



**CONFORME SOLICITAÇÃO DO AUTOR, ESTA
PRODUÇÃO INTELECTUAL POSSUI RESTRIÇÃO
DE ACESSO**

**CAXIAS DO SUL
2025**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA -PPGMEC
MESTRADO PROFISSIONAL**

LUCAS WOLFF SCHWARTZ

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE NO DESGASTE DA SERRA CIRCULAR
DURANTE SERRAMENTO DE TUBOS DE FERRO FUNDIDO CINZENTO**

**CAXIAS DO SUL
2025**

LUCAS WOLFF SCHWARTZ

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE NO DESGASTE DA SERRA CIRCULAR
DURANTE SERRAMENTO DE TUBOS DE FERRO FUNDIDO CINZENTO**

Dissertação apresentada à Universidade de Caxias do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.
Área de concentração: Processos de Fabricação e Produção de Componentes, Ferramentas e Matrizes

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Panosso Zeilmann.

CAXIAS DO SUL

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

S399i Schwartz, Lucas Wolff
Influência da velocidade de corte no desgaste da serra circular durante
serramento de tubos de ferro fundido cinzento [recurso eletrônico] / Lucas
Wolff Schwartz. – 2025.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2025.

Orientação: Rodrigo Panosso Zeilmann.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Desgaste mecânico. 2. Ferramentas de corte. 3. Ferro fundido. 4.
Engenharia mecânica. I. Zeilmann, Rodrigo Panosso, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 620.193.95

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

LUCAS WOLFF SCHWARTZ

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE NO DESGASTE DA SERRA CIRCULAR
DURANTE SERRAMENTO DE TUBOS DE FERRO FUNDIDO CINZENTO**

Dissertação apresentada à Universidade de Caxias do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. Área de concentração: Processos de Fabricação e Produção de Componentes, Ferramentas e Matrizes

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Panosso Zeilmann.

Aprovado em 10/12/2025.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rodrigo Panosso Zeilmann
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Alexandre Fassini Michels
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Giovani Dambros Telli
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Leandro Corso
Universidade de Caxias do Sul – UCS

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por me conceder a força, a saúde e a determinação necessárias para enfrentar e superar os desafios desta jornada.

À minha esposa, Camila, agradeço profundamente pela paciência, compreensão e apoio ao longo de todo o mestrado. Sua presença constante e seu incentivo foram fundamentais para que eu pudesse alcançar este objetivo. Aos meus filhos, Joaquim e Manuela, que são minha maior fonte de motivação e inspiração.

Expresso minha sincera gratidão ao meu orientador, professor Rodrigo Panosso Zeilmann, pela dedicação, disponibilidade e orientação precisa em cada etapa deste trabalho. Seu conhecimento e apoio foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço à Universidade de Caxias do Sul (UCS) por proporcionar um ambiente acadêmico estimulante, pela qualidade do ensino e pela oportunidade de crescimento intelectual ao longo desta caminhada. Estendo meus agradecimentos aos colegas de mestrado, com quem compartilhei aprendizados, desafios e conquistas. O apoio mútuo e a troca de experiências enriqueceram ainda mais esta trajetória.

À Metalúrgica Rio, minha gratidão por confiar em meu trabalho e permitir que este projeto se concretizasse em um ambiente tão relevante e desafiador. Aos colaboradores da empresa que contribuíram com seu tempo, dedicação e conhecimento técnico, meu muito obrigado.

Encerro esta etapa com gratidão a todos que, de alguma forma, fizeram parte deste percurso. Cada contribuição, pequena ou grande, foi essencial para que este sonho se tornasse realidade.

RESUMO

Esta dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica investiga a influência da velocidade de corte no desgaste de serras circulares durante o serramento de tubos de ferro fundido cinzento, um material amplamente utilizado na fabricação de camisas de cilindro. O presente estudo investiga de que forma as variações na velocidade de corte impactam o desgaste da serra circular, buscando compreender o comportamento do desgaste e a curva de desgaste. Os ensaios de serramento foram conduzidos em três condições distintas de velocidade (130, 150 e 170 m/min), empregando serras com dentes em carbeto de tungstênio e revestimento PVD realizando o monitoramento do desgaste de flanco máximo ($VB_{m\acute{a}x}$). As análises foram realizadas por microscopia digital e eletrônica de varredura, complementadas por espectroscopia por dispersão de energia (EDS), além de avaliação estatística dos resultados por meio de Análise de Variância (ANOVA). Os resultados evidenciaram que a velocidade de corte exerce influência estatisticamente significativa sobre o desgaste da serra circular. Observou-se que a condição de 130 m/min apresentou maior estabilidade e rendimento, atingindo 14 metros quadrados serrados, a velocidade de 150 m/min resultou em 7 metros quadrados, e a de 170 m/min em 4,5 metros quadrados de corte. Nas condições de velocidade de corte mais elevadas, houve intensificação do desgaste, associado a mecanismos como adesão, abrasão, lascamento e trincas térmicas. A análise estatística confirmou a relevância desse parâmetro na progressão do desgaste, com nível de significância superior a 99,99%. Dessa forma, conclui-se que a seleção adequada da velocidade de corte é fundamental para otimizar o rendimento e a estabilidade do processo de serramento, contribuindo para o avanço científico da área e para aplicações práticas na indústria.

Palavras-chave: *Serra circular; Desgaste de ferramenta; Velocidade de corte; Ferro fundido cinzento;*

ABSTRACT

This Master's thesis in Mechanical Engineering investigates the influence of cutting speed on the wear of circular saws during the sawing of gray cast iron pipes, a material widely used in the manufacture of cylinder liners. This study investigates how variations in cutting speed impact the wear of the circular saw, seeking to understand the wear behavior and the wear curve. Sawing tests were conducted under three distinct speed conditions (130, 150, and 170 m/min), using saws with tungsten carbide teeth and PVD coating, monitoring the maximum flank wear (VBmax). Analyses were performed using digital and scanning electron microscopy, complemented by energy dispersive spectroscopy (EDS), and statistical evaluation of the results through Analysis of Variance (ANOVA). The results showed that the cutting speed exerts a statistically significant influence on the wear of the circular saw. It was observed that the 130 m/min cutting speed showed greater stability and yield, achieving 14 square meters of sawn material; the 150 m/min speed resulted in 7 square meters, and the 170 m/min speed in 4.5 square meters of cut. At higher cutting speeds, there was an intensification of wear, associated with mechanisms such as adhesion, abrasion, chipping, and thermal cracking. Statistical analysis confirmed the relevance of this parameter in the progression of wear, with a significance level greater than 99.99%. Therefore, it is concluded that the appropriate selection of cutting speed is fundamental to optimizing the yield and stability of the sawing process, contributing to the scientific advancement of the area and to practical applications in industry.

Keywords: *Circular saw; Tool wear; Cutting speed; Gray cast iron;*