



FACULDADE SATC
ENGENHARIA MECÂNICA



**RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA ÁREA DE
PESQUISA EM UMA EMPRESA DE USINAGEM E PROJETOS**

Eluana Mariele Turazzi Moreira

Criciúma,
Julho, 2020



Eluana Mariele Turazzi Moreira

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE ENGENHARIA MECÂNICA: ESTUDOS DE DESGASTE FERRAMENTAL EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Relatório de Estágio apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade SATC, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.



Alisson Turazzi Moreira



Luciano Dagostin Bilessimo, Dr. Eng.

Criciúma,
Julho, 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por Ele ser sempre tão presente em minha vida.

A meus pais, que são os meus maiores combustíveis de vida e exemplos grandiosos de união.

À Faculdade SATC, por proporcionarem um ensino de qualidade.

A meus familiares, que sempre me deram muito amor e carinho.

A meus mentores, que foram grandes bússolas em minha vida.

A meus amigos e a todos que já cruzaram meu caminho, pois tenho certeza que de alguma maneira me deixaram alguma lição, contribuindo para minha história.

À Novamec Serviços Industriais pela oportunidade de trabalho e disponibilização de tempo e apoio necessários ao desenvolvimento deste trabalho, e ao orientador de estágio, Alisson Turazzi Moreira.

RESUMO

A indústria metal mecânica exige cada vez mais o desenvolvimento dos processos de fabricação, principalmente a modernização das máquinas operatrizes e a evolução constante das ferramentas de corte. Diversos componentes mecânicos são fabricados através do processo de usinagem que consiste em remover uma camada de material da superfície da peça utilizando ferramentas de corte.

Todos os processamentos de metais brutos na forma de tarugo, em uma variedade de formatos, com geometria e usabilidade são obtidos através dos processos de fabricação mecânica. Dentre esses processos podemos dividi-los em convencionais e não convencionais. Os convencionais convencionam classificar aqueles em que há uso de ferramentas que removem material metálico de sua superfície ou núcleo (remoção de cavaco) ao passo que nos processos não convencionais, não há remoção de cavaco. Nestes últimos podemos citar a eletro erosão, os cortes por jato de água ou LASER e os fluxos abrasivos.

No presente relatório nos concentraremos nos processos convencionais, principalmente o torneamento, fresamento e furação, enfatizando procedimentos para minimizar os desgastes de ferramenta. Será descrito neste relatório todas as atividades da empresa e seu maquinário além dos estudos e aplicações desenvolvidas durante o estágio para melhorar a eficiência nos processos de usinagem.

Palavras-chave: Usinagem de metais, ferramentas, materiais.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Partes de um torno convencional	10
Figura 2 – Placa de fixação de torno mecânico	10
Figura 3 – Porta ferramentas	11
Figura 4 – (a) Ferramentas, (b) pastilhas de corte	11
Figura 5 – Nomograma	12
Figura 6 – Pastilha de corte desgastada	13
Figura 7 – (a) Pastilha de corte desgastada (microscopia), (b) Pastilha de corte desgastada (microscopia)	14
Figura 8 – Curva de alternância de temperatura da ferramenta do torno	15
Figura 9 – Cavaco extraído da peça	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Velocidades Indicadas para as ferramentas utilizadas na empresa	17
--------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATÖES

SIGLAS

SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera Catarinense

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	4
LISTA DE TABELAS	5
LISTA DE ABREVIACÕES	6
1. INTRODUÇÃO	8
1.2 A Empresa.....	9
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	9
3. CONCLUSÃO	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

Praticamente todos os processos de transformação na indústria metal mecânica dependem dos conhecimentos de usinagem dos metais. Este, um campo amplo e complexo que se estende desde o conhecimento dos materiais propriamente ditos até as tecnologias utilizadas para propiciar e alterar a geometria e fabricar as peças no formato, tolerância e dimensões desejadas.

No estudo dos materiais, é importante o conhecimento dos aços, suas ligas e respectivos tratamentos térmicos, pois cada tipo de material de acordo com sua dureza e tenacidade exigirá uma ferramenta parametrizada para melhor eficiência de corte. Assim por exemplo, um determinado tipo de aço, vai exigir velocidades de corte e até mesmo ângulo de incidência da ferramenta de corte, totalmente diferentes dos utilizados na usinagem do alumínio. Muito além disso, os estudos das ciências dos materiais são importantes na escolha da ferramenta e sua pastilha de corte. Como são elementos que atritam-se diretamente com o material metálico, para remoção de camadas, essas pastilhas possuem elevadas durezas e são fabricadas com os modernos processos de sinterização.

Em termos de fabricação mecânica, os processos de usinagem são classificados em usinagem convencional e não convencional. De maneira simples, os processos convencionais, são os processos clássicos existentes desde os primórdios da indústria metal mecânica. São efetuados através de ferramentas de corte, que removem camadas de material metálico para reproduzir a geometria e dimensão desejadas. Como exemplo desses processos temos: torneamento, fresamento, furação, retificação, dentre outros.

Os processos de fabricação não convencionais, por outro lado, utilizam técnicas bastante modernas, e tem como principal característica a não remoção de material metálico. Dentre esses processos estão: jato d'água, jato abrasivo, eletro erosão, laser, plasma, entre outros.

No presente relatório será avaliada uma empresa no ramo metal mecânico que atua na prestação de serviços, fabricando peças e máquinas sob demanda, customizadas segundo os requisitos dos clientes e respeitando a geometria, a tolerância e rugosidade, tendo em vista a máxima qualidade.

1.2 A Empresa

A empresa NOVAMEC Serviços industriais, localizada em Orleans/SC, dedica-se a fabricação de peças e máquinas para a indústria metal mecânica. Está há 12 anos no mercado, tendo vários clientes na região e em vários estados do país.

Embora uma empresa de médio porte, está na vanguarda tecnológica, procurando sempre adotar novas práticas e conhecimentos para garantir usinagens de melhor qualidade, otimização do processo e também melhores condições de segurança para os trabalhadores.

Também é uma empresa que adota o conhecimento como o principal ativo, recrutando colaboradores em formação acadêmica, motivados e sempre dispostos a aplicar os conhecimentos na prática.

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O principal objetivo do estágio realizado na empresa NOVAMEC Serviços Industriais foi estudar os desgastes de ferramentas utilizadas na empresa.

Com base no objetivo foram realizados diversos estudos preliminares sobre o que poderia contribuir para o desgaste dos materiais, e a partir de então concluir se a velocidade de rotação utilizada está indicada para cada material.

Inicialmente houve uma etapa para familiarizar o estagiário com o local, apresentando as principais máquinas nos processos de fabricação. Houve também a preparação para os principais materiais usinados na empresa.

Um dos principais processos da empresa envolve usinagem, por meio de tornos convencionais, CNC's e fresas. Após demonstrado a dificuldade em manter a velocidade correta para cada material e entregar o pedido no tempo certo, foi destinado ao estagiário a observação desses processos, bem como o estudo para redução do valor empregado na compra de pastilhas.

A maioria dos estudos foi feito com base em tornos convencionais e na utilização do mesmo pelos funcionários, e a laboração iniciou-se com questões de segurança, envolvendo a correta fixação da peça na placa de fixação do torno, sendo de vital importância para preservar a integridade do trabalhador e da

qualidade de usinagem. Qualquer fixação má empregada resulta em problemas de vibrações e impactam tanto no mau acabamento como também colaboram para o desgaste da peça.

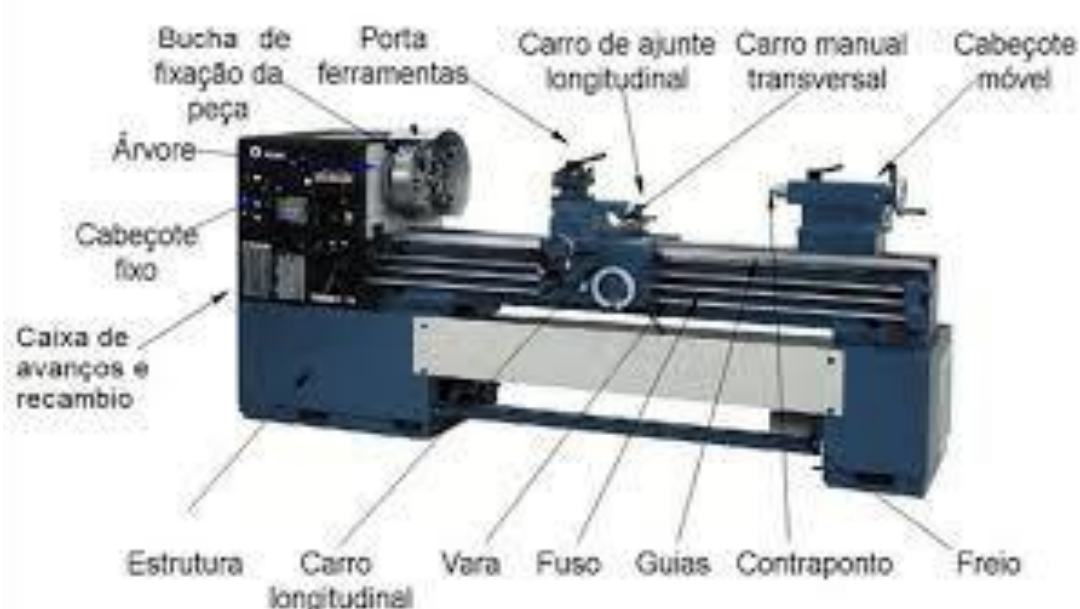


Figura 1 – Partes de um torno convencional (Google, 2020)



Figura 2 – Placa de fixação de tornos mecânicos (Fermecc, 2020)

Outra parte que demandou intenso treinamento para a segurança na operação foi no porta ferramentas, na qual a ferramenta propriamente dita é fixada.

Esta também deve estar bem fixa, pois qualquer vibração afeta substancialmente o acabamento, gera desgastes na pastilha de corte, e pode provocar acidentes.



Figura 3 – Porta Ferramentas (Quali Máquinas, 2020)

A ferramenta, fixada no porta ferramentas, nada mais é que uma haste metálica de elevada resistência, na qual vai fixado o mais importante dispositivo para realizar a usinagem, trata-se da pastilha de corte.

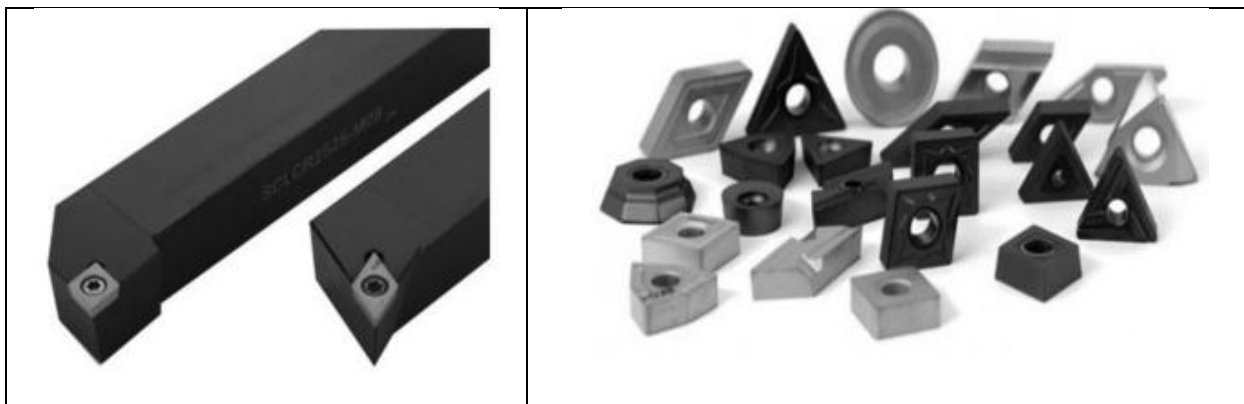


Figura 4 – (a) Ferramentas, (b) pastilhas de corte (Google, 2020).

No painel do torno também há um gráfico com as velocidades e diâmetros para qualquer tipo de aço, ou seja, o Nomograma.

Trata-se de um método rápido em ajustar a velocidade de corte, de acordo com o tipo de aço e respectiva dureza.

Porém, deve-se realçar a importância do cálculo teórico, não se limitando a um gráfico que não apresenta a totalidade de materiais metálicos possíveis.

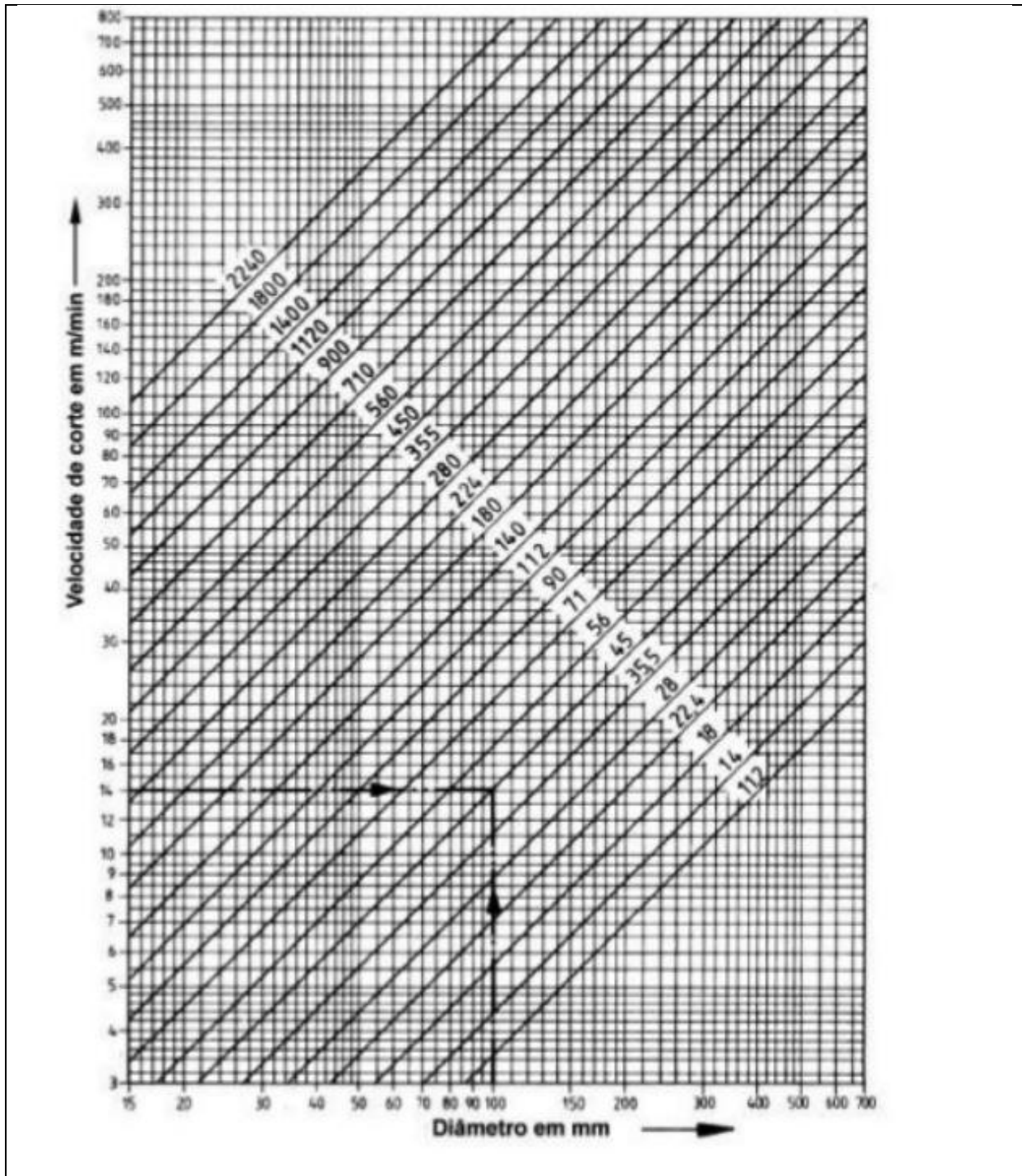


Figura 5 – Nomograma (Alisson Rocha, 2009)

Assim, sempre que possível foi feito os estudos teóricos, utilizando-se as fórmulas teóricas para velocidade de corte em tornos. Sabendo-se que o corte é a resultante do avanço da ferramenta e também da velocidade de rotação na qual o torno gira o tarugo metálico, conforme podemos ver na Eq. 1:

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000} \text{ [m/min]} \quad (1)$$

A velocidade de corte em função da rotação da peça é dada pela Eq. 2:

$$V_f = f \cdot n = f_z \cdot z \cdot n = \frac{f \cdot V_c \cdot 1000}{d \cdot \pi} \text{ [mm/min]} \quad (2)$$

Onde f é o avanço da ferramenta. Trata-se do deslocamento da ferramenta para uma rotação e por isso é dada em mm/rotação.

2.2 METALOGRAFIA, ACABAMENTA E DESGASTE FERRAMENTAL

Nesta etapa foram verificados em ensaios microscópicos a inspeção de qualidade das peças acabadas, como também uma manutenção preditiva a respeito dos desgastes nas pastilhas de corte.

Foram verificados nítidos desgastes em pastilhas, sendo necessário um plano de ação para a redução de desperdícios, como também o mau acabamento resultante de pastilhas desgastadas ou pouco afiadas.



Figura 6 – Pastilha de corte desgastada (Do autor, 2020)

Foi possível perceber o desgaste mesmo sem o auxílio de microscópio. Porém, para elucidar melhor o tipo de desgastes e detectar a causa, foi necessário os estudos no microscópio.

Havia plano de ação para a redução do desperdícios como também o mal acabamento resultante de pastilhas desgastadas ou pouco afiadas.

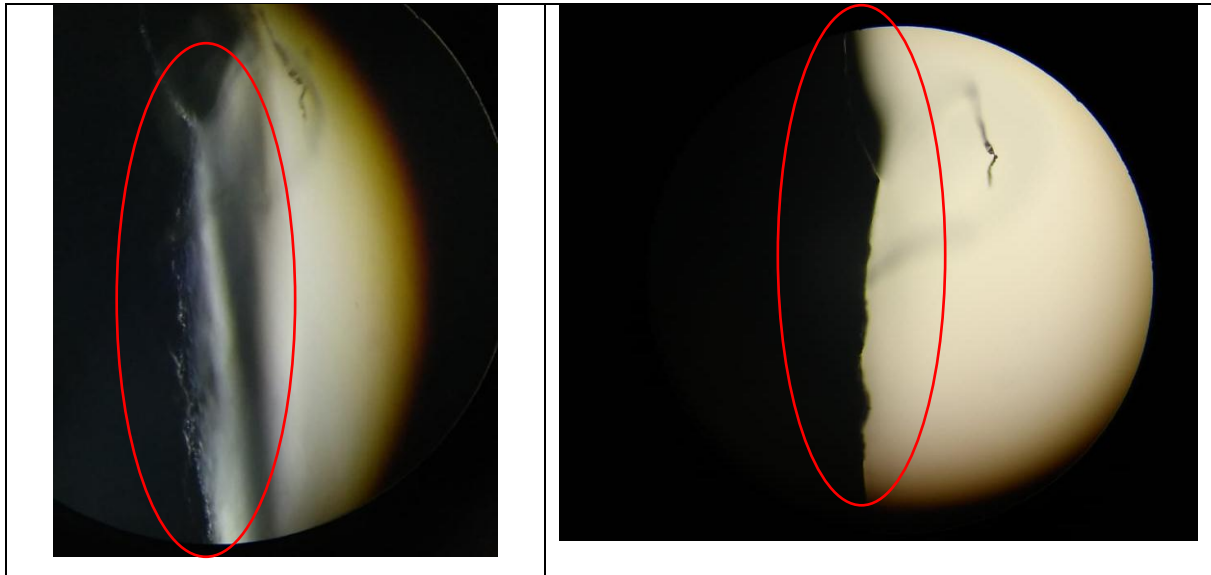


Figura 7 – (a) Pastilha de corte desgastada (microscopia), (b) Pastilha de corte desgastada (microscopia) (Do autor, 2020).

Ao analisar o aspecto da ferramenta desgastada, podemos identificar o tipo de desgaste predominante do tipo fissuras transversais e desgaste em cratera, como podemos observar dentro dos círculos, as quais estão desgastadas em todo o seu perímetro.

As fissuras transversais, longitudinais ou em forma de pente são resultantes de cortes interrompidos, o gume da ferramenta é submetido a solicitações térmicas e mecânicas alternadas. Estas solicitações alternadas em conjunto com as tensões de tração residuais na superfície de ferramenta, durante o ciclo de resfriamento, podem levar ao surgimento de fissuras transversais e longitudinais ao gume, principalmente em materiais de ferramentas com pouca tenacidade.

As crateras foram formadas por uma adesão, quando o cavaco em alta temperatura começa a impregnar na ferramenta e provocar a cratera.

Para reduzir essas avarias, foi feito um estudo para redução do tempo de usinagem principalmente no torneamento, onde os tempos intermitentes entre a alta temperatura em contato com a peça e o súbito resfriamento em ar, quando a ferramenta sai da peça, produzem alternados choques de temperatura.

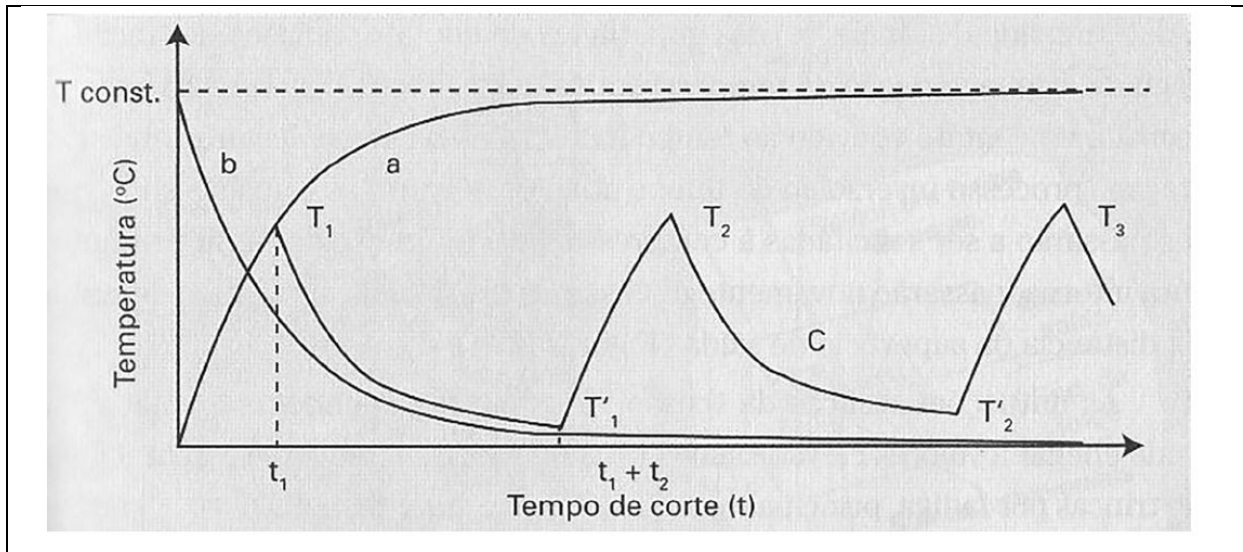


Figura 10 – Curva de alternância de temperatura da ferramenta do torno. (Alisson Rocha, 2009).

2.3 ESTUDOS DO CAVACO

O contato da ferramenta de corte com a superfície do material provoca a remoção de cavacos (lascas) de metal através da intensa força de cisalhamento entre a aresta cortante e o metal. Porém, isso desprende elevada energia térmica, capaz de reduzir a vida útil da ferramenta.

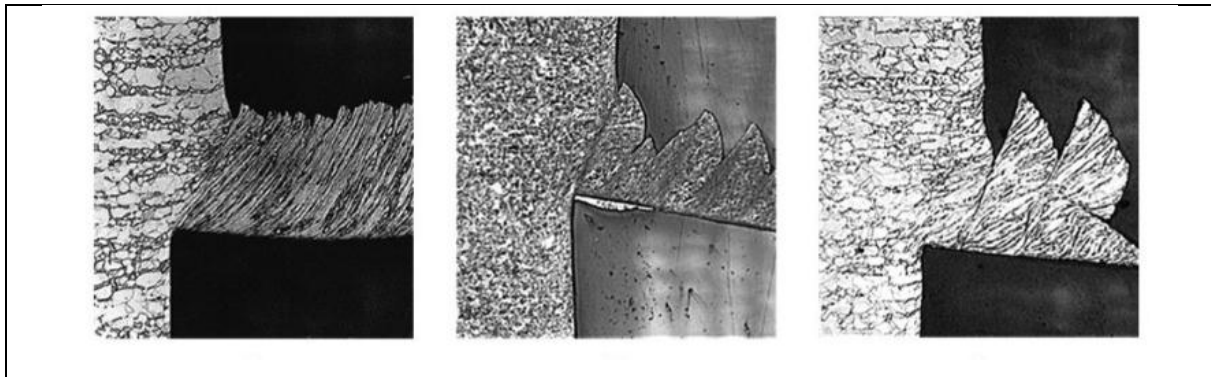


Figura 11 – Cavaco extraído da peça (Machado, 2009).

Diante disso, a alternativa mais barata e eficaz é o uso de fluidos de corte. Este não só dissipa o calor no contato da ferramenta com metal, como também garante fluidez do escoamento do cavaco a medida que a ferramenta avança.

Assim, foi de enorme relevância observar o tipo de cavaco que desprendia nos processos de usinagem, e a pesquisa sobre os fluidos de corte recomendados para cada tipo de material e sua respectiva velocidade de corte.

Com estes ajustes, foi observado uma usinagem mais fluida, sem impregnações de cavaco na ferramenta e até mesmo maior velocidade.

Por meio de estudos, observação e testes, pode-se observar que os cavacos dependem principalmente do material, materiais dúcteis tem cortes contínuos e são feitos em velocidades mais altas. Do mesmo modo, materiais frágeis, com dureza mais alta exigem mais cuidado na usinagem, pois os cortes são interrompidos e a velocidade deve ser menor.

2.4. REDUÇÃO DO TEMPO DE USINAGEM


Conforme comentado, o tempo de usinagem de uma peça, principalmente no torno, em que a ferramenta ora incide no metal ora sai do material. Sendo assim, procurou-se utilizar o cálculo teórico de tempo de usinagem reduzindo não somente o tempo gasto para retirada de cavaco, mas a redução dos tempos intermitentes, em que a ferramenta sai da peça, tal como a Eq. 3:

$$tc = \frac{lf.\pi.d}{1000.f.Vc} \text{ [mm/min]} \quad (3)$$

Em casos de CNC's automáticos, a velocidade de corte é exata de acordo com o material, porém em tornos convencionais, esta variável é muito dependente do operador, portanto, o treinamento e instruções são de grande valia. Como visto nas ferramentas acima, as lascas foram devido à velocidades excessivas, assim como ocorre também em baixas velocidades.

Após os estudos, para as ferramentas intercambiáveis utilizadas na empresa, foi calculado a média das seguintes velocidades de corte para cada material, feito a tabela e disponibilizado a todos os funcionários.

Tabela 1 – Velocidade indicada para cada material

	FAIXA DE VELOCIDADE INDICADA PARA CADA MATERIAL	
	Velocidade mínima [m/min]	Velocidade Máxima [m/min]
Aço Baixo Carbono	250	350
Aço Baixa Liga	170	270
Aço Alta Liga	90	170
Aços Inoxidáveis	110	220
Ferros Fundidos	140	250
Ligas (NI/TI)	30	50
Alumínio	200	400

Pode-se observar que a velocidade ideal depende do material, portanto, deve-se trabalhar entre a velocidade mínima e a máxima para evitar perdas desnecessárias, trazendo assim uma maior vida útil às ferramentas, de forma que tenha um ganho significativo no rendimento anual da empresa.

3. CONCLUSÃO

Pode-se perceber que com o desenvolvimento deste projeto se fizeram necessários diversos conhecimentos técnicos adquiridos no período de graduação, deixando clara a relevância e qualidade dos conteúdos apresentados. Para esta pesquisa foi utilizado o conhecimento adquirido dentro da Faculdade SATC em diversas matérias, dentre as mais utilizadas, são elas: Tecnologia de usinagem, Ciência e Tecnologia dos Materiais, CNC CAD/CAM, Planejamento e Controle da Produção, Resistência dos Materiais e Engenharia e Segurança do Trabalho.

Ficou evidente no presente trabalho, que os conhecimentos fundamentais de usinagem permitem detectar eventuais falhas ou gravidades nos processos e alternativas simples como os cálculos de velocidade de corte, a compreensão sobre a formação de cavaco e sua dinâmica, o estudo dos fluidos de corte e o correto manuseio do equipamento podem trazer melhorias substanciais.

Assim cumpre ressaltar a importância dos conhecimentos adquiridos no meio acadêmico e a sua aplicação imediata para solução de problemas no ambiente corporativo, notando a importância da engenharia para a organização e fabricação de qualquer projeto, independente do nível de complexidade que este apresenta.

A busca por melhorias, tais como velocidade de produção, redução de desgaste de ferramentas, aumento da vida útil das máquinas e equipamentos e otimização de projetos são objetivos constantes nas empresas. Também foi possível observar que existem competências trabalhadas dentro de todas as disciplinas da faculdade por meio da SATC 2030 que são fundamentais para o desenvolvimento profissional de um engenheiro, como trabalho em equipe, pró-atividade e responsabilidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferraresi, Dino. 1970, “Fundamentos da Usinagem dos Metais”, BLUCHER, 1ed.

Rocha, Alisson. 2009, “Teoria da Usinagem dos Materiais”, BLUCHER, 1ª ed.

Machado, Á.R., et al “Teoria da Usinagem dos Materiais”, BLUCHER, 2ª ed.

Almeida, P. S, “ Processos de Usinagem”, ERICA, 1ª ed

CoroKey. 1999, “Guia para produtividade”, SANDVIK, 5ªed.