

Centro Universitário de Volta Redonda

Mestrado Profissional em Materiais

DESENVOLVIMENTO DE REBOLO HÍBRIDO CONSTITUÍDO DE GRÃOS ABRASIVOS ÓXIDO DE ALUMÍNIO (Al_2O_3) E CARBETO DE SILÍCIO (SiC) PARA RETIFICAÇÃO DE AÇO SAE 1045 E LATÃO C360

Aluno: **Eduardo Pereira de Barros**
Orientadora: **Monique Osório Talarico da Conceição**
Co-orientadora: **Kátia Cristiane Gandolpho Candioto**
Volta Redonda 2018

Sumário

- ✓ Introdução / Motivação da pesquisa
- ✓ Objetivo da dissertação
- ✓ Revisão bibliográfica
- ✓ Metodologia experimental
- ✓ Resultados
- ✓ Conclusões
- ✓ Propostas de novos trabalhos

A necessidade de desenvolvimento de novos processos de manufatura nos últimos 100 anos levou ao desenvolvimento de processos industrializados de produção de grãos abrasivos e conseqüentemente ao desenvolvimento de novos tipos e formatos de ferramentas abrasivas. No estágio atual de desenvolvimento das ferramentas abrasivas é possível ter milhares de combinações entre formatos, grãos abrasivos, ligantes, aditivos e propriedades mecânicas.

Abrasivos na Indústria

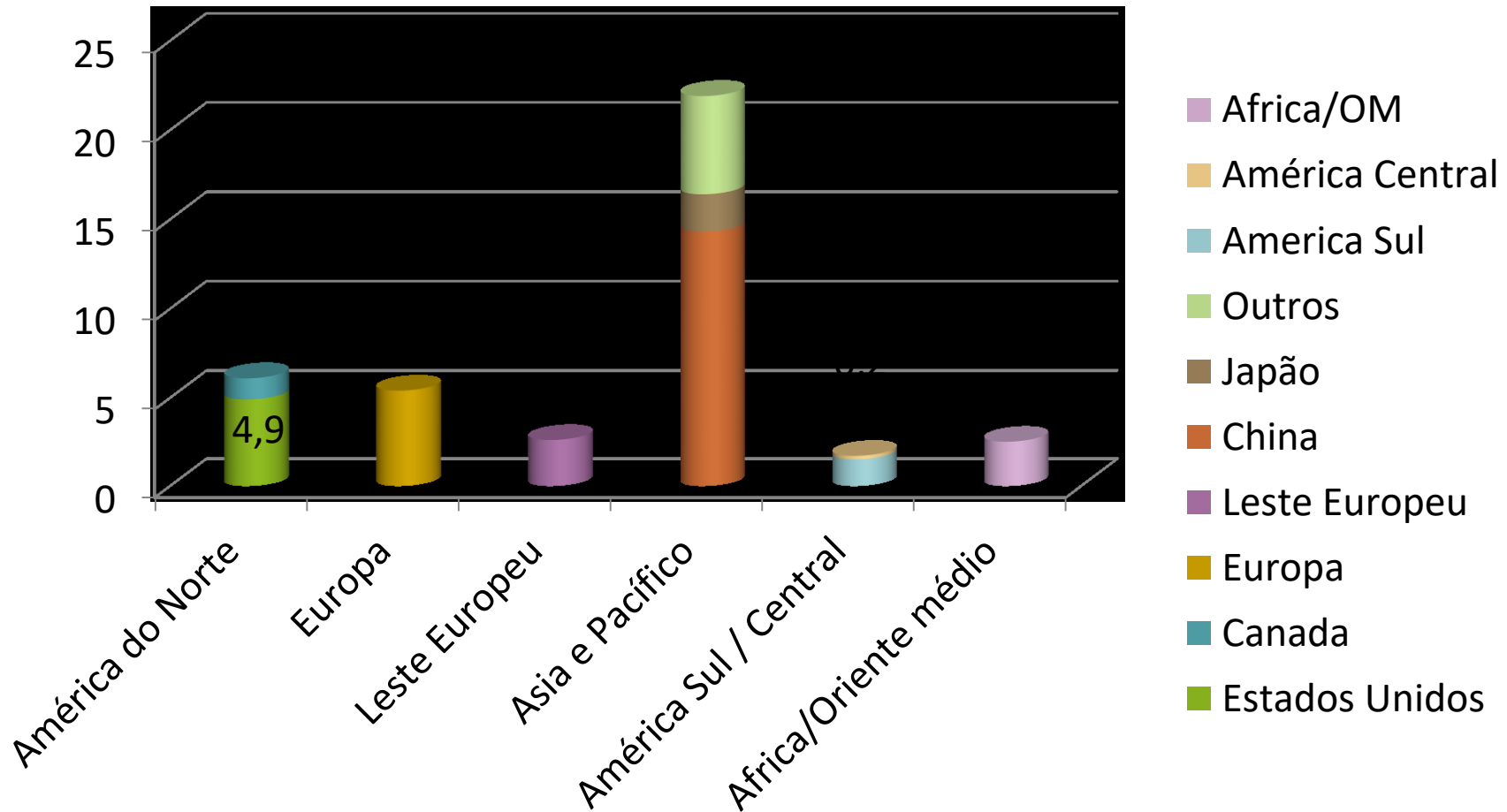
Utilização



✓ Introdução / Motivação da pesquisa

Demanda mundial de abrasivos - 2017

(U\$ Bilhões)



Fonte: Freedonia – Industrial study #3132 – World abrasives – March 2014

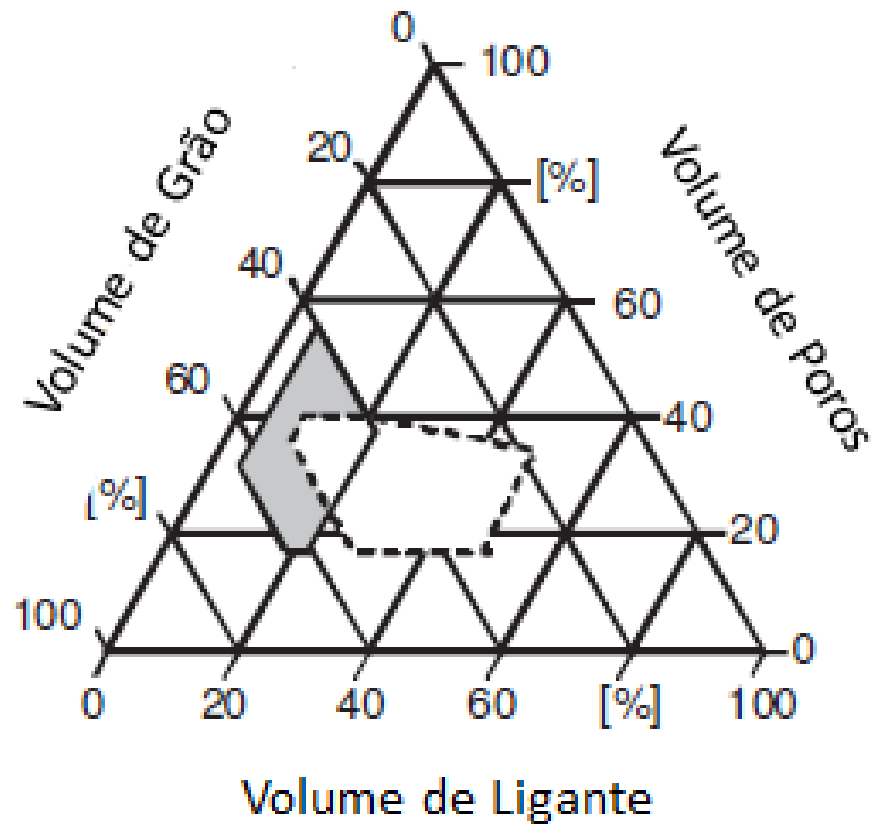
✓ Introdução / Motivação da pesquisa

Objetivo da dissertação

O objetivo deste estudo foi identificar um produto que pudesse ser híbrido nas operações de retificação de diferentes materiais, analisando o resultado do acabamento superficial e a demanda de energia utilizada na retificação, deixando como produto final uma ferramenta de material abrasivo eficiente para diferentes materiais além de uma documentação científica mais completa.

Este estudo se baseia na avaliação do acabamento superficial por retificação plana com blendas de rebolos abrasivos resinoides de Al_2O_3 e SiC em aço SAE 1045 e latão C360.

Constituição da ferramenta abrasiva

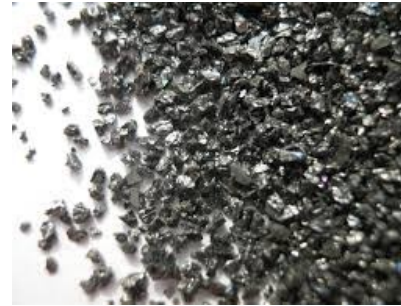


Fonte: Klock, Processos de fabricação– adaptado

Tipos de grãos abrasivos

Carbeto de Silício

- Preto
- Verde



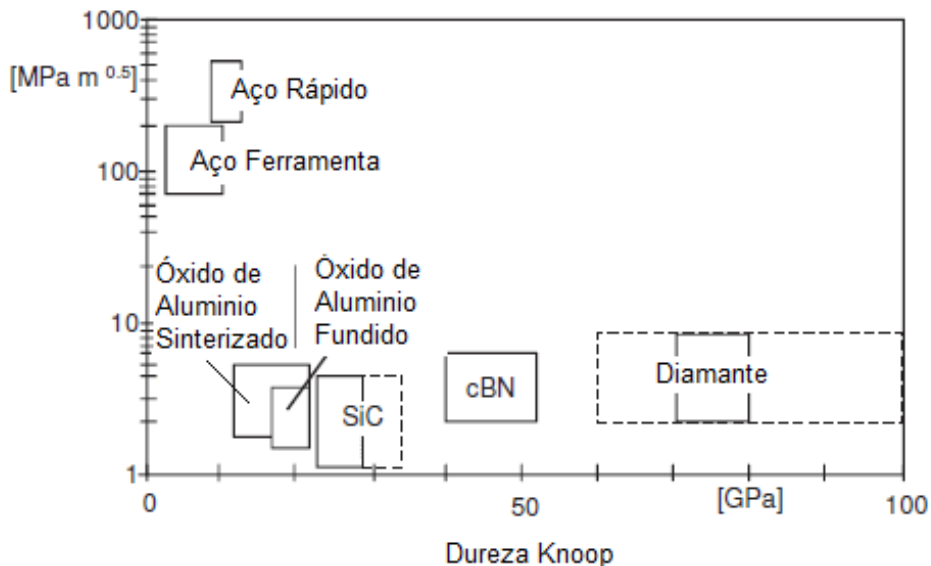
Carbeto de Silício
SiC

Óxido de Alumínio

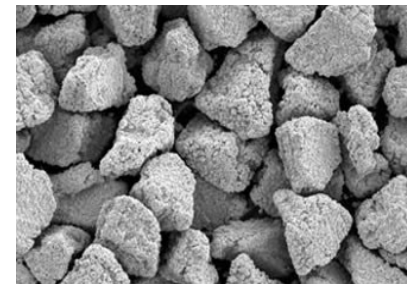
- Marrom
- Branco
- Zirconado



Óxido de Alumínio
Al₂O₃



Cerâmicos
Geração 1 e 2



Superabrasivos

- Diamante
- cBN

Comparativo de dureza e friabilidade de grãos abrasivos

| Tipo de Grão | Dureza Knoop (kg/mm²) | Índice de Friabilidade |
|----------------------------------|---|-------------------------------|
| <u>Óxido de Alumínio</u> | | |
| Modificado (3% Cr) | 2260 | 65.0 |
| Branco | 2120 | 56.6 |
| Monocristalino | 2280 | 47.7 |
| Regular | 2040 | 35.6 |
| Microcristalino | 1950 | 10.9 |
| 10% ZrO₂ | 1960 | 10.9 |
| 40% ZrO₂ | 1460 | 7.9 |
| Sinterizado | 1370 | 6.5 |
| <u>Carbeto de Silício</u> | | |
| Verde | 2840 | 62.5 |
| Preto | 2680 | 57.2 |

Fonte: Grinding Technology: theory and applications of machining with abrasives (MALKIN, 1989).

Tipos de aglutinantes (ligas)

Manutenção do perfil



Dureza



Metálicas

- Alta resistência ao desgaste
- Alta condutividade térmica
- Alta geração de calor
- Alta manutenção do perfil



Vitrificadas

- Maior resistência ao desgaste
- Maior manutenção do perfil
- Precisão no acabamento
- Não perecível



Resinóides

- Alta resistência a esforços
- Trabalham em alta velocidade
- Alta resiliência
- Resistência maior a impactos

Dureza e porosidade relativa de ferramentas abrasivas

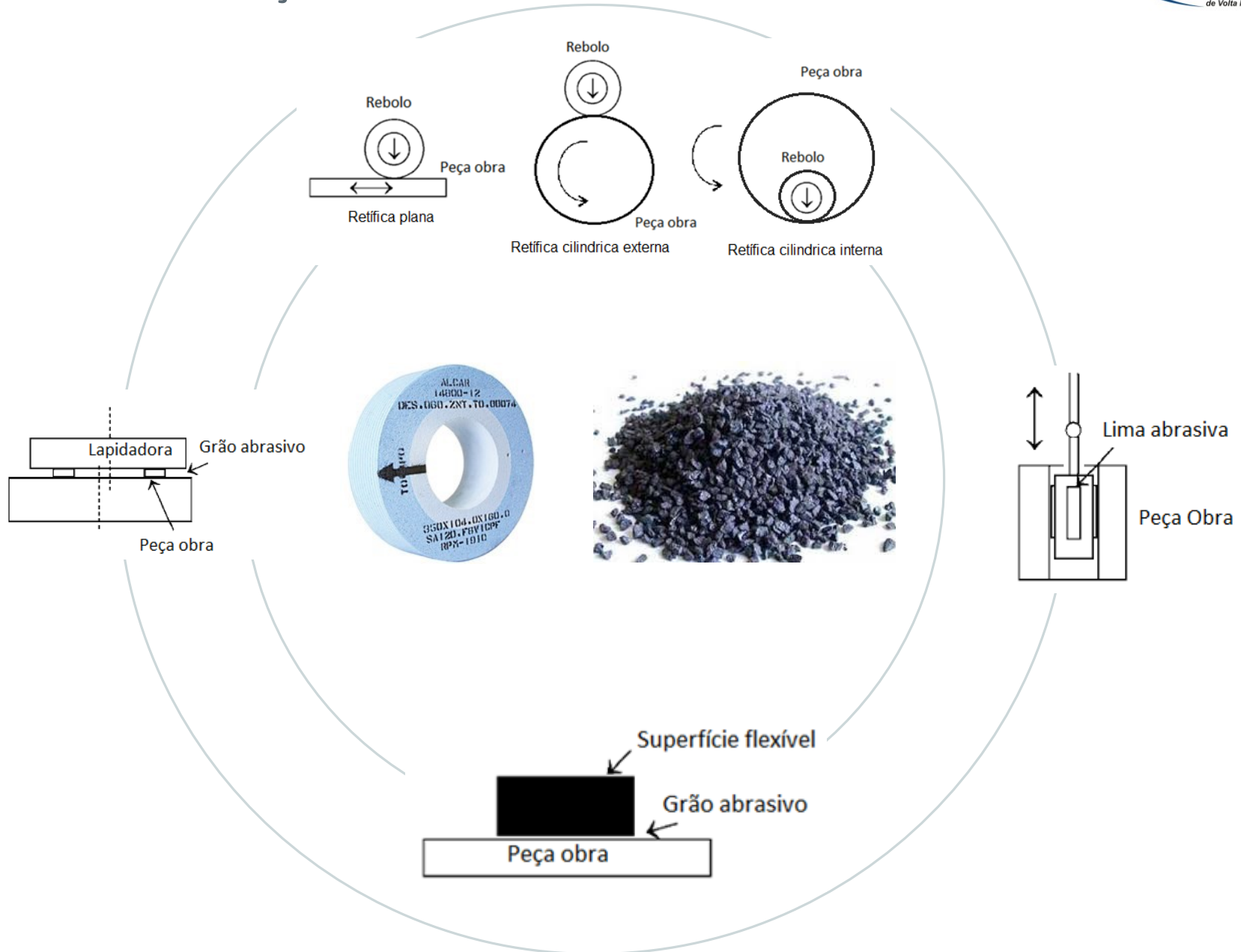


| | | | | | | | | | |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Estrutura | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Percentual de abrasivo | 68 | 64 | 60 | 58 | 56 | 54 | 52 | 50 | 48 |

Fonte: Applied Mineralogy 1–Abrasives. Springer-Verlag (COES, 1971)

Estrutura é a relação entre volume de grãos x liga x poros

Formas de retificação



Aço SAE 1045

- Teor de carbono (%) 0,45
- Limite de escoamento (MPa) 310
- Resistência a tração (MPa) 560
- Alongamento (%) 17
- Dureza: 180 HB

- Composição:

Cobre - 60% a 63%

Chumbo - 2,50% a 3,00%

Ferro – 0,35% máximo

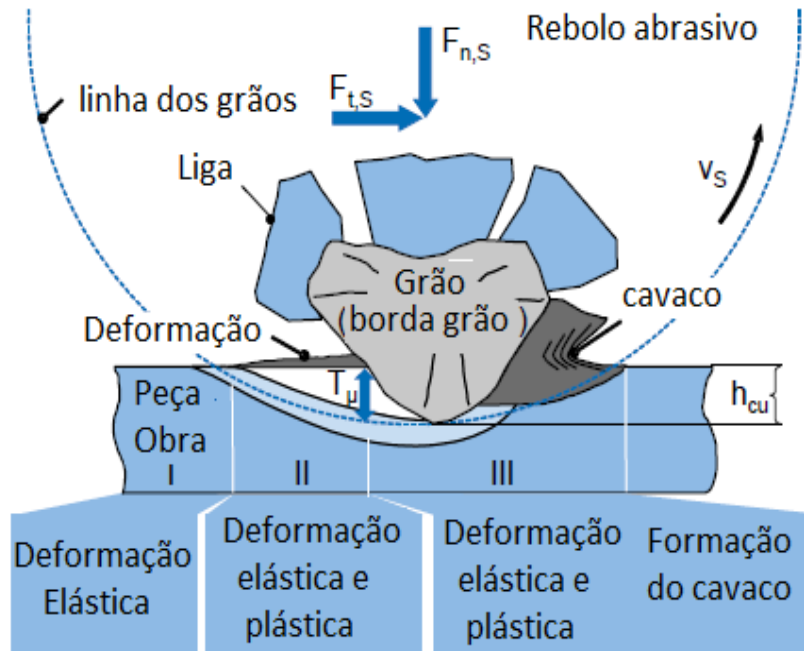
Zinco – Restante

- Limite de escoamento (MPa) 120
- Resistência a tração (MPa) 310
- Alongamento (%) 25
- Dureza: 75 HB

Latão C360

Fundamentos da retificação

Interação abrasivo e superfície retificada



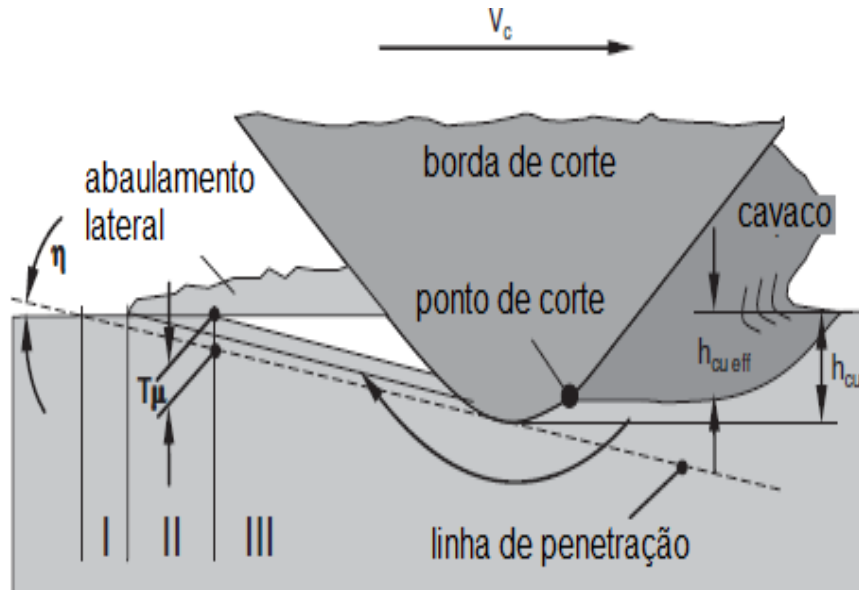
O tipo de grão abrasivo interage diretamente com a superfície do material retificado, determinando o resultado final da retificação no que tange:

- Formação do cavaco
- Temperatura da operação
- Rugosidade
- Alteração de estrutura superficial

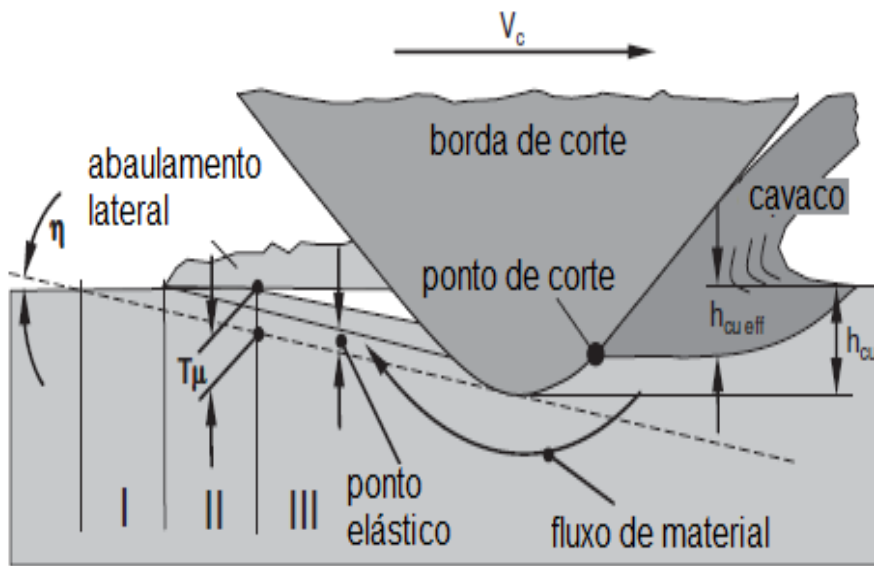
Fundamentos da retificação

Formação do Cavaco

Sem refrigeração



Com refrigeração



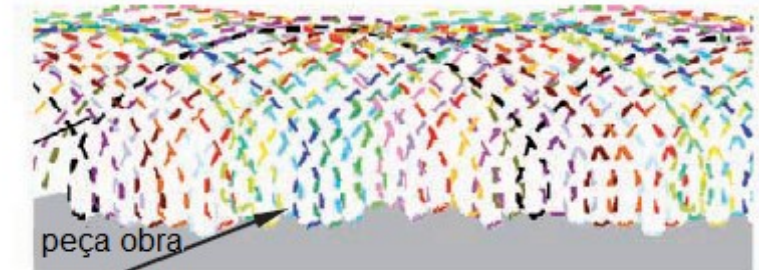
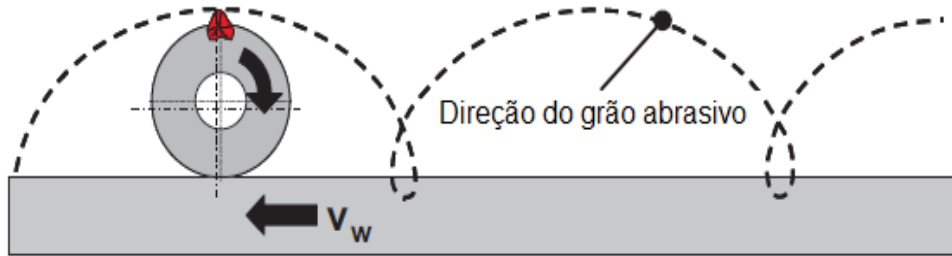
Em regra geral o uso de refrigerante aumenta a profundidade de corte da operação devido a um aumento da penetração do grão abrasivo, gerando uma deformação plástica mais profunda e duradoura (T_μ).

Porém, o aumento de lubrificante (proporção na mistura com água) nos refrigerantes diminui a eficiência de corte e material removido, reduzindo com isto o tamanho do cavaco

Fundamentos da retificação

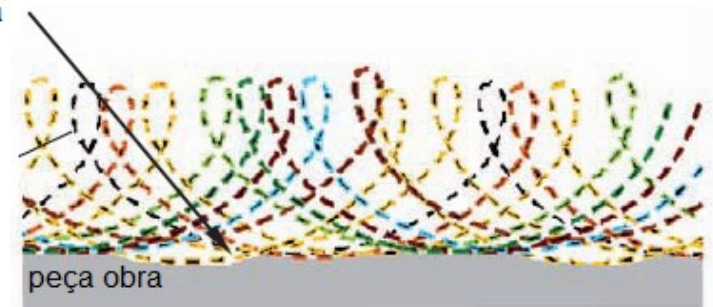
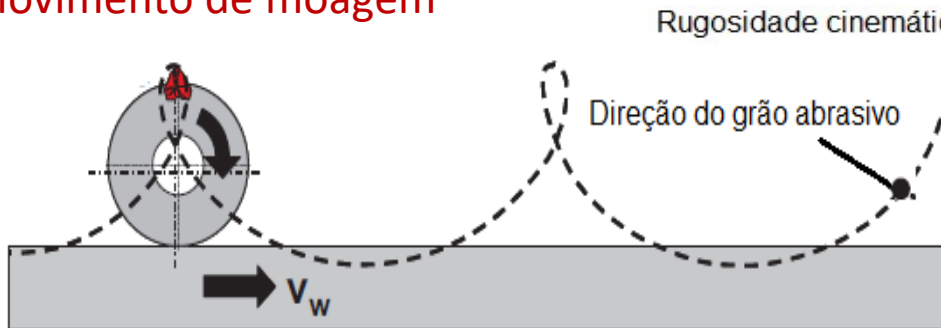
Rugosidade

Movimento de trituração



Rugosidade cinemática

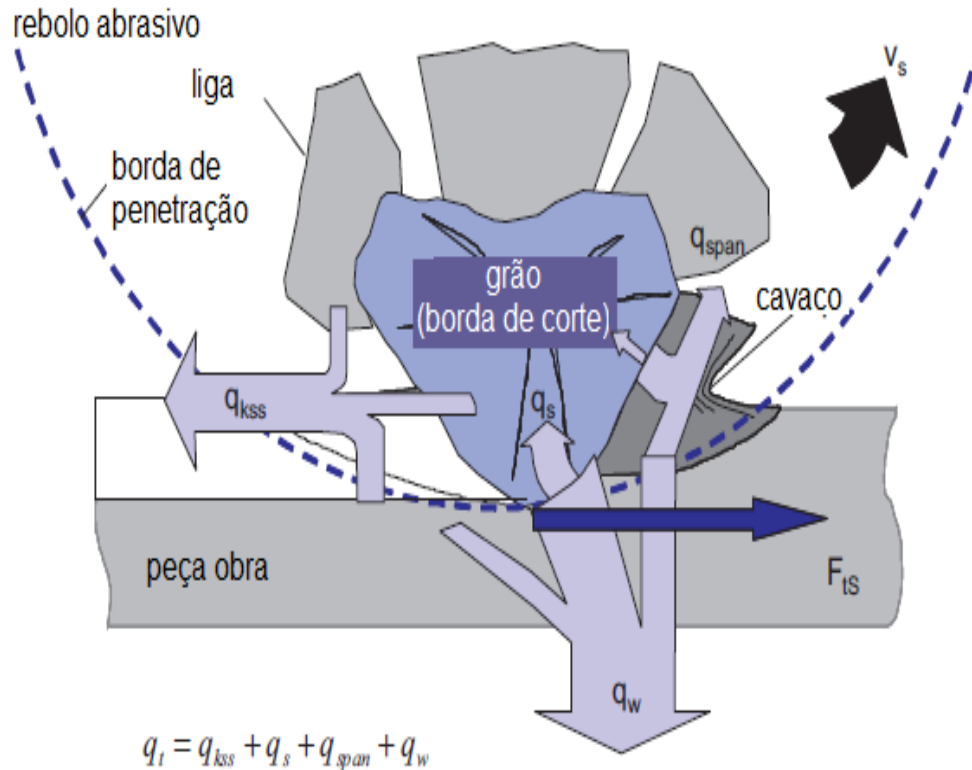
Movimento de moagem



Rugosidade cinemática

Fundamentos da retificação

Dissipação do calor



Durante a fase de deformação do material puro, a força F_{ns} , com a qual a borda de corte deve ser pressionada na peça obra é consideravelmente maior que a força F_{ts} , conforme o cavaco começa a se formar a força F_{ts} aumenta, superando a força F_{ns}

A principal parcela de energia envolvida no processo é convertida em calor, sendo assim, todo o sistema envolvido na retificação experimenta estresse térmico e dissipação de calor.

A taxa de calor resultante do processo qt , se espalha na zona de contato da usinagem pelo rebolo (q_s), pela peça obra (q_w) pelo cavaco formado (q_{span}) e pelo lubrificante (q_{kss}) no caso de operações refrigeradas

Preparação das amostras

| Rebolo | Teste | Al ₂ O ₃ (%) | SiC (%) | Nome da amostra |
|--------|-------|------------------------------------|---------|-----------------|
| R1 | 1 | 100% | 0% | T1R1 |
| R2 | | | | T1R2 |
| R3 | | | | T1R3 |
| R4 | | | | T1R4 |
| R5 | | | | T1R5 |
| R1 | 2 | 75% | 25% | T2R1 |
| R2 | | | | T2R2 |
| R3 | | | | T2R3 |
| R4 | | | | T2R4 |
| R5 | | | | T2R5 |
| R1 | 3 | 50% | 50% | T3R1 |
| R2 | | | | T3R2 |
| R3 | | | | T3R3 |
| R4 | | | | T3R4 |
| R5 | | | | T3R5 |
| R1 | 4 | 25% | 75% | T4R1 |
| R2 | | | | T4R2 |
| R3 | | | | T4R3 |
| R4 | | | | T4R4 |
| R5 | | | | T4R5 |
| R1 | 5 | 0% | 100% | T5R1 |
| R2 | | | | T5R2 |
| R3 | | | | T5R3 |
| R4 | | | | T5R4 |
| R5 | | | | T5R5 |

REBOLOS

Amostras de rebolos resinóides foram produzidas pela Saint-Gobain Abrasivos, fabrica de rebolos industriais, em Vinhedo / SP.

Todos os rebolos foram confeccionados sob cartas de fabricação interna de mistura e tempo de queima. Os rebolos foram produzidos de forma que ficassem com uma dureza “R”, na dimensão de 203 x 19 x 32 mm e grão #46.

CORPOS DE PROVA

Amostras de Aço SAE 1045 e Latão C360 cortadas no comprimento de 100 mm provenientes de uma mesma barra de secção 12,4 x 50 mm.

Sequência de trabalho

Medição do
módulo
elasticidade

- Verificar a dureza da ferramenta abrasiva através do módulo de elasticidade comparando com a dureza encontrada no processo de fabricação

Retificação

- Estabelecer os parâmetros de retificação (rotação e avanço)
- Montagem dos rebolos para retificação
- Proceder com retificação de 0,5 mm de remoção total
- Utilização de velocidade transversal de 0,07 e 0,15 m/s e avanço de 0,05mm / corte
- Obtenção de cavacos para MEV

Medição de
potência
consumida

- Instalação de FIS nos cabos de alimentação do motor da retifica
- Obtenção dos valores de consumo de potência pelo FIS

Medição
temperatura
corpos de
prova

- Verificação da temperatura da peça obra

Medir
rugosidade
superficial

- Medição da rugosidade superficial da peça obra ao final de cada ciclo de retificação

MO da
superfície da
peça obra

- Obtenção das imagens da superfície retificada

MEV
Cavacos

- Obtenção das imagens de forma dos cavacos gerados na retificação

Equipamentos de trabalho



Sonelastic®

Caracterização da dureza das ferramentas abrasivas



Infrared® DT
8380

Verificação da temperatura de retificação



Rugosímetro – *Surftest*®
SJ-210 série 178 – Mitutoyo

Caracterização da rugosidade superficial final após processo de retificação

Equipamentos de trabalho



FIS®

(Field Instrumentation System)

Verificação do consumo de potência requerida durante a retificação da peça obra



Microscópio eletrônico
Oxford Instruments
modelo LEO-1550VP

Análise morfológica dos cavacos resultantes do processo de retificação



Microscópio ótico Leica
modelo DM-IRM

Verificação do acabamento superficial pós retificação

✓ Metodologia experimental

Resultados

Rebolo 100% Al_2O_3

Imagem superfície peça obra após retificação com rebolo 100% Al_2O_3



Resultados

Rebolo 100% Al₂O₃

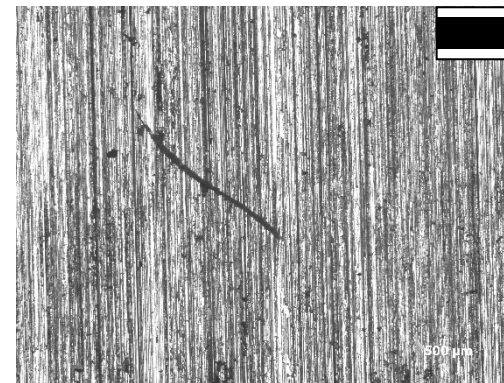
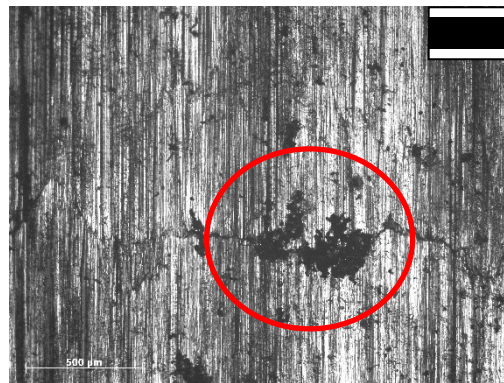
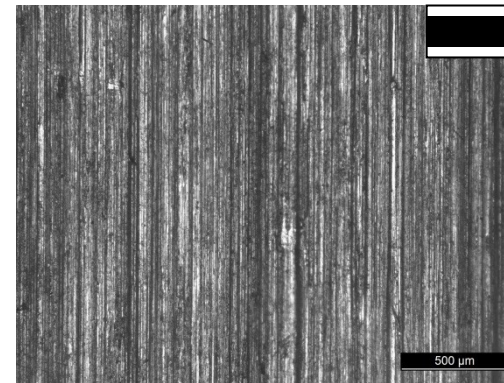
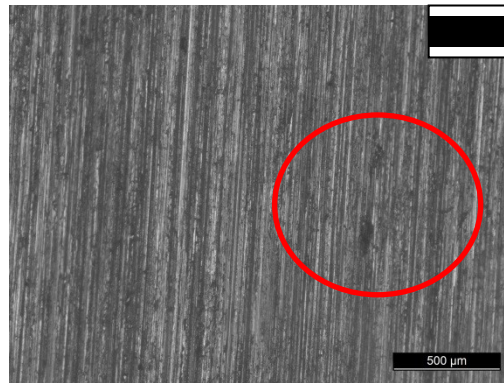
Rugosidade e temperatura dos corpos de prova C360 e SAE 1045, retificados com rebolos 100% Al₂O₃.

| Corpos de prova | Condição | Velocidade transversal | Rugosidade Ra (µm) | Temperatura (°C) |
|-----------------|----------|------------------------|--------------------|------------------|
| C360 | T1R3 | 0,15 m/s | 3,67 | 51 |
| | T1R4 | 0,07 m/s | 4,88 | 53 |
| SAE 1045 | T1R2 | 0,15 m/s | 1,88 | 221 |
| | T1R5 | 0,07 m/s | 5,39 | 145 |

Resultados

Rebolo 100% Al_2O_3

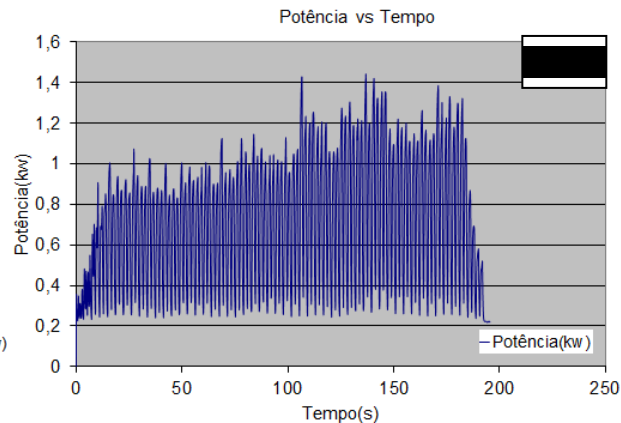
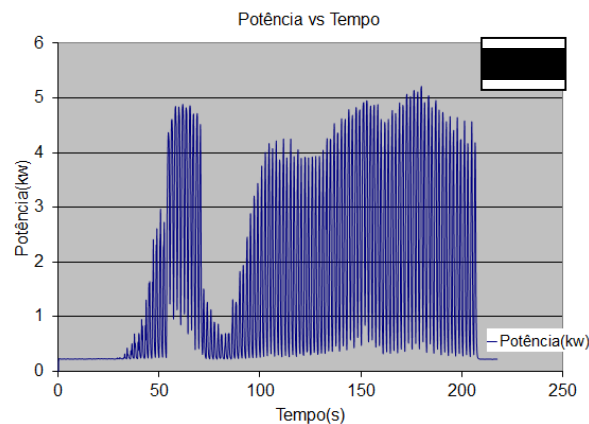
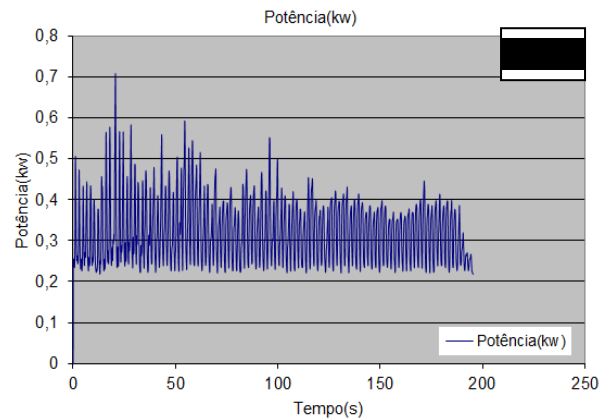
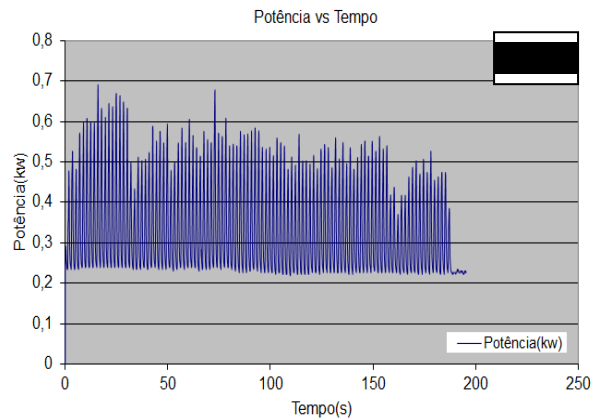
Imagens de MO da superfície retificadas dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 100% Al_2O_3 .



Resultados

Rebolo 100% Al_2O_3

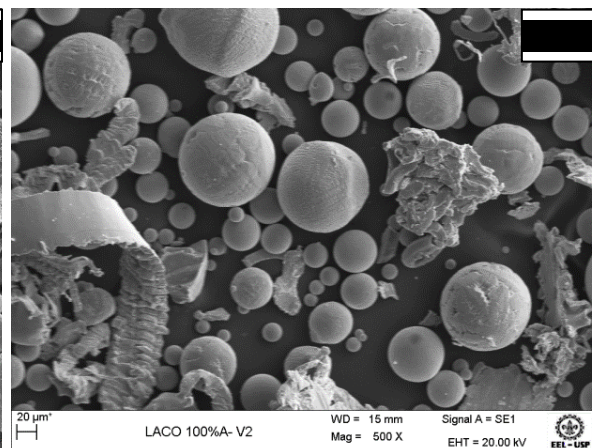
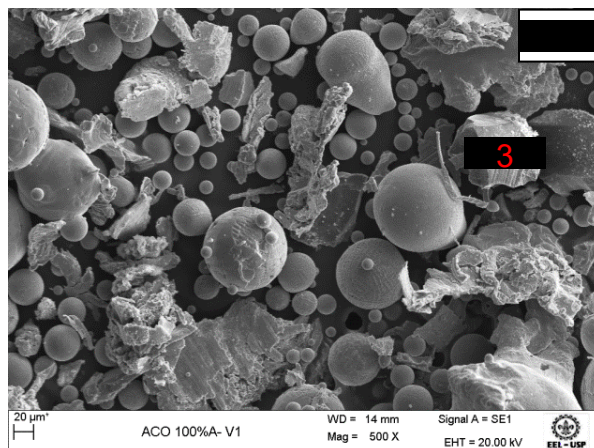
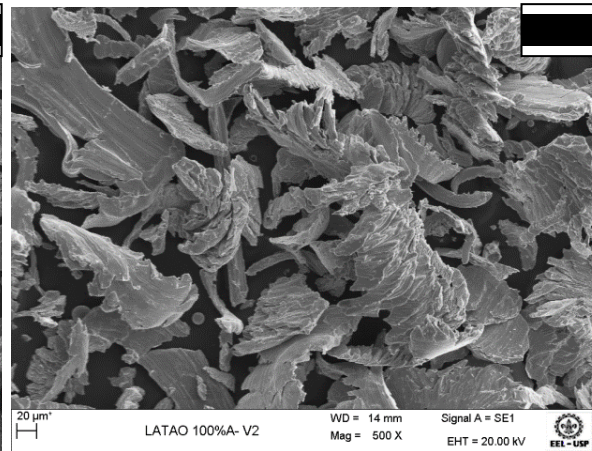
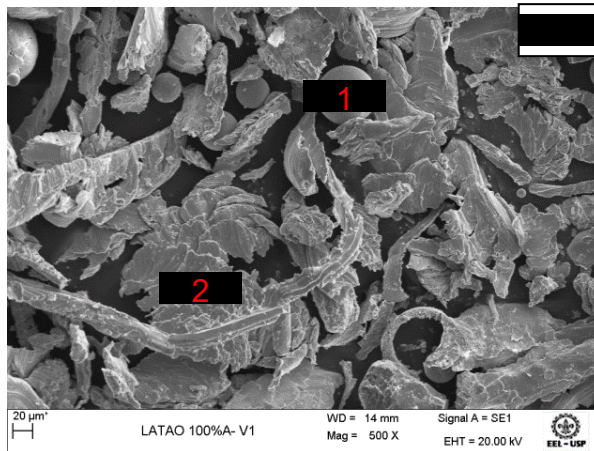
Gráfico do consumo de potência empregado na retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15m/s$ e (b) $V_t = 0,07m/s$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15m/s$ e (d) $V_t = 0,07m/s$, utilizando rebolos 100% Al_2O_3 .



Resultados

Rebolo 100% Al_2O_3

Imagens MEV dos cavacos provenientes da retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 100% Al_2O_3 .



Valores majoritários dos elementos
 1 - Fe
 2 - Cu
 3 - Al e O

(Resultados via EDS)

Resultados

Rebolo 75% Al₂O₃ e 75% SiC

Imagem superfície após retificação 75% Al₂O₃ e 25% SiC



Rebolo 75% Al₂O₃ e 25% SiC

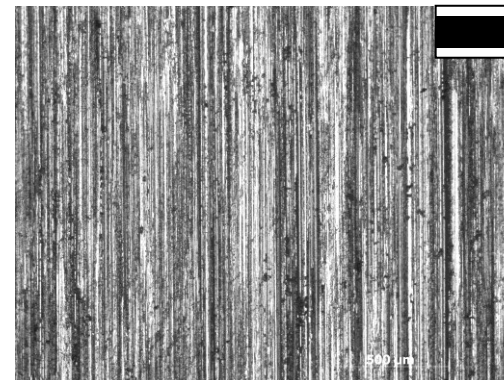
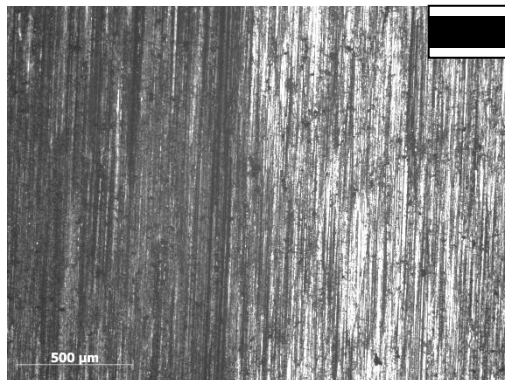
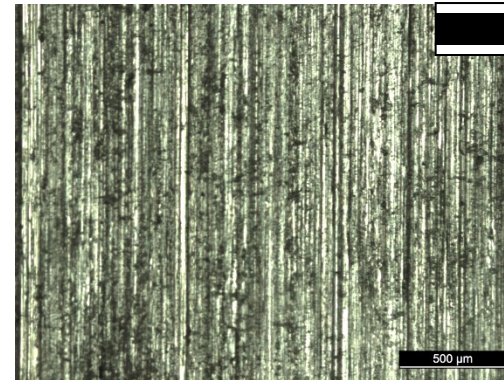
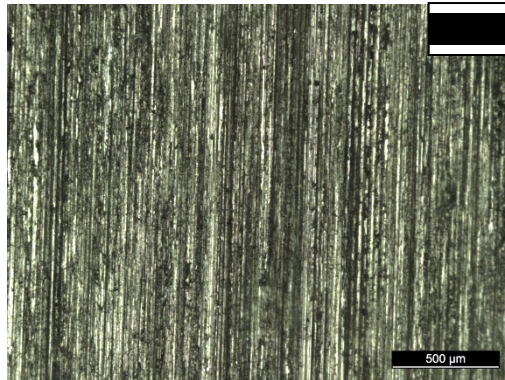
Rugosidade e temperatura dos corpos de prova C360 e SAE 1045, retificados com rebolos 75% Al₂O₃ e 25% SiC.

| Corpos de prova | Condição | Velocidade transversal | Rugosidade Ra (μm) | Temperatura (°C) |
|-----------------|----------|------------------------|--------------------|------------------|
| C360 | T2R1 | 0,15 m/s | 3,84 | 57 |
| | T2R3 | 0,07 m/s | 2,98 | 65 |
| SAE 1045 | T2R2 | 0,15 m/s | 1,87 | 187 |
| | T2R4 | 0,07 m/s | 3,29 | 160 |

Resultados

Rebolo 75% Al₂O₃ e 25% SiC

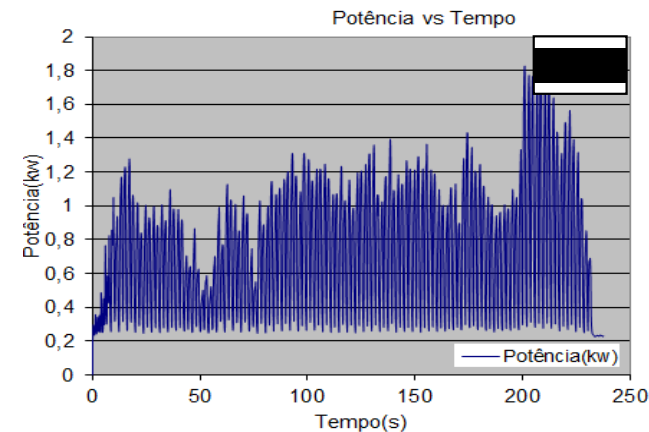
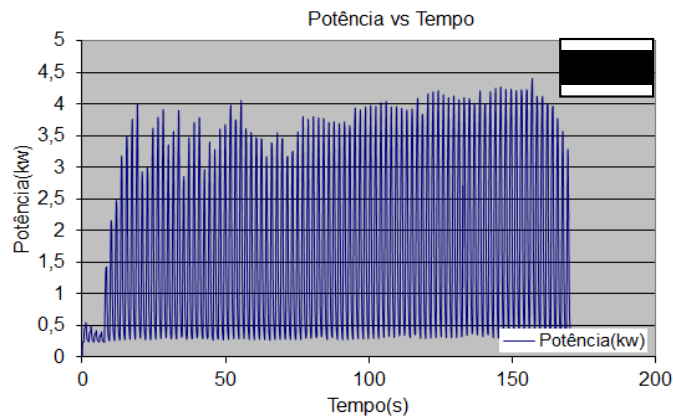
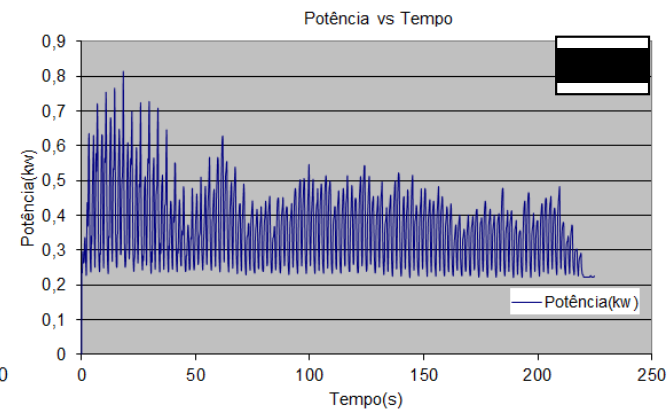
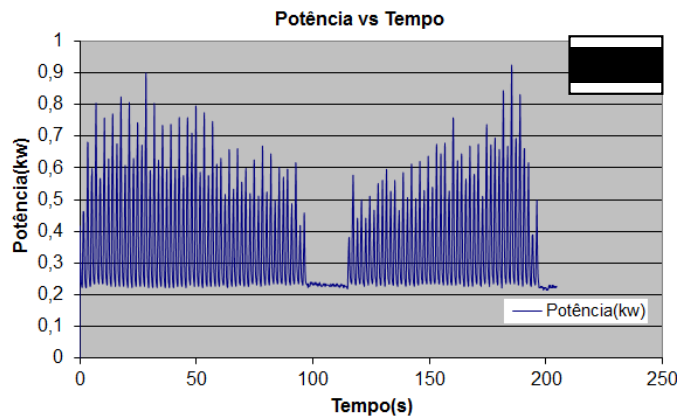
Imagens de MO da superfície retificadas dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 75% Al₂O₃ e 25% SiC.



Resultados

Rebolo 75% Al₂O₃ e 25% SiC

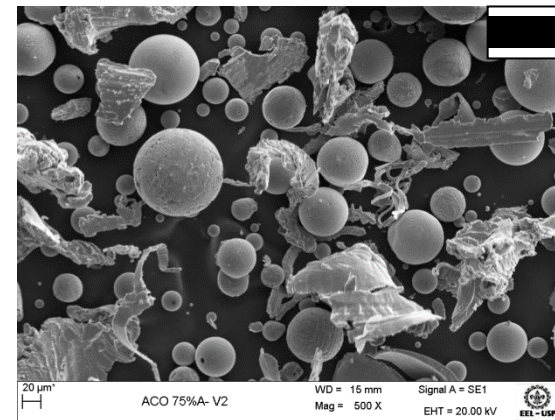
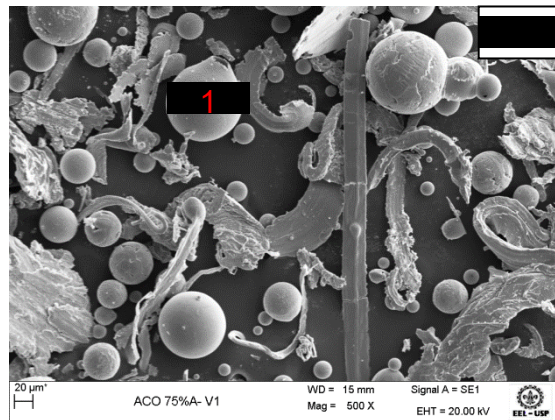
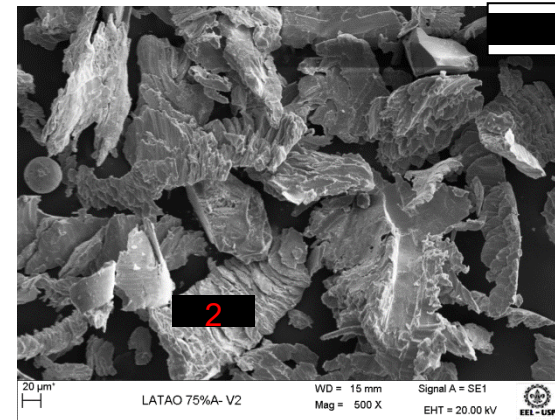
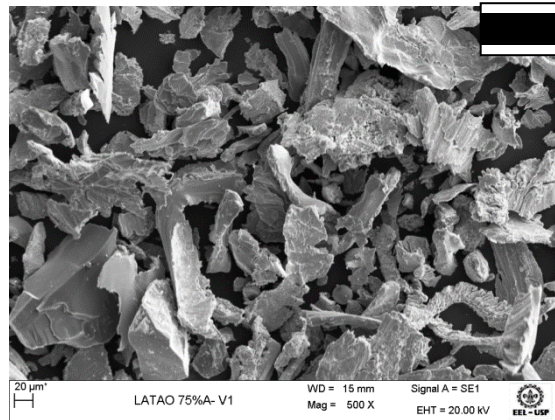
Gráfico do consumo de potência empregado na retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 75% Al₂O₃ e 25% SiC



Resultados

Rebolo 75% Al₂O₃ e 25% SiC

Imagens MEV dos cavacos provenientes da retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 75% Al₂O₃ e 25% SiC.



Resultados

Rebolo 50% Al₂O₃ e 50% SiC

Imagem superfície peça obra após retificação com rebolo 50% Al₂O₃ e 50% SiC



Resultados

Rebolo 50% Al₂O₃ e 50% SiC

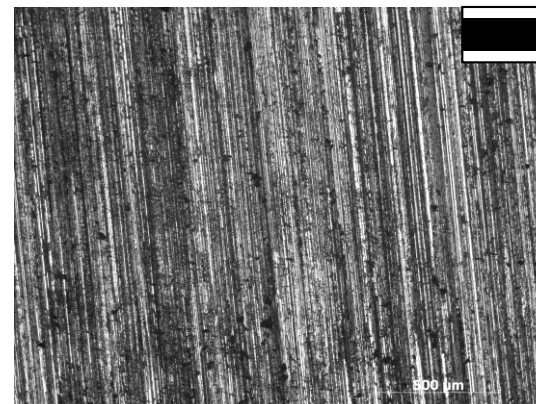
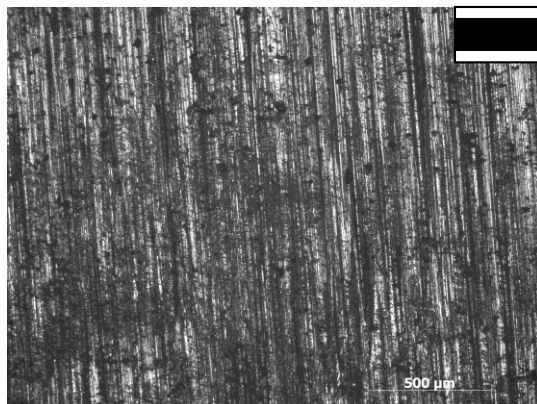
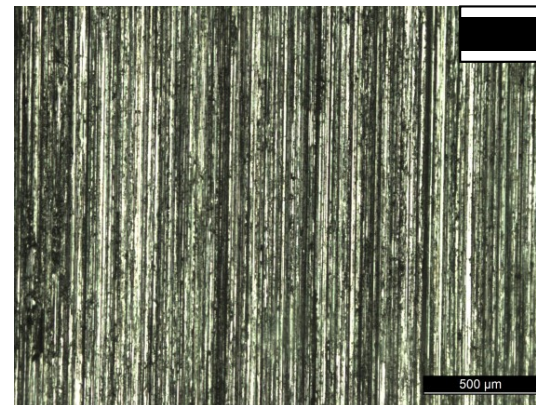
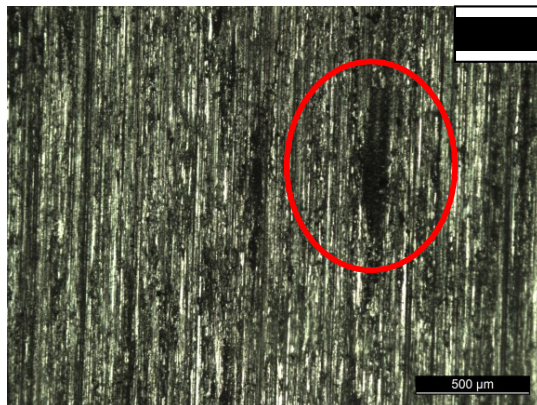
Rugosidade e temperatura dos corpos de prova C360 e SAE 1045, retificados com rebolos 50% Al₂O₃ e 50% SiC

| Corpos de prova | Condição | Velocidade transversal | Rugosidade (μm) | Temperatura (°C) |
|-----------------|----------|------------------------|-----------------|------------------|
| C360 | T3R1 | 0,15 m/s | 2,46 | 55 |
| | T3R4 | 0,07 m/s | 3,72 | 50 |
| SAE 1045 | T3R2 | 0,15 m/s | 2,35 | 202 |
| | T3R3 | 0,07 m/s | 3,43 | 139 |

Resultados

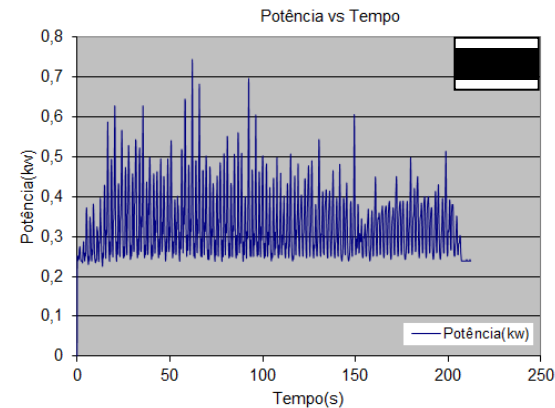
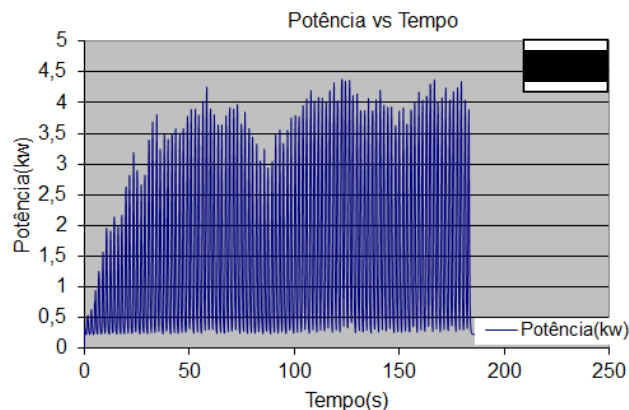
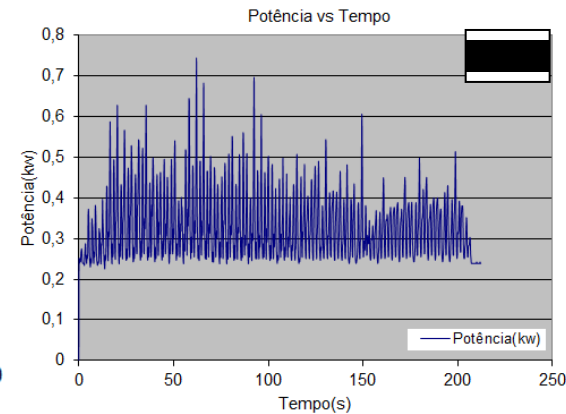
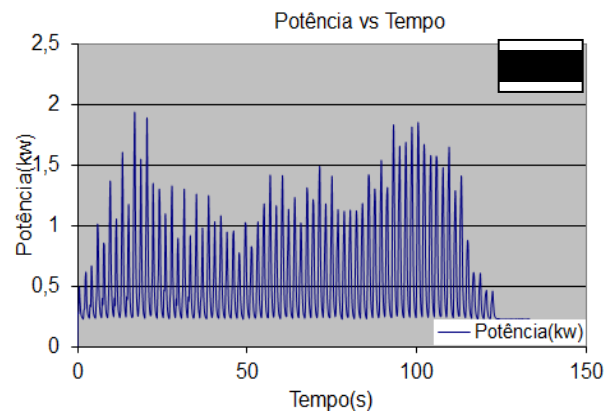
Rebolo 50% Al₂O₃ e 50% SiC

Imagens de MO da superfície retificadas dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 50% Al₂O₃ e 50% SiC.



Rebolo 50% Al₂O₃ e 50% SiC

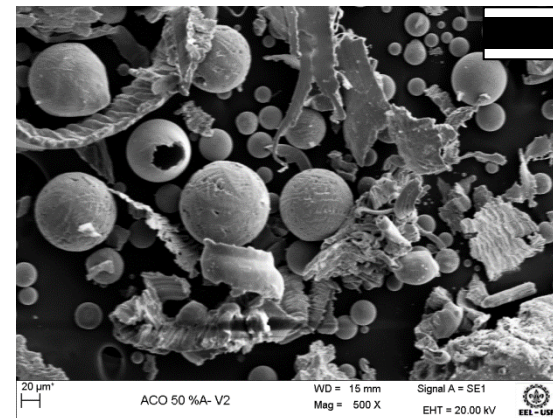
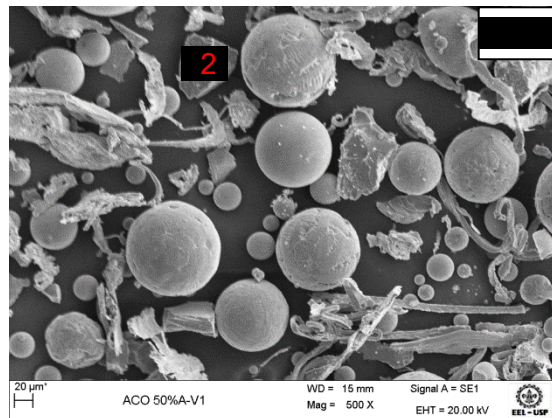
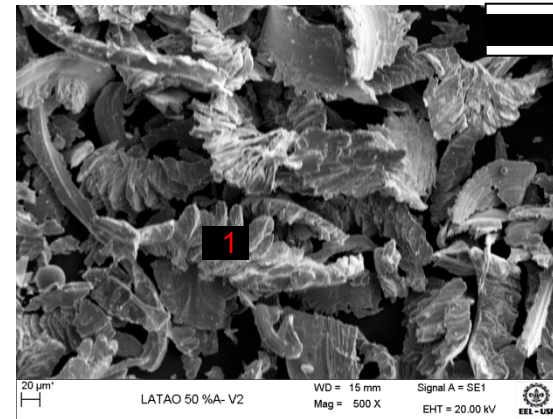
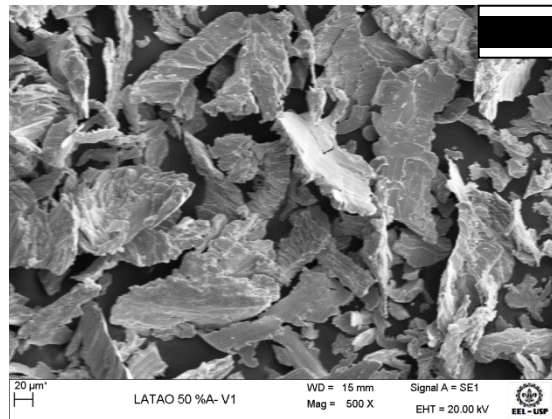
Gráfico do consumo de potência empregado na retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 50% Al₂O₃ e 50% SiC.



Resultados

Rebolo 50% Al₂O₃ e 50% SiC

Imagens MEV dos cavacos provenientes da retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 50% Al₂O₃ e 50% SiC



Resultados

Rebolo 25% Al₂O₃ e 75% SiC

Imagem superfície peça obra após retificação com rebolo 25% Al₂O₃ e 75% SiC



Resultados

Rebolo 25% Al₂O₃ e 75% SiC

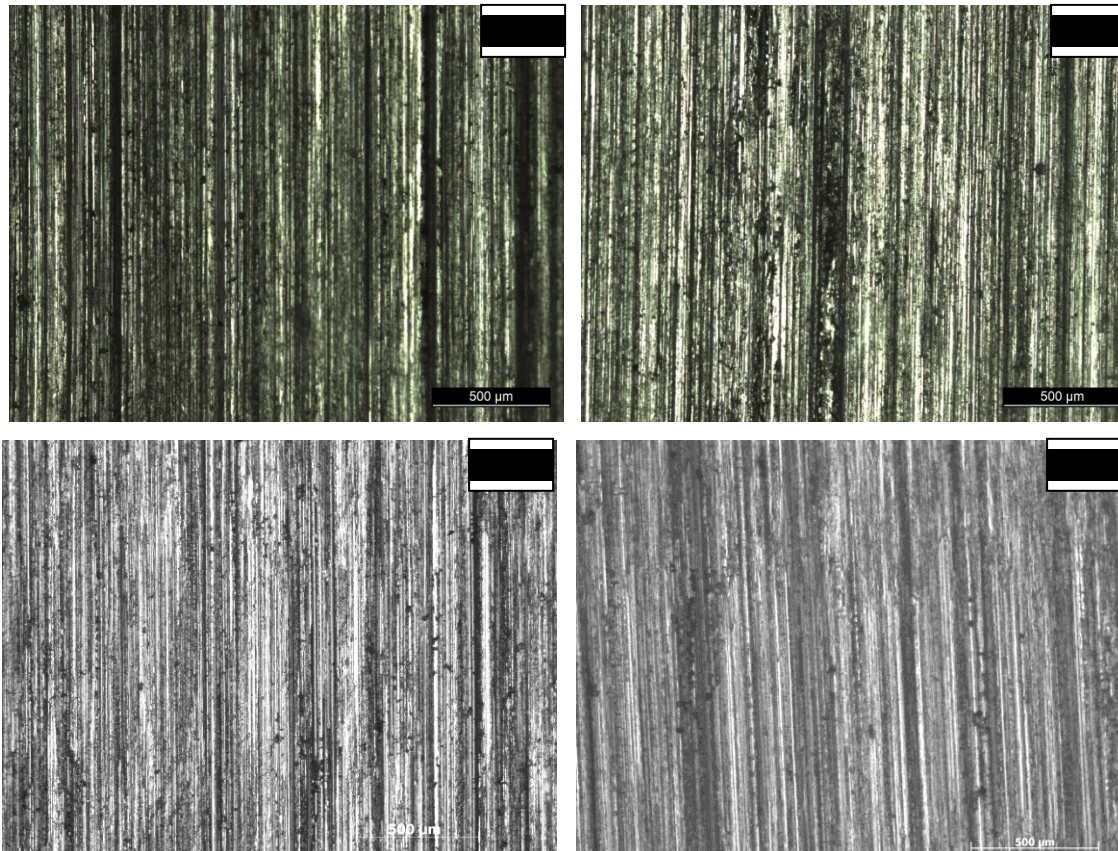
Rugosidade e temperatura dos corpos de prova C360 e SAE 1045, retificados com rebolos 25% Al₂O₃ e 75% SiC.

| Corpos de prova | Condição | Velocidade transversal | Rugosidade Ra (μm) | Temperatura (°C) |
|-----------------|----------|------------------------|--------------------|------------------|
| C360 | T4R1 | 0,15 m/s | 4,03 | 50 |
| | T4R3 | 0,07 m/s | 3,69 | 51 |
| SAE 1045 | T4R2 | 0,15 m/s | 4,12 | 108 |
| | T4R4 | 0,07 m/s | 3,20 | 134 |

Resultados

Rebolo 25% Al₂O₃ e 75% SiC

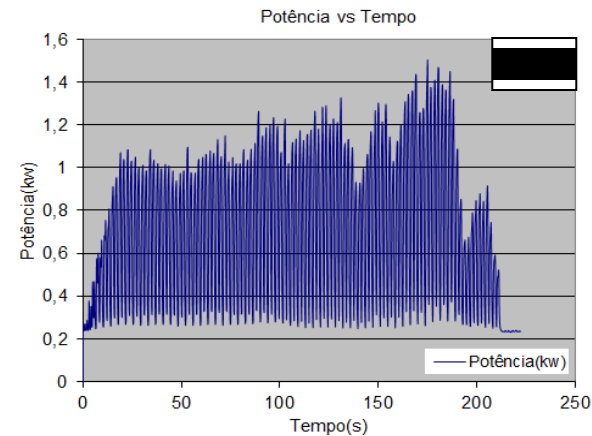
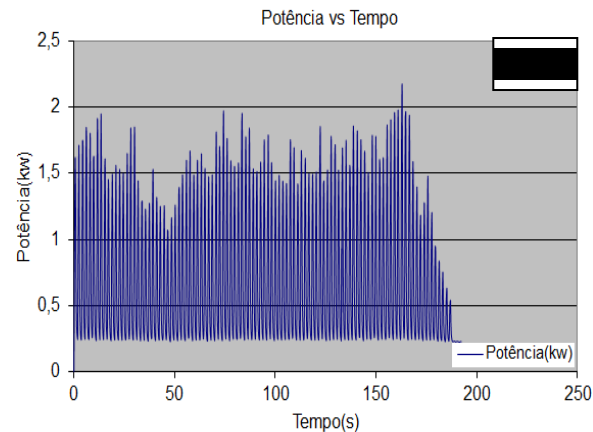
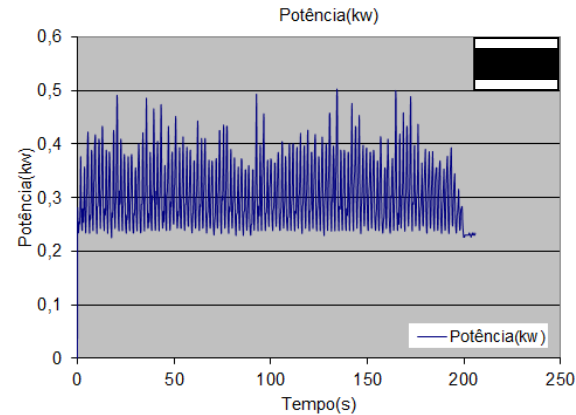
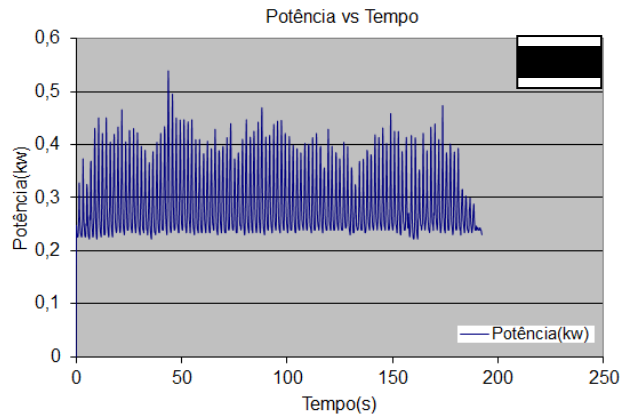
Imagens de MO da superfície retificadas dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 25% Al₂O₃ e 75% SiC



Resultados

Rebolo 25% Al₂O₃ e 75% SiC

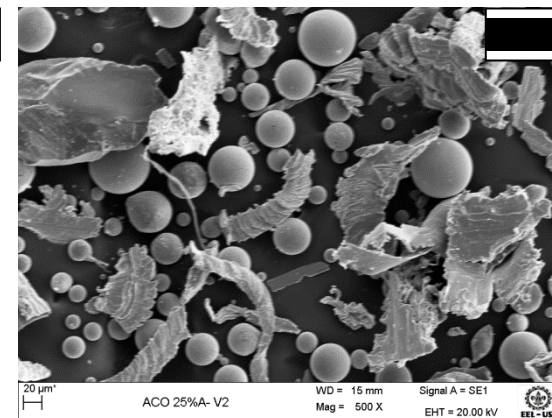
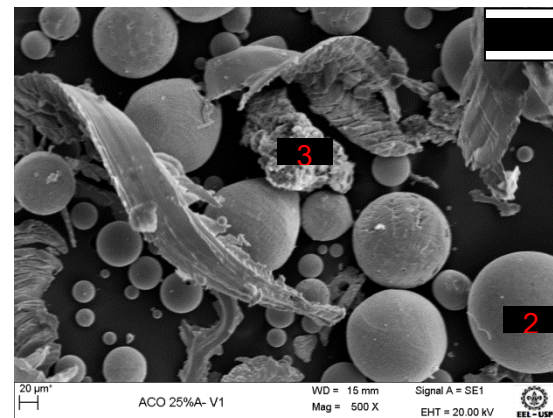
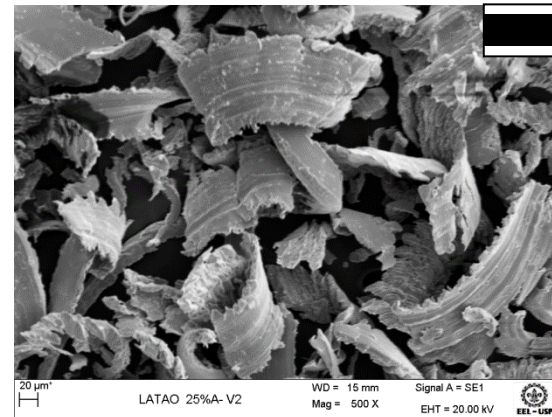
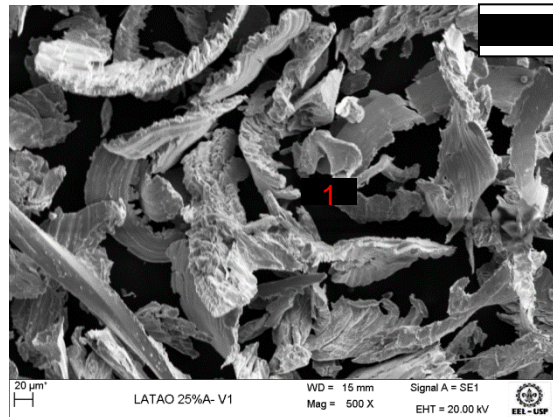
Gráfico do consumo de potência empregado na retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 25% Al₂O₃ e 75% SiC.



Resultados

Rebolo 25% Al₂O₃ e 75% SiC

Imagens MEV dos cavacos provenientes da retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 25% Al₂O₃ e 75% SiC.



Resultados

Rebolo 100% SiC

Imagem superfície peça obra após retificação com rebolo 100% SiC



Resultados

Rebolo 100% SiC

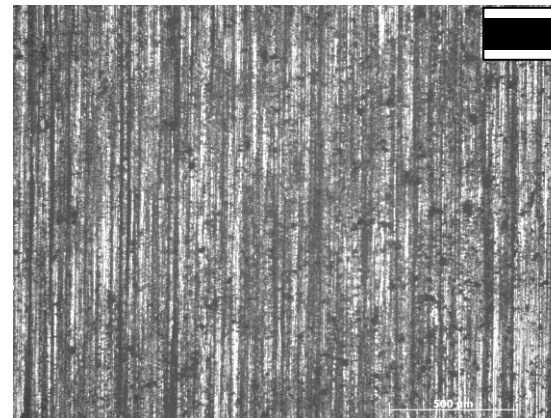
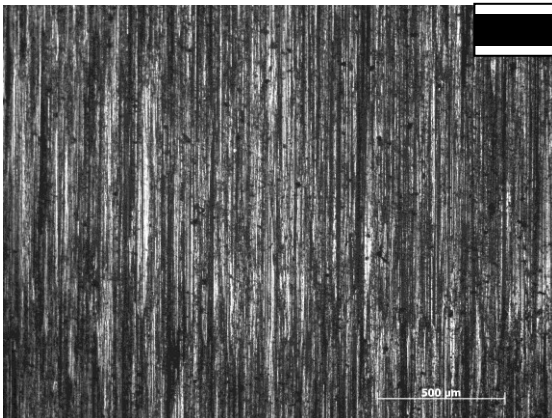
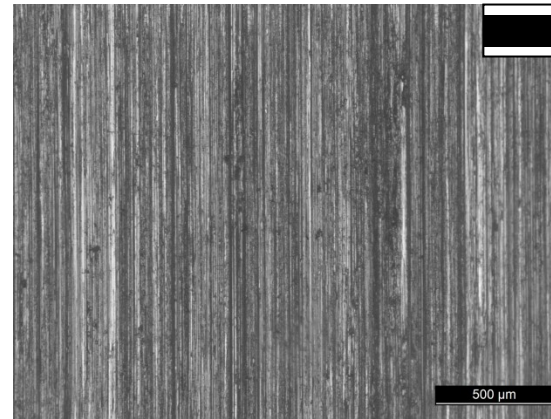
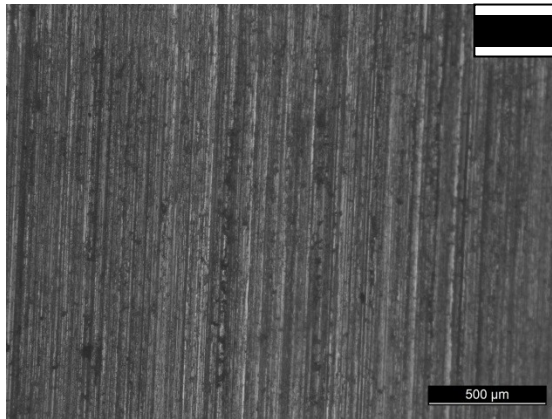
Rugosidade e temperatura dos corpos de prova C360 e SAE 1045, retificados com rebolos 100% SiC.

| Corpos de prova | Condição | Velocidade transversal | Rugosidade Ra (μm) | Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) |
|-----------------|----------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| C360 | T5R1 | 0,15 m/s | 5,12 | 45 |
| | T5R3 | 0,07 m/s | 3,19 | 57 |
| SAE 1045 | T5R2 | 0,15 m/s | 2,36 | 210 |
| | T5R4 | 0,07 m/s | 2,22 | 267 |

Resultados

Rebolo 100% SiC

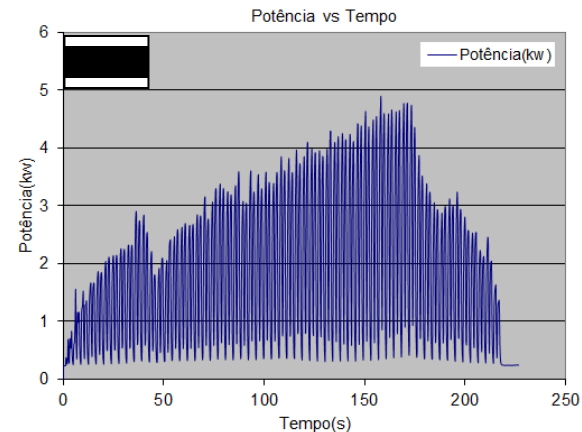
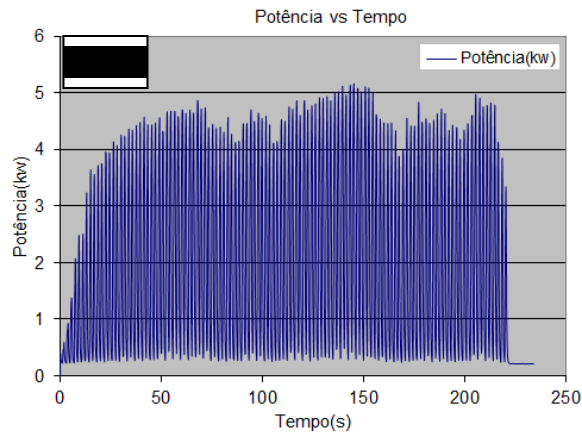
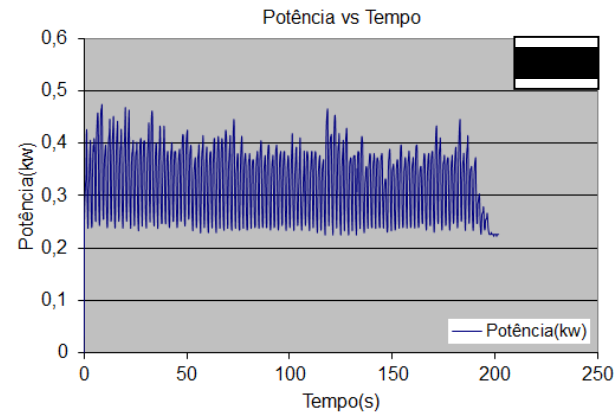
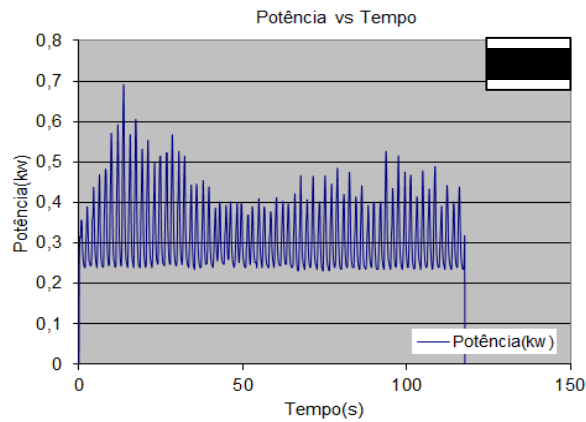
Imagens de MO da superfície retificadas dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 100% SiC



Resultados

Rebolo 100% SiC

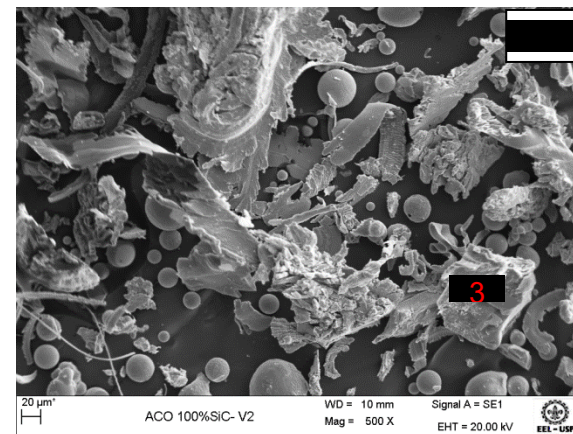
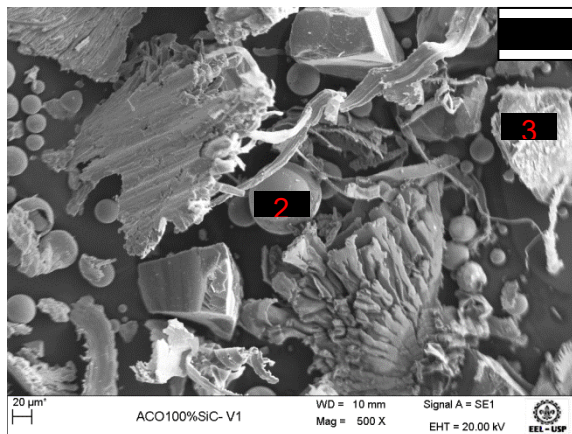
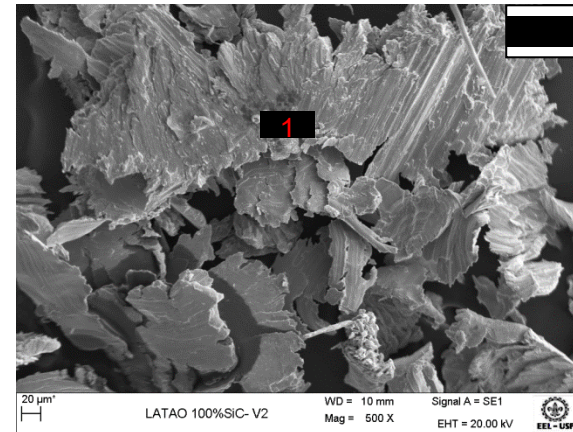
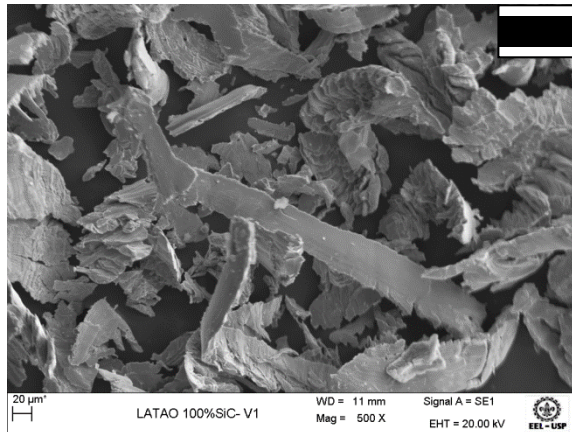
Gráfico do consumo de potência empregado na retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 100% SiC.



Resultados

Rebolo 100% SiC

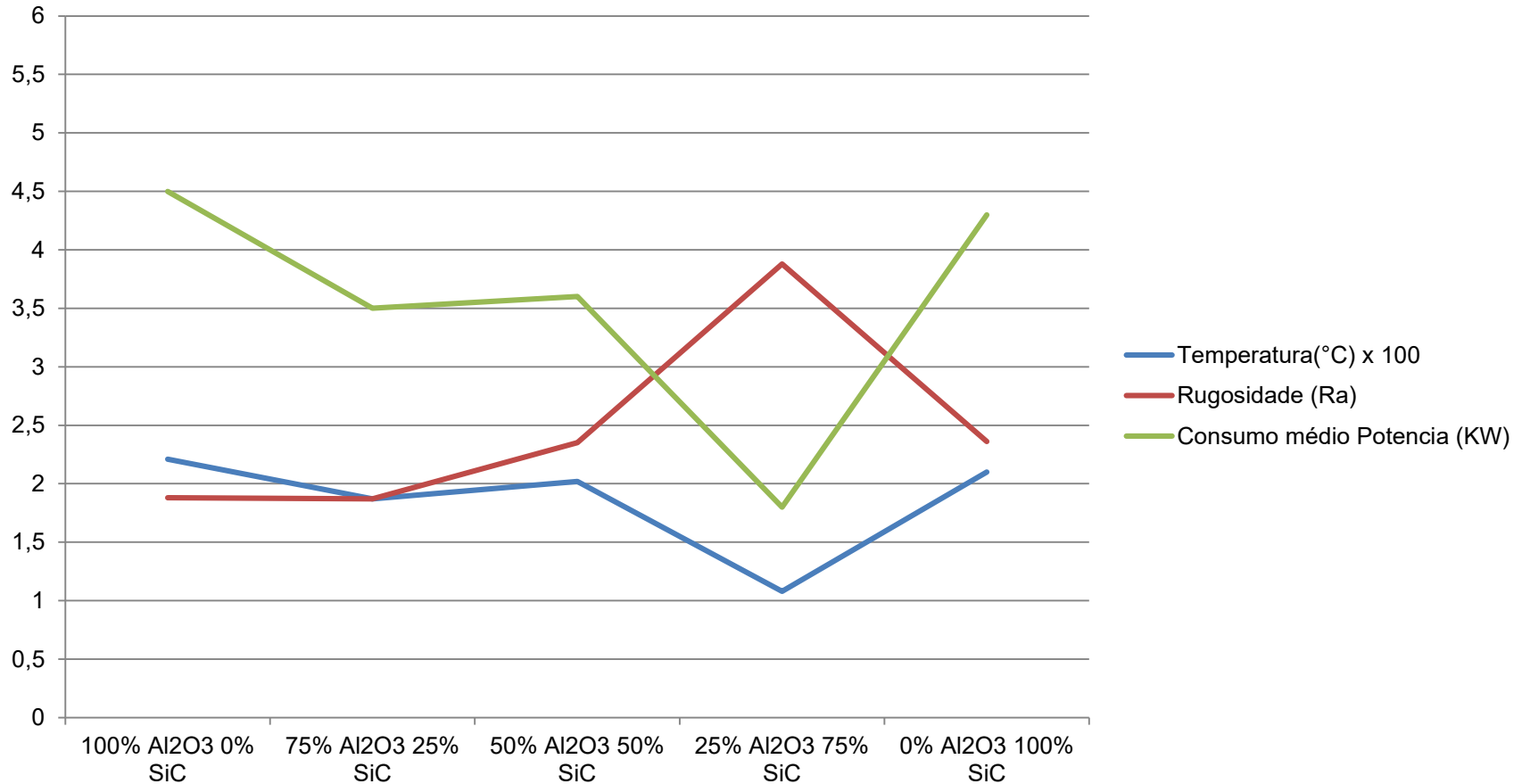
Imagens MEV dos cavacos provenientes da retificação dos corpos de prova C360 com (a) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (b) $V_t = 0,07\text{m/s}$ e SAE 1045 com (c) $V_t = 0,15\text{m/s}$ e (d) $V_t = 0,07\text{m/s}$, utilizando rebolos 100% SiC



Resultados

Comparativo de resultados

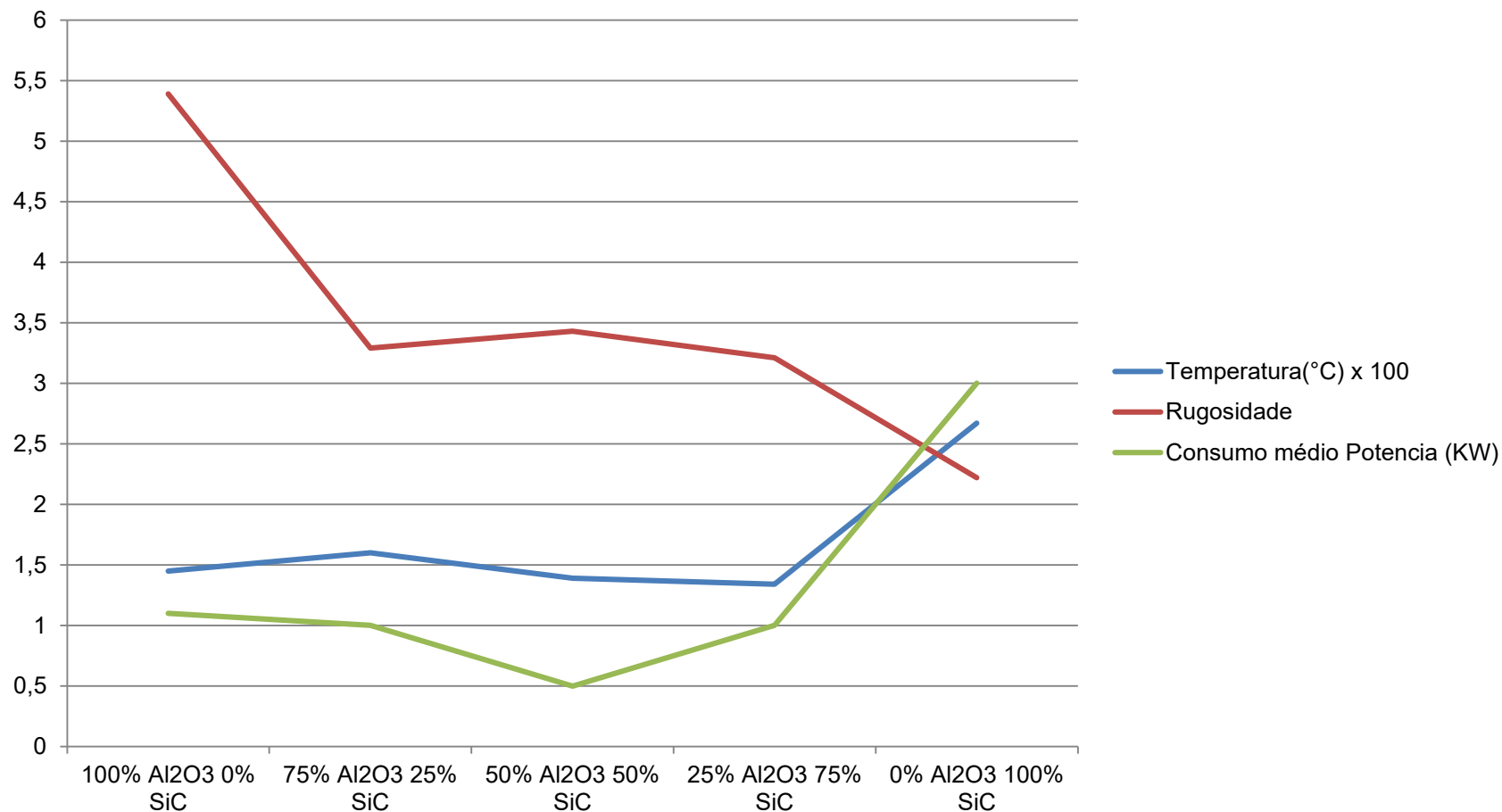
Gráfico comparativo do processo de retificação em Aço SAE 1045 com velocidade transversal de 0,15 m/s



Resultados

Comparativo de resultados

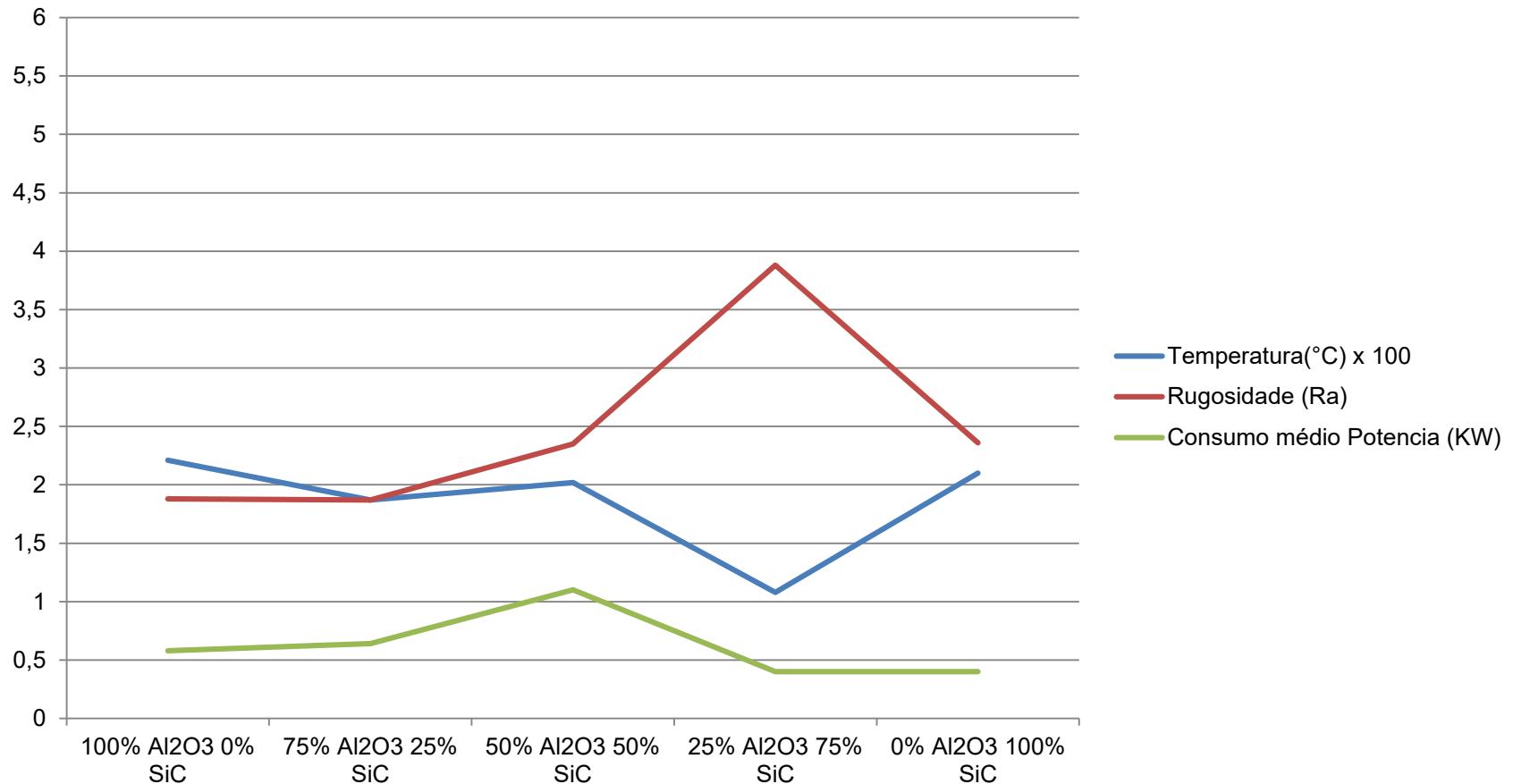
Gráfico comparativo do processo de retificação em Aço SAE 1045 com velocidade transversal de 0,07 m/s



Resultados

Comparativo de resultados

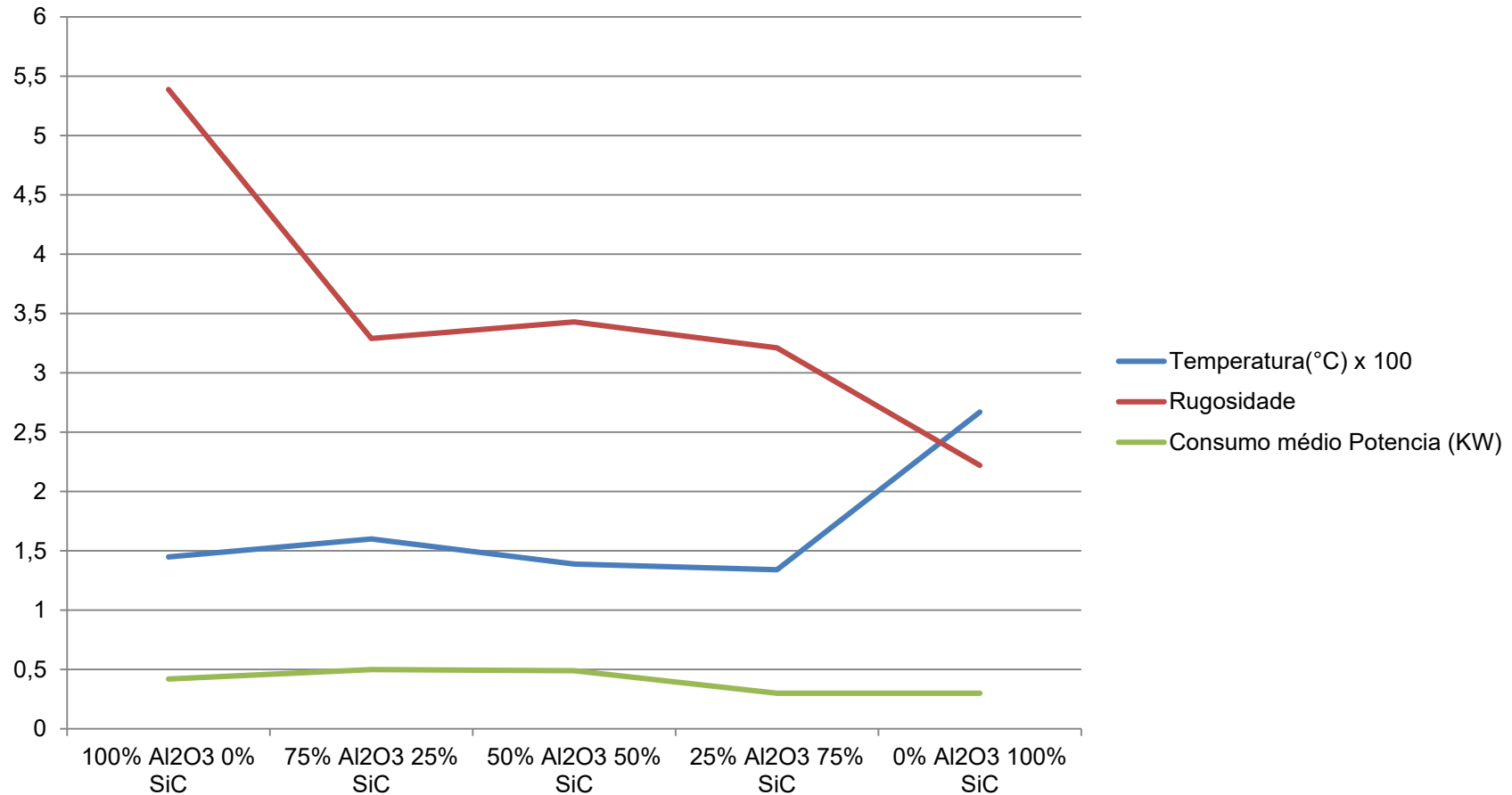
Gráfico comparativo do processo de retificação em latão C360 com velocidade transversal de 0,15 m/s



Resultados

Comparativo de resultados

Gráfico comparativo do processo de retificação em latão C360 com velocidade transversal de 0,07 m/s



A ferramenta abrasiva com 25% de Al_2O_3 + 75% de SiC apresentou em todos os testes realizados a menor potência requerida na operação e as menores temperaturas geradas no processo. Este resultado ocorreu com as velocidades de corte de 0,07 m/s e 0,15 m/s, nos corpos de prova em aço SAE 1045 e latão C360.

Em sentido contrario, houve uma elevação da rugosidade RA superficial em todas as operações com esta especificação que evidencia um provável maior poder de remoção de material.

O objetivo deste estudo foi identificar um rebolo que fosse híbrido na operação de retificação de matérias ferrosos, no caso o aço SAE 1045 e não ferrosos, neste caso o latão C360.

Com base nos resultados apresentados de rugosidade, formação do cavaco, geração de temperatura e consumo de energia, e tendo o conjunto destes dados como fator conclusivo de índice de desempenho dos rebolos sujeitos as condições dos experimentos, é possível determinar que o rebolo da condição **25% Al₂O₃ e 75% SiC** apresentou o melhor desempenho.

É possível considerar este rebolo sendo o melhor resultado devido ao fato destes parâmetros analisados serem usuais nas indústrias que utilizam estes produtos. A geração de temperatura menor nesta condição de rebolo se transcreve diretamente no consumo menor de energia durante o processo de retificação. A menor geração de temperatura na operação garante uma manutenção da qualidade superficial do material trabalhado, evitando alteração de suas propriedades, assim como, o menor consumo de energia esta associado diretamente a uma economia no processo, gerando ganhos tangíveis as indústrias.

- ✓ Evoluir com o estudo da interação de outros grãos abrasivos (Seeded Gel, Cubitron, Quantum, Targa, Norzon e etc.) com os diversos materiais utilizados em construção mecânica.
- ✓ Comparação dos processos de retificação e o uso dos diversos tipos de líquidos de refrigeração (uma área a ser explorada para os estudos de performance e desempenho das ferramentas abrasivas).
- ✓ Correlacionar as velocidades de avanço radial e axial e o efeito na microestrutura da peça obra, utilizando blendas de grãos abrasivos distintos.

Agradecimentos

