



SICIT 2021

Semana de Iniciação
Científica e Tecnológica

ISSN 2595-9417

27 de setembro a
01 de outubro de 2021

Universidade de Itaúna

ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO DESGASTE EM CANAIS DE LAMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA GEOMETRIA

Thiago Monteiro dos Reis, ex-aluno de Engenharia Mecânica, UIT, thiago21mont@outlook.com

Mateus Vitor de Souza, ex-aluno de Engenharia Mecânica, UIT, mateusvitor10@hotmail.com

Leonardo Lessa Oliveira, ex-aluno de Engenharia Mecânica, UIT, leolessa_@live.com

Guilherme Henrique Amaral Almeida, ex-aluno de Engenharia Mecânica, UIT, guiamaral28@gmail.com

Sabrina Nogueira Rabelo Ruas, UIT, sasanogueirarab@hotmail.com

Resumo: Este trabalho objetivou estudar e analisar o desgaste de diferentes geometrias de canais em cilindros de laminação a quente, visto que, o problema é um dos principais fatores de parada de produção no setor. Foi observado que existem informações sobre o tema, porém não há dados teóricos que comprovem o comportamento do desgaste dos canais, bem como as características do desgaste de acordo com a sua forma geométrica, ou seja, são apenas dados construídos empiricamente. Extraíram-se o máximo de informações possíveis por meio de coletas de amostras, tomando como premissa, comparar o peso linear da amostragem recolhida no decorrer do período produtivo, sem que houvesse interferência/ajuste manual nos parâmetros do processo. A apuração realizada foi de que o comportamento de desgaste dos canais se explica em proporção às geometrias concentradoras de tensão, que após seu desgaste, adquirem uma certa estabilidade à degradação.

Palavras-chave: Desgaste de canais. Perfil geométrico. Laminação. Cilindros.

1 Introdução

A laminação de perfis de aços longos é um processo de conformação mecânica muito importante na engenharia, e tem influência direta em vários ramos industriais, como por exemplo, a construção civil, ferroviária, dentre outros setores. Segundo Cetlin & Helman (2005) a laminação consiste na passagem de uma peça entre dois cilindros que giram de forma a reduzir a área de uma secção transversal. Em complemento ao conceito, Coda (2008) salienta que o processo segue uma sequência comum de calibração de longos, classificadas como desbaste, intermediária e acabador. A quantidade de reduções, ou seja, de passes, irá variar de acordo com seção transversal a ser reduzida da peça ou do tarugo, como geralmente é conhecido, e com o segmento no qual se é destinado aquele produto conformado, bem com sua complexidade de traços geométricos.

Um dos componentes desse setor são as gaiolas ou cadeiras de laminação, nas quais se usa um subcomponente que é o cilindro ou rolo de laminação, que são um dos principais elementos de um laminador, pois promovem diretamente a conformação da peça atuando como ferramentas de fabricação (FILHO et al, 2011). Este cilindro geralmente contém diversos canais de diferentes formatos e tamanhos que irão dar a forma geométrica necessária ao material durante o processamento, de acordo com as necessidades e exigências de produção de uma unidade. O desafio enfrentado é que os canais apresentam diferentes comportamentos com relação ao desgaste, nos quais não se tem conhecimento teórico admissível e palpável sobre esse desafio enfrentado pelo setor siderúrgico, tendo em vista que, a integridade estrutural dos canais está diretamente ligada à qualidade e também ao custo final do produto acabado recebido pelo cliente, visto que a barra em processo tende a moldar seu formato com o formato do canal (MILANEZ, 2006).



O estudo do desgaste dos canais é de extrema importância para o setor produtivo, tendo como base um problema que atinge diretamente toda a linha de produção e qualidade do produto laminado, onerando os custos de operação da empresa com ferramental, mão de obra, perda de competitividade de mercado e paradas não programadas na produção.

Este trabalho tem como objetivo mapear, prever e estudar o desgaste dos canais no decorrer do seu processo de utilização, permitindo o domínio e uma melhor leitura de sua longevidade, antecipando possíveis problemas e ocorrências que possam vir a acontecer, já que a utilização dos perfis estudados é inerente ao processo, considerando sua viabilidade e qualidade, mas que com o conhecimento dos pontos críticos, portas se abrem para novos desenvolvimentos e uma melhor competitividade.

2 Metodologia

2.1 Considerações gerais

O presente estudo foi realizado por meio da coleta de amostras durante o processo produtivo em uma pequena empresa do setor siderúrgico, situada no estado de Minas Gerais, especializada em laminação a quente. Por se tratar de uma laminação, em que a obtenção ideal de parâmetros e dados é complexa e muitas vezes obtidos por métodos empíricos, ou seja, por meio de testes e experiências anteriores adquiridas (KOSAK, 1976). Uma grande quantidade de amostras foi necessária para se obter uma linha de tendência confiável.

Foram examinadas quatro geometrias distintas, ou seja, quatro diferentes tipos de canais/perfis que são os mais presentes no processo analisado, sendo eles: diamante, quadrado, oval e redondo. A Figura 1 exibe as duas primeiras amostras de cada perfil retiradas do processo produtivo, evidenciando a geometria relatada no texto acima, respectivamente.

Figura 1 – Amostras retiradas do processo de laminação



Fonte: Autores (2019).



Para garantir a confiabilidade dos dados apresentados, sem que gerasse nenhuma vantagem ou que prejudicasse a performance de alguma geometria, os cilindros que continham esses perfis selecionados para a composição da amostragem foram fabricados com o mesmo material, isto é, com ferro fundido nodular centrifugado, ferro fundido este que é reconhecido como dúctil (RIZZO, 2005). A única desigualdade deveu-se ao fato de que cada tipo de canal recebe um diferente tipo de geometria do passe anterior, inerente à sequência de calibração do processo.

Após a retirada das amostras nas primeiras 24 horas de trabalho do canal, foi medido o peso linear de cada exemplar em kg/m. A etapa seguinte à coleta foi a de organização dos dados e sua exportação, que consistiu na plotagem dos mesmos no gráfico e a realização de uma linha de tendência com função logarítmica que explicitasse de maneira clara e objetiva os sinais comportamentais dos canais na produção diária. Esse método proporcionou uma leitura real e precisa de como reagia o canal no decorrer da produção.

Vale ser ressaltado que, para o êxito desse estudo, não houve interferência manual nos parâmetros de ajuste do processo quando retirados os corpos de prova que iriam compor o acervo de amostras para o estudo e medição de peso linear.

2.2 Detalhes da medição

A retirada de amostras, realizada no controle de processo do setor produtivo do laminador em questão, foi efetuada nos intervalos de tempo especificados na Tabela 1, tempos esses definidos após recomendações baseadas na experiência de operadores envolvidos no próprio processo.

Tabela 1 – Tempo preestabelecido de retirada de amostras no processo produtivo

Tempo (horas)										
0,5	1	2	3	4	6	8	10	15	20	24

Fonte: Autores (2019)

Para a etapa de identificação do peso linear dos exemplares, recorreu-se da utilização de uma balança eletrônica, com a verificação e calibração vigentes. A Figura 2 exibe o registro de pesagem da amostra número 1 do perfil quadrado.

Como segundo momento desta etapa, a medição do comprimento das amostras foi realizado com o auxílio de uma escala graduada, também verificada através de padrões de medição. Após as medições, disposto dos resultados de peso (x) e comprimento (y) dos exemplares, calculou-se o peso linear (P) por meio da Equação (1).

$$P = \frac{x}{y} \quad (1)$$

Figura 2 – Pesagem: amostra de perfil quadrado número 1

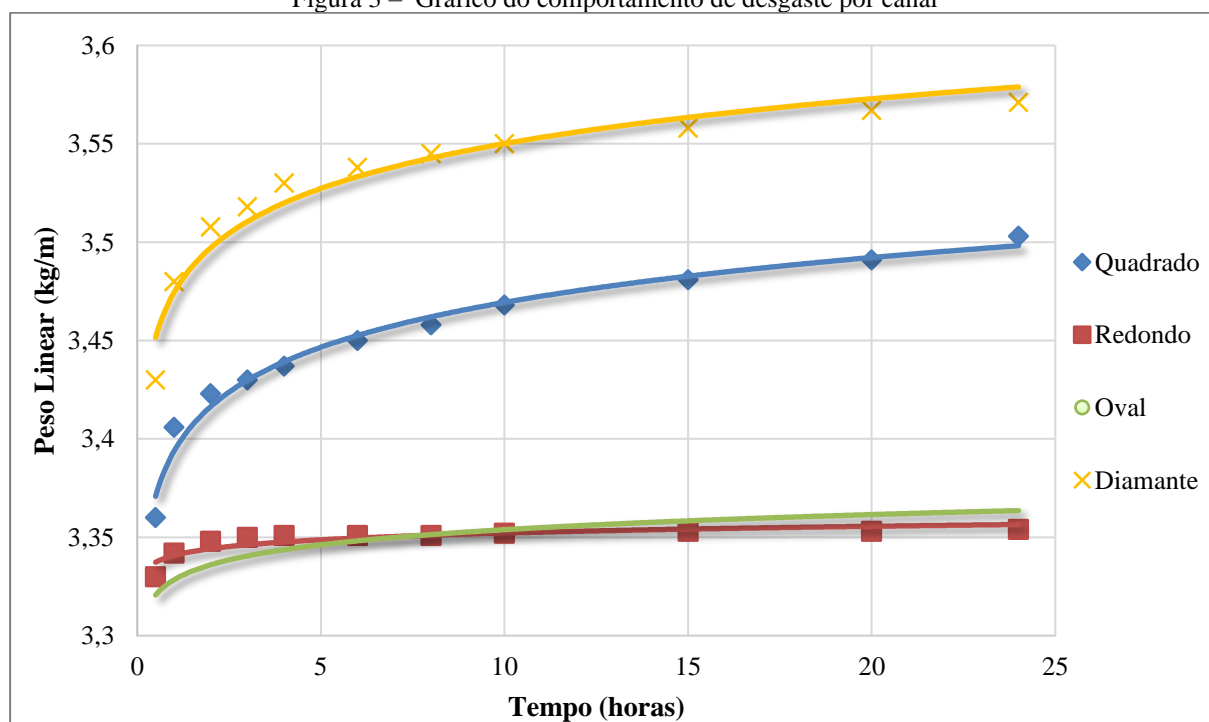


Fonte: Autores (2019).

3 Resultados e discussão

Através dos resultados obtidos, observa-se uma tendência específica de comportamento quanto ao desgaste dos canais no decorrer do tempo de trabalho (contados até 24 horas), em função de sua geometria representado na Figura 3 e Tabela 2.

Figura 3 – Gráfico do comportamento de desgaste por canal



Fonte: Autores (2019).



Tabela 2 – Dados da configuração comportamental dos perfis no decorrer do processo

Perfil	Tempo (horas)										
	0,5	1	2	3	4	6	8	10	15	20	24
Redondo	3,360	3,406	3,423	3,430	3,437	3,450	3,458	3,468	3,481	3,491	3,503
Quadrado	3,330	3,342	3,348	3,350	3,351	3,351	3,351	3,352	3,353	3,353	3,354
Oval	3,320	3,328	3,337	3,341	3,344	3,348	3,350	3,355	3,359	3,361	3,363
Diamante	3,430	3,480	3,508	3,518	3,530	3,538	3,545	3,550	3,558	3,567	3,571

Nota: unidade de medida kg/m

Fonte: Autores (2019).

Observa-se que o canal de perfil quadrado apresenta um aumento de peso linear significativo nas 5 primeiras horas de produção (cerca de 3%), sendo que mesmo com essa acentuação, o perfil se manteve em uma crescente linear, agora menos agressiva, de desgaste. O mesmo aconteceu com o canal de perfil diamante, acentuado desgaste nas primeiras horas produtivas, comparado com sua tendência de degradação após esse período crítico. Isso nos leva a relacionar o perfil geométrico desses dois canais com o cenário apresentado, pois geometricamente, ambos têm “quinas”, arestas que formam uma angulação reta sensível ao desgaste devido ao acúmulo de tensão gerado em seus vértices.

Em um cenário bem mais favorável de resistência ao desgaste, observa-se o comportamento do canal oval, e principalmente o do canal redondo, que vale ser ressaltado dentre todos os analisados, pois apresentou melhor performance operacional, visto que sua estrutura é muito intrínseca a esse cenário. O canal de geometria ovalizada tem a tendência de um percentual de desgaste levemente superior quando comparado ao de geometria redonda, mas que ainda assim, assume grande vantagem quando analisado junto as demais (quadrado e diamante). Ambos com o passar do tempo, adquirem uma estabilidade interessante que lhes permite uma maior longevidade na linha de produção, proporcionada por seus traços que suportam melhor a agressão causada pelo material que os antecede.

Além disso, a estabilidade do desgaste após as primeiras horas de produção elucidada também o fenômeno do encruamento nos cilindros de laminação (na sua totalidade, Ferro Fundido Nodular nesse estudo), que após sofrerem impactos no decorrer do processo, demonstram um aumento da dureza que contribui na estabilidade do canal

4 Conclusão

Os canais de laminação apresentaram diferentes tipos de comportamento em relação à derivação da geometria, tornando perceptível que os perfis quadrado e diamante nas primeiras horas têm um expressivo aumento de peso linear da amostra retirada e após cinco primeiras horas de produção, a variação do peso se estabiliza, apresentando um comportamento menos agressivo do que de suas primeiras horas. Os perfis redondos e ovais apresentaram uma pequena variação nas primeiras horas de produção, demonstrando uma maior estabilidade posterior quando comparado aos outros perfis estudados. Percebe-se que na sua primeira etapa de produção houve um aumento menos significativo do que nos perfis anteriores, em seguida, um comportamento completamente estável.

Conclui-se que, diante desses dois fenômenos evidenciados, o desgaste expressivo nos canais em quadrado e diamante nos explica que as “quinas vivas” expostas são grandes concentradores de tensão, tornando ambos os perfis mais suscetíveis à deterioração. É perceptivo que após algumas amostras retiradas, as quinas vão tomando uma forma “arredondada” devido o desgaste, diminuindo assim o estado de tensão nos vértices, consequentemente estabilizando o desgaste.

O conhecimento comportamental do processo pode e deve abrir novos horizontes destinados a melhoria contínua, uma vez que, o passo anterior à melhoria é a descoberta e entendimento da atividade que está sendo executada e seus fenômenos. O processo é dinâmico e o mercado cada vez mais desafiador e estreito, por isso se faz necessário uma análise de maior cunho técnico quanto ao processo produtivo, podendo assim melhorar e aperfeiçoar mais os produtos disponibilizados.



SICIT 2021

Semana de Iniciação
Científica e Tecnológica

ISSN 2595-9417

27 de setembro a
01 de outubro de 2021

 Universidade de Itaúna

Referências

CETLIN, P. R.; HELMAN, H. Fundamentos da conformação mecânica dos metais. 2.ed. São Paulo: Artliber Editora, 2005.

CODA, R. C. Processo de laminação de barras. Porto Alegre: Fundação Luiz Englert, 2008.

FILHO, E. B.; SILVA, I. B.; BATALHA G. F.; BUTTON, S. T. Conformação Plástica dos metais. 6.ed. São Paulo: EPUSP, 2011.

MILANEZ, A. Estudo da calibração de barras chata a quente em um laminador trio. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia)

RIZZO, E. M. S. Introdução aos Processos Siderúrgicos. 1.ed. São Paulo: ABM, 2005.