uma área conhecida como Ferramental Rápido.

Como alternativa à obtenção de insertos protótipos para moldes de injeção, tem-se o Ferramental Rápido Usinado, que utiliza conjuntamente as tecnologias CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e CNC (*Computer Numeric Control*)<sup>(3)</sup>. Para a

construção de insertos através de usinagem, vários materiais podem ser utilizados, dentre os quais, algumas resinas poliméricas, tipo resinas à base de epóxi ou poliuretano. O uso destas resinas tem direcionado alguns estudos a respeito da usinabilidade das mesmas<sup>(4)</sup>.

Lanz *et al*<sup>(5)</sup> apresentaram um estudo de usinagem de uma resina epóxi com carga de alumínio. Os parâmetros controlados neste estudo foram o avanço por dente, velocidade de corte e profundidade de corte. Três aspectos constituíram fatores de análise do experimento: forças de usinagem, acabamento superficial e o lascamento do material na saída da ferramenta. As conclusões dos autores indicam que as forças resultantes e o rompimento do material são afetados pela profundidade de corte e avanço por dente. Adicionalmente, os autores indicam que os resultados de avanços por dente e acabamento superficial foram semelhantes aos observados na usinagem de metais. O aumento do avanço por dente foi apontado como um dos responsáveis diretos pelo aumento dos lascamentos do material usinado. A Figura 1 mostra um dos testes realizados pelos autores onde os lascamentos nas bordas do material podem ser observados.

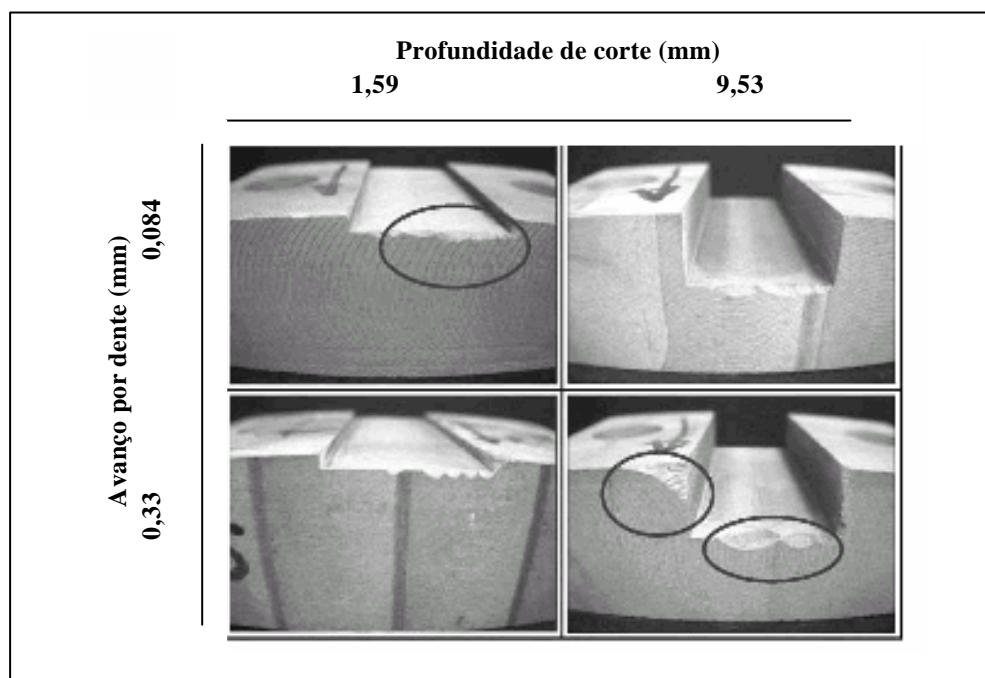


Figura 1. Demonstração de ensaios do lascamento do material por Lanz *et al*<sup>(5)</sup>

Yang e Ryu<sup>(4)</sup> também apresentaram estudos de desenvolvimento de um composto direcionado para a usinagem de moldes protótipos, cuja composição apresenta uma resina epóxi reforçada com pó de alumínio. O trabalho visava o desenvolvimento de uma resina para a usinagem em máquinas CNC, notadamente para máquinas com tecnologia HSM (*High Speed Machining*). Os autores realizaram testes de propriedades mecânicas, assim como testes de usinabilidade. Como exemplo de aplicação foi usinado um molde de uma ventoinha e algumas peças foram injetadas. Os autores concluem que as resinas oferecem possibilidades de serem usinadas, no entanto, há a necessidade de se estabelecer parâmetros de corte adequados.

Volpato *et al*<sup>(9)</sup> também realizaram testes de usinagem em resinas e relatam a ocorrência de lascamento na usinagem da resina Express 2000 para algumas condições de corte.

No caso de resinas comerciais os fornecedores, Vantico<sup>(7)</sup> e Axson<sup>(8)</sup>, indicam dados de corte para seus produtos que muitas vezes ultrapassam as condições das máquinas CNC convencionais. Estas indicações sugerem que estes dados são direcionados para máquinas com a tecnologia HSM.

O interesse em explorar parâmetros de corte para máquinas CNC convencionais se deve ao fato de que o número destas máquinas no mercado é, no momento, muito maior do que as máquinas HSM. Além disso, o fato de alguns estudos chamarem a atenção para a possibilidade de lascamento do material, o que é inaceitável para a aplicação em Ferramental Rápido, reforça a necessidade de se estabelecer parâmetros de corte que não provoquem tal efeito. De uma maneira geral se observa a

carência de informações a respeito de dados de corte para resinas, sendo então necessária a ampliação destas informações. Estes são os objetivos deste trabalho e para atingir os mesmos, foram realizados testes de fresamento em algumas resinas do mercado utilizando máquina CNC convencional. Os testes realizados envolveram dois parâmetros de usinagem como variáveis a saber: avanço e velocidade de corte. Foram analisadas algumas características dos materiais após a usinagem como a rugosidade da superfície usinada e o lascamento do material. O presente trabalho apresenta a metodologia aplicada para a realização dos ensaios e os resultados obtidos.

## 2. PROCEDIMENTO DO ENSAIO – METODOLOGIA

### 2.1. Resinas

Para o ensaio foram selecionadas cinco resinas comerciais, ofertadas no mercado em placas com dimensões médias de 50x500x1500mm. Suas principais características e propriedades são apresentadas na Tabela 1. A seleção das resinas deu-se tomando como referência as propriedades identificadas nas resinas 5166 e Express 2000, identificadas por Volpato *et al*<sup>(9)</sup> como sendo aplicáveis para a injeção de plásticos. Também foram consideradas as indicações dos fabricantes das resinas, Hard<sup>(6)</sup>, Vantico<sup>(7)</sup> e Axson<sup>(8)</sup> para esta escolha.

### 2.2. Variáveis do processo

Para a realização dos ensaios foram selecionados alguns parâmetros de corte de acordo com indicações dos fabricantes de resinas e também foram considerados na escolha os estudos de Lanz *et al*<sup>(5)</sup> e Yang e Ryu<sup>(4)</sup>. Foi selecionada uma fresa de topo reto de 10mm de diâmetro e quatro facas, de metal duro com cobertura TiAlN.

A escolha do diâmetro da ferramenta se deu em função das dimensões limitadas de algumas amostras de material disponíveis para os testes, sendo também suficiente para proporcionar um canal com a largura necessária para a inserção do rugosímetro. O balanço da ferramenta (comprimento de montagem para fora da pinça) utilizado foi de 25mm. A profundidade de corte aplicada foi de 3mm. Segundo a Vantico<sup>(7)</sup>, esta é a máxima profundidade de corte aplicada para o acabamento, entendendo-se também que trata-se do limite de transição entre o desbaste e o acabamento. Neste estudo optou-se por não variar a profundidade de corte devido à limitação de material para teste.

O comprimento de usinagem utilizado foi de 50mm, que corresponde à espessura de fornecimento das placas usináveis, sendo suficiente para a medição da rugosidade e observação do lascamento.

As velocidades de corte ( $v_c$ ) selecionadas foram de 100m/min e de 157m/min. Segundo a Vantico<sup>(7)</sup> e Axson<sup>(8)</sup>, a  $v_c=100$ m/min refere-se à velocidade mínima recomendada. Por outro lado, a  $v_c=157$ m/min, refere-se à máxima  $v_c$  possível de ser atingida com segurança, com a ferramenta escolhida, a 5000rpm, no equipamento CNC selecionado. O equipamento utilizado foi um centro de usinagem CNC de três eixos, marca ROMI, modelo Discovery 4022, disponível no SENAI-PR (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Departamento Regional do Paraná). Este equipamento apresenta uma rotação máxima de 6000rpm no fuso porta ferramentas.

Os avanços por faca ( $f_z$ ) utilizados foram determinados junto aos catálogos de fabricantes de resinas: Vantico<sup>(7)</sup> e Axson<sup>(8)</sup>, e artigos consultados de Yang e Ryu<sup>(4)</sup>, e Lanz *et al*<sup>(5)</sup>, referem-se aos valores médios encontrados. Foram selecionados os valores extremos dos avanços por faca ( $f_z=0,025$  e  $f_z=0,30$ mm), e para determinar os demais se optou em dobrar o avanço, partindo-se do menor valor.

O acabamento superficial foi avaliado com um rugosímetro modelo SJ-201 Mitutoyo, utilizando um *cut off* de 0,8x5 e comprimento de medida igual a 5,6mm. Foram realizadas três medições em cada canal fresado para a retirada do valor de rugosidade média. A avaliação do lascamento do material na saída da ferramenta foi realizada visualmente com o auxílio de lentes com aumento de 10X (dez vezes).

### 2.3. Realização da Usinagem

As amostras de resinas foram fixadas em uma morsa e posicionadas através de um batente. Para a garantia da aplicação dos parâmetros de corte, foi realizado um programa de CNC, e realizada a preparação da máquina.

Tabela 1. Características das resinas em estudo

Propriedades	Resina 1 PC 1040	Resina 2 PN 651	Resina 3 Express 2000	Resina 4 LAB 1000	Resina 5 5166
Aplicação	Ferramentas, conformação e estiramento de chapas por pressão e martelamento, modelos de fundição	Modelos máster, modelos de teste, modelos cúbicos	Moldes de injeção de termoplásticos e dispositivos para alta temperatura	Ferramenta de estampagem, gabaritos de controle, ferramenta para conformação manual, dispositivos de controle	Ferramentas de conformação de chapas, gabaritos de aferição de controle
Cor	Amarelo	Marrom claro	Cinza	ND	Marfim
Densidade Kg/m <sup>3</sup>	1200	700	1800	1670	1700
Dureza shore (D)	80	55	90-91	89	85-90
Coefficiente de dilatação térmica 10 <sup>-6</sup> mm/mm°C	85	50	40-45	50	45-60
Resistência à compressão N/mm <sup>2</sup>	60	33	250-260	92	90-100
Resistência à flexão N/mm <sup>2</sup>	90	30	80-85	ND	55-65
Fabricante	Hard <sup>(6)</sup>	Hard <sup>(6)</sup>	Vantico <sup>(7)</sup>	Axson <sup>(8)</sup>	Vantico <sup>(7)</sup>

ND= Não Disponível

Em cada amostra foram realizados 10 canais de iguais dimensões (ver Figura 2), mantendo-se fixa a profundidade de corte e variando as velocidades de corte e os avanços (ver Tabela 2).

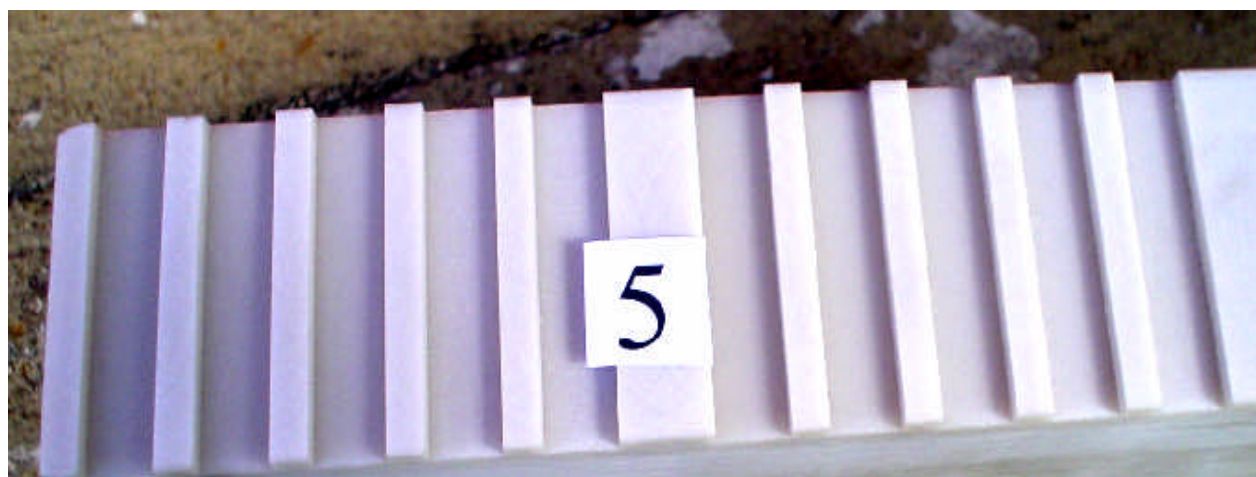


Figura 2. Canais usinados em uma das resinas em estudo – Resina 5166

Tabela 2. Parâmetros de corte selecionados

Profundidade de corte 3mm			
$v_c1= 100\text{m/min}$		$v_c2= 157\text{m/min}$	
fz 1	0,025	fz 1	0,025
fz 2	0,05	fz 2	0,05
fz 3	0,1	fz 3	0,1
fz 4	0,2	fz 4	0,2
fz 5	0,3	fz 5	0,3

Nota: fz = Avanço por dente (mm/dente)

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Rugosidade

A média da rugosidade Ra ( $\mu\text{m}$ ) da superfície usinada está apresentada nas Tabelas 3 e 4. Nota-se que à medida que se aumentam os avanços, também os valores de rugosidade aumentam, em ambas velocidades de corte (ver Figura 3).

Também se pode observar que, em grande parte das rugosidades, houve redução dos valores de Ra para a maior velocidade de corte. No entanto, pode ser observado que a resina LAB 1000 apresentou resultados diferentes das demais resinas, pois com o aumento da velocidade de corte, os valores de rugosidade também aumentaram. A resina PN 651 apresentou valores de rugosidades bastante elevados, bem maiores que as demais resinas.

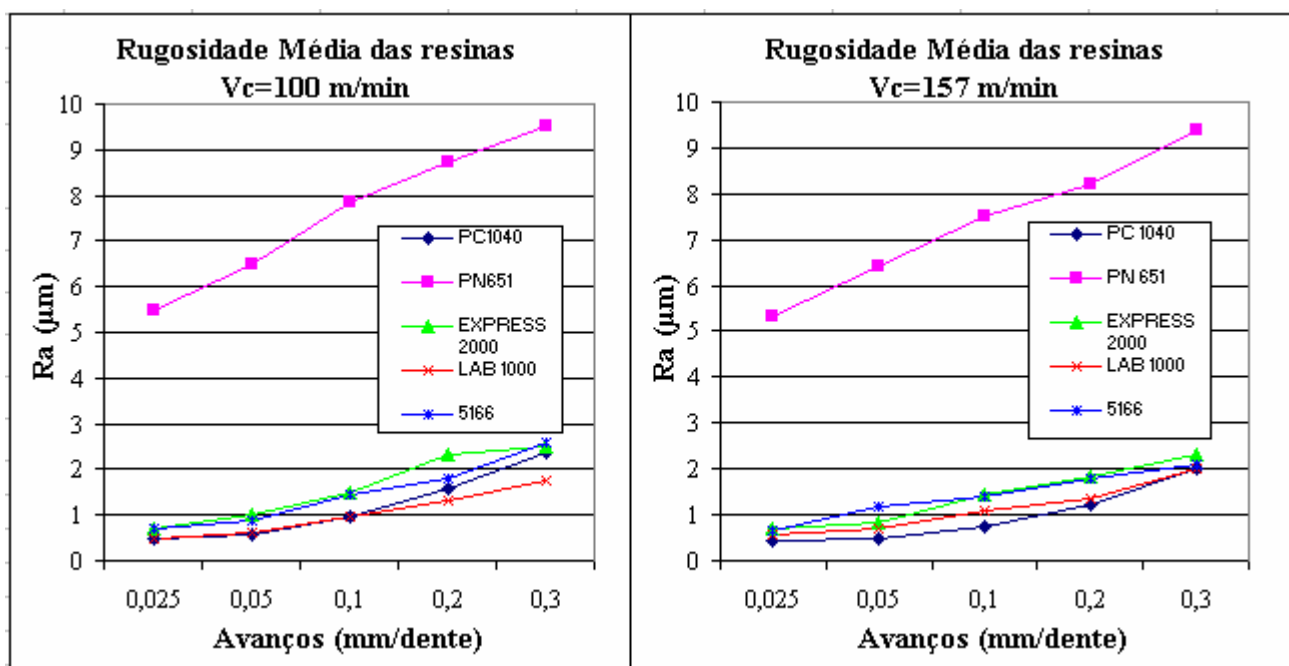


Figura 3. Comparação entre as rugosidades das diversas resinas

Tabela 3. Rugosidade média Ra ( $\mu\text{m}$ ) obtida com  $v_c = 100\text{m/min}$

fz (mm/dente)	PC 1040 Ra	PN651 Ra	Express 2000 Ra	LAB 1000 Ra	5166 Ra
0,025	0,49	5,50	0,71	0,48	0,71
0,05	0,55	6,47	1,01	0,61	0,87
0,1	0,96	7,87	1,48	0,96	1,46
0,2	1,56	8,72	2,31	1,31	1,82
0,3	2,39	9,50	2,52	1,76	2,57

Tabela 4. Rugosidade média Ra ( $\mu\text{m}$ ) obtida com  $v_c = 157\text{m/min}$

fz (mm/dente)	PC 1040	PN651	Express 2000	LAB 1000	5166
	Ra	Ra	Ra	Ra	Ra
0,025	0,42	5,34	0,70	0,58	0,67
0,05	0,50	6,44	0,84	0,68	1,20
0,1	0,74	7,53	1,45	1,07	1,38
0,2	1,23	8,21	1,83	1,37	1,78
0,3	2,03	9,38	2,33	1,99	2,11

### 3.2. Lascamentos

Com o uso da lente de aumento de 10X (dez vezes), foi observado o comportamento das resinas em relação aos lascamentos do material na saída da ferramenta (ver Figura 4).

Na Tabela 5 estão os lascamentos observados, considerando as velocidades de corte e avanços utilizados. Na resina EXPRESS 2000, além do lascamento na saída da ferramenta, foram verificados lascamentos na entrada da ferramenta e na lateral direita do sentido de corte (ver Figura 5), observados para avanços acima de 0,1mm/dente em ambas velocidades de corte. Esta resina apresentou o maior número de lascamentos entre as demais resinas testadas.

Tabela 5. Relação da ocorrência de lascamento

fz	PC 1040		PN651		EXPRESS		LAB 1000		5166	
	$v_c1$	$v_c2$	$v_c1$	$v_c2$	$v_c1$	$v_c2$	$v_c1$	$v_c2$	$v_c1$	$v_c2$
0,025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-
0,2	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
0,3	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X

Nota: fz = Avanço por dente (mm/dente);  $v_c1$  = velocidade de corte 100m/min;  $v_c2$  = velocidade de corte 157m/min; Símbolos: (-) Sem ocorrência de fratura; (X) Com ocorrência de fratura.

A resina LAB 1000 também apresentou lascamento das paredes na região de saída da ferramenta, com maior ocorrência na  $v_c$  de 157m/min.

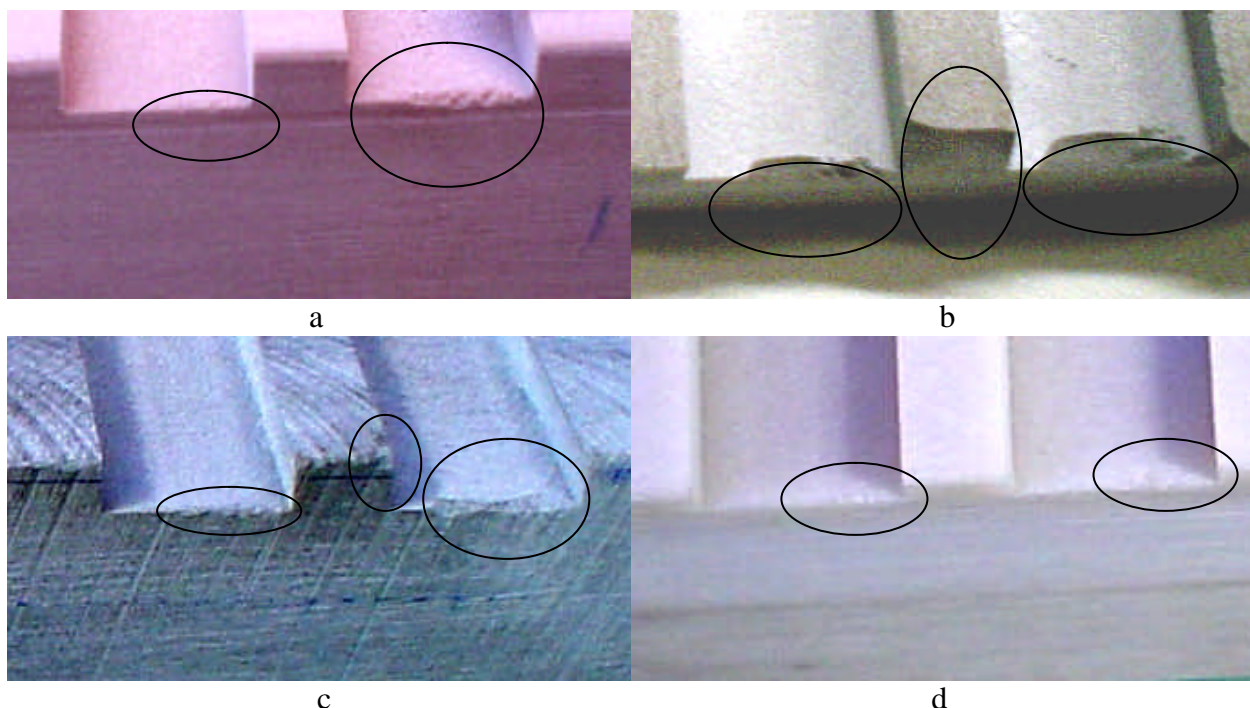


Figura 4. Lascamentos observados nas resinas: a) PN651, b) Express 2000, c) LAB 1000 e d) 5166



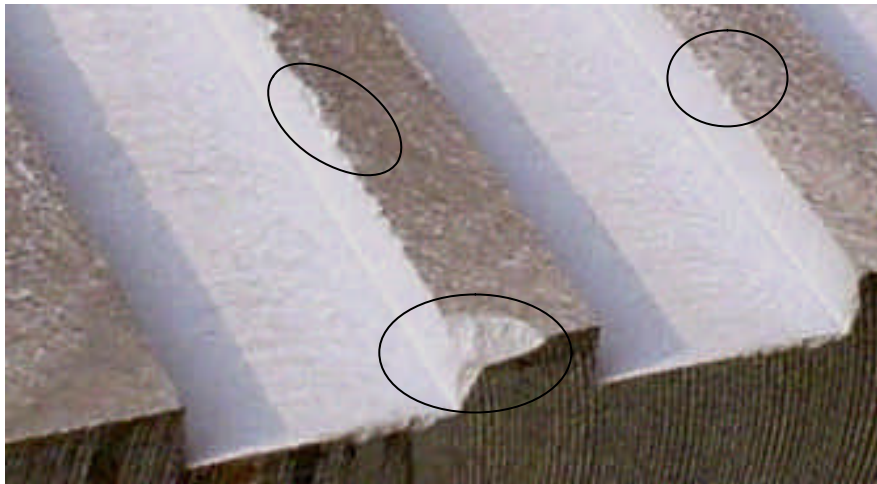


Figura 5. Lascamentos na entrada do corte e ao longo da lateral – Resina Express 2000

Em geral os lascamentos ocorridos na saída da ferramenta apresentam a tendência de ocorrer com maiores dimensões no lado esquerdo da linha de deslocamento da ferramenta (avanço) tomando como referência o sentido do corte. A Figura 4 apresenta a localização dos pontos de fratura e a Figura 6 apresenta esquematicamente a posição comumente observada para os lascamentos.

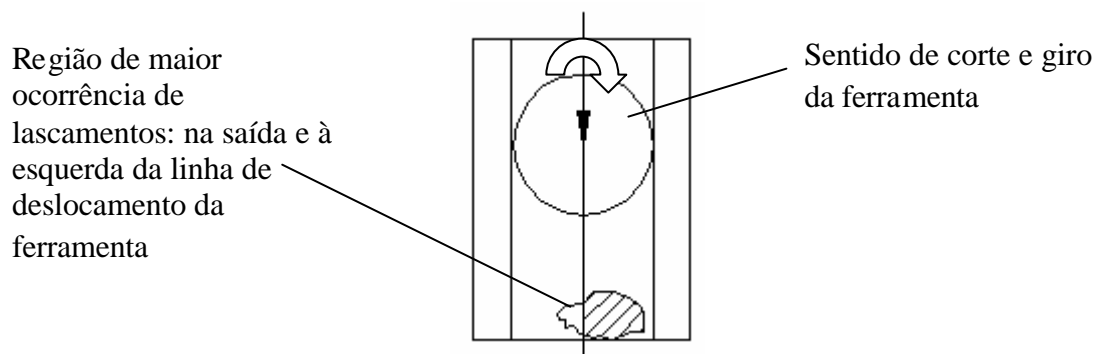


Figura 6. Representação esquemática da região de ocorrência de lascamentos

#### 4. DISCUSSÃO

A rugosidade da superfície usinada apresenta valores crescentes à medida que os valores de avanços vão aumentando. Também foi observado que para os mesmos valores de avanço, quando aplicadas maiores velocidades de corte os valores de rugosidade reduziram. Este resultado é coerente com o comportamento dos metais na usinagem e está em acordo com os resultados observados por Lanz *et al*<sup>(5)</sup>. Nota-se, no entanto, que não se trata de uma regra geral.

Foi observado que a resina PN 651 apresentou valores de rugosidade bastante elevados. Ao analisar suas propriedades na Tabela 1, se infere que este resultado pode estar relacionado principalmente a sua baixa densidade e dureza, quando comparada com as demais resinas. Já a resina PC 1040 apresentou a menor média de rugosidade entre as amostras testadas. A resina LAB 1000 apresentou menores valores de rugosidade quando usinada na menor velocidade de corte, o que foi um resultado inesperado. Este efeito pode estar ligado às suas propriedades, no entanto, não foi possível identificar as causas das diferenças encontradas, necessitando assim de um estudo mais detalhado do mesmo. É possível, no entanto, selecionar parâmetros de corte dentre os testados que possibilite a usinagem da maioria das resinas.

A Tabela 6 apresenta a relação de resinas e parâmetros de corte indicados para a obtenção da rugosidade  $R_a < 1,0\ \mu\text{m}$ , tomada como referência para este estudo. Também foram considerados parâmetros que não resultaram em fraturas nos testes realizados.

Tabela 6. Indicação de parâmetros de corte para as resinas testadas

Parâmetros recomendados	PC 1040	PN651	Express 2000	LAB 1000	5166
fz (mm/dente)	0,1	NI	0,05	0,1	0,05
v <sub>c</sub> (m/min)	157	NI	157	100	100

NI = Não indicada por apresentar valores mínimos de rugosidade acima de Ra < 1,0? m

O comportamento das resinas com relação aos lascamentos também foi observado. Para a resina Express 2000 o resultado é coerente com o relatado por Lanz *et al*<sup>(5)</sup> e Volpato *et al*<sup>(9)</sup>, onde se observa que com o aumento do avanço há um aumento da ocorrência dos lascamentos. Para as demais resinas testadas, nas quais houve ruptura das bordas, pode-se observar a mesma tendência.

No entanto, a resina LAB 1000 apresentou novamente um comportamento um pouco diferente. Mesmo aumentando a incidência de lascamentos com o aumento do avanço, os lascamentos iniciam com fz menor quando aplicadas maiores velocidades de corte, enquanto que a tendência geral foi a redução destas rupturas sob as mesmas condições. Este comportamento está coerente com o resultado anormal da rugosidade apontado anteriormente, mas também não teve sua causa identificada.

Foi possível observar que dentro dos parâmetros de corte utilizados, a resina PC1040 foi a única que não apresentou algum lascamento em nenhuma das amostras. As demais resinas apresentaram lascamentos, sendo a Express 2000 a que apresenta o início de lascamentos com os menores avanços. A Tabela 7 apresenta a lista das resinas estudadas, indicando em qual fz e v<sub>c</sub> ocorreu o primeiro lascamento. As resinas estão ordenadas de forma que demonstram qual resina apresentou lascamentos com avanço mais baixo.

Tabela 7. Classificação de resinas em relação à ocorrência do primeiro lascamento

Resina	fz (mm/dente)	v <sub>c</sub> (m/min)
Express 2000	0,05	100
Lab 1000	0,1	157
5166	0,2	100 e 157
PN 651	0,2	100 e 157
PC 1040	Sem lascamento	Sem lascamento

Ainda foi possível verificar que, com o aumento de avanço por dente, podem ocorrer lascamentos na entrada da ferramenta e nas laterais da amostra usinada. Estes casos ocorreram para as resinas Express 2000 (rupturas na entrada e laterais) e LAB 1000 com lascamentos nas saídas das laterais. Também foi observada a tendência de que os lascamentos na saída da ferramenta ocorram deslocados para a esquerda da linha de deslocamento da ferramenta.

## 5. CONCLUSÃO

O comportamento de algumas resinas comerciais em relação à sua usinabilidade foi estudado neste trabalho. De um modo geral conclui-se que as resinas podem ser usinadas em máquinas CNC convencionais, não havendo restrições aparentes para este emprego. Deve-se, no entanto, aplicar os parâmetros de corte adequados, evitando possíveis lascamentos e atingindo o nível de acabamento superficial desejado.

A análise da usinagem foi fundamentada na variação de dois parâmetros de corte (avanço por dente e velocidade de corte) e observadas as rugosidades e lascamentos das bordas das resinas na saída da ferramenta. Os resultados sugerem a utilização de velocidades de corte mais elevadas possíveis em uma máquina CNC convencional, em conjunto com pequenos valores de avanço por dente reduzindo desta forma a incidência dos lascamentos. Os valores de avanço por dente a serem aplicados podem ser diferenciados e devem ser determinados em função da resina em uso.



Em geral a rugosidade aumenta com o aumento do avanço por dente e apenas a resina PN 651 apresentou diferenças significativas de rugosidade em relação às demais, o que sugere uma análise dos valores encontrados em função de sua aplicação.

As resinas Express 2000 e LAB 1000 apresentaram um maior número de rupturas enquanto a resina PC1040 não as apresentou. Também foi verificado que o avanço por dente contribuiu mais para a ocorrência do lascamento do que a velocidade de corte. Um comportamento inesperado da resina LAB 1000 sugere a necessidade de um estudo mais detalhado sobre a sua usinagem.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sr. Gerber P. Dagostin, da empresa Eletrolux do Brasil S/A, pela doação de algumas amostras de resinas utilizadas neste estudo.

## 7. REFERÊNCIAS

1. MASON, James. Prototyping as a Key to Rapid Tooling. **Rapid tooling**. v.5, n.2, 1997. p.54-59.
2. YAN, Xue; GU, P. A review of rapid prototyping technologies and systems. **Computer-Aided Design**, v.28 n.4, 1996. p. 317-318.
3. HASSOLD, Rob. CNC Machining as a Rapid Prototyping Technique. **MMS online**, 1995.
4. YANG, M.Y.; RYU, S.G. Development of a composite suitable for rapid prototype machining. **Journal of Materials Processing Technology**, 2001. p. 280-284.
5. LANZ, Rubén W.; MELKOTE, Shreyes N.; KOTNIS, Mahesh. Machinability of rapid tooling composite board. **Journal of Materials Processing Technology**, 2002. p. 1-4.
6. HARD Indústria e Comércio LTDA. **Resinas e Placas**, 2004.
7. VANTICO LTDA. **Divisão de Adesivos e Ferramentaria**, 2002.
8. AXSON Brasil Comércio e Importação LTDA. **Placas Usináveis**, 2002.
9. VOLPATO, N.; AMORIM, J.R. and MANENTE, M.M. The Use of Epóxi Resins as Inserts for Injection Mould. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica**, São Paulo: COBEM, 2003. CD-ROM.

## AN ANALYSIS OF THE MACHINABILITY OF RAPID TOOLING RESINS

### Neri Volpato

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/DAMEC/NuFER  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901  
[nvolpato@cefetpr.br](mailto:nvolpato@cefetpr.br)

### Otávio Derenievicki Filho

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/NuFER  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901  
[otavio.derenievicki@pr.senai.br](mailto:otavio.derenievicki@pr.senai.br)

**Abstract.** *The use of prototype speeds up the Product Development Process (PDP) and reduces its costs. To manufacture prototypes of injected plastic parts, besides the Rapid Prototyping (RP) technologies, some techniques have been developed to obtain first the prototype moulds. Amongst the available options, the Rapid Tooling using machining is one technique that uses CNC (Computer Numeric Control) machining and easy to machine materials, to manufacture these prototype moulds. These moulds are used to obtain a small number of injected plastic parts for functional tests. Some materials can be applied in this technique, amongst them are the polymeric resins. However, there is a lack of machining data and also machining behaviour for the resins. The present work presents a study related to milling parameters of different commercial resins, using a*

*conventional CNC machining centre. For this study, five different kinds of resins have been machined, considering the variation of the feed per tooth (fz) and cutting speed ( $v_c$ ). Two parameters were observed, roughness and material break-out. The results shown that the tested resins can be machined in a conventional CNC machining centre, however the right machining parameters should be used in order to avoid break-out and to achieve the required surface roughness.*

**Keywords:** *CNC machining, Polymeric resins, Rapid Tooling*