

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS – MG

ENGENHARIA MECÂNICA

Biblioteca Monsenhor Domingos Prado Fonseca
N. Class. M 691.3
Cutter S 425a
Ano/Ed. 2010

TIAGO MELLO DE SOUZA

**ANÁLISES EM EIXOS CARDAM UTILIZADOS
EM ROÇADEIRAS MANUAIS**

Varginha - MG

2010

TIAGO MELLO DE SOUZA

**ANÁLISES EM EIXOS CARDAM UTILIZADOS
EM ROÇADEIRAS MANUAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do Prof. Esp. Alexandre de Oliveira Lopes.

Varginha - MG

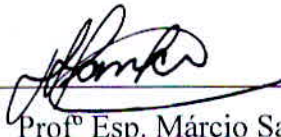
2010

TIAGO MELLO DE SOUZA

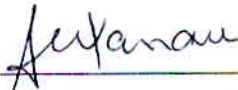
**ANÁLISES EM EIXOS CARDAM UTILIZADOS
EM ROÇADEIRAS MANUAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico pela banca Examinadora composta pelos membros: Prof. Esp. Márcio de Santana, Prof. Ms. Alexandre da Silva Soriano e Prof. Esp. Alexandre de Oliveira Lopes.

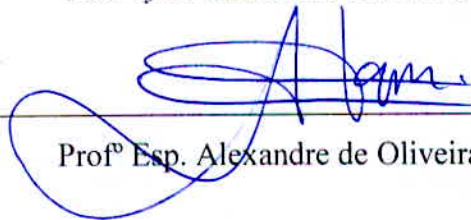
Aprovado em / /



Prof^o Esp. Márcio Santana



Prof^o Ms. Alexandre da Silva Soriano



Prof^o Esp. Alexandre de Oliveira Lopes

OBS.:

Dedico este trabalho a todos aqueles que
direto ou indiretamente contribuíram para
sua realização.

Agradeço também a minha família que me deu todo apoio para que pudesse concluir esta etapa de minha vida.

Agradeço a Deus por me orientar e dar-me sabedoria ate o momento presente.

“Ser feliz é fazer o que gosta com
responsabilidade e estar em paz consigo
mesmo”.

Tiago Mello

RESUMO

Em função do aumento da demanda nos mercados agropecuários, florestais, jardinagem e bricolagem (faça você mesmo), houve a necessidade do desenvolvimento de máquinas, ferramentas e novas tecnologias para facilitar o manuseio e a manutenção dos mesmos. No mercado de jardinagem e uma das divisões do mercado agropecuário, a agricultura em geral, utiliza-se muito roçadeiras manuais ou também chamadas de aparadoras de grama, que normalmente são equipadas com motor dois tempos de pequeno porte. Com o desenvolvimento desse equipamento, naturalmente surgiram-se os problemas mecânicos, e o objetivo deste estudo é analisar isoladamente o dois tipos de engrenamento, entre o eixo cardam com tambor de acionamento, que são ambos fabricados por aço-liga e que recebem tratamentos térmicos específicos. A finalidade é analisar os desgastes ocasionados por esforços de torção gerados pelo motor e resistência a fadiga.

Palavras-chave: Mercados, Tecnologias, Agricultura, Roçadeiras.

ABSTRACT

In function of the increase of the demand in the farming markets, forest, jardinagem and bricolagem (it makes you yourselves), it had the necessity of the development of machines, tools and new technologies to facilitate to the manuscript and the maintenance of the same ones. In the market of jardinagem and one of the divisions of the farming market, agriculture in general, uses roçadeiras manuals very or also calls of aparadoras of gram, that normally are equipped with engine two times of small transport. With the development of this equipment, the mechanical problems had of course appeared, and the objective of this study is to separately analyze the two types of engrenamento, between the axle rebukes with drive drum, that are both manufactured by steel-bind and that they receive thermal treatments specific. The purpose is to analyze the consumings caused for efforts torsional generated by the engine and resistance the fatigue.

Word-key: Markets, Technologies, Agriculture, Roçadeiras.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Roçadeira manual equipada com eixo de seção quadrada.....	16
Figura 2: Roçadeira manual equipada com eixo de seção estriada.....	17
Figura 3: Desenho em corte dos eixos (1) e (2)	18
Figura 4: Durometro (equipamento para medir a dureza dos aços).....	21
Figura 5: Eixo (1) com seção quadrada	22
Figura 6: Eixo (2) com seção estriada	23
Figura 7: Engrenamento do eixo (1).....	23
Figura 8: engrenamento do eixo (2)	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados técnicos do equipamemto	17
Tabela 2: Dados técnicos do equipamento	17
Tabela 3: Horas de trabalho X Área da extremidade	24
Tabela 4: Horas de trabalho X Área da extremidade	25

LISTA DE SÍMBOLOS

Rotações por Minuto.....	(RPM)
Centímetros Cúbicos.....	(cm ³)
Horse Power (Cavalo Força)	(HP)
Milímetros Quadrados.....	(mm ²)
Milímetros.....	(mm)
Horas.....	(Hs)
Rockwell hardness (Dureza).....	(HRC)

SUMÁRIO

1 - Introdução.....	13
1.1 - Objetivo da Pesquisa.....	14
1.2 - Objetivos Específicos.....	14
2 - Referencial Teórico.....	15
2.2 - Aços.....	15
2.3 - Funcionamento.....	16
2.4 - Equipamento – Eixo (1).....	16
2.5 - Equipamento – Eixo (2).....	17
3 - Desenvolvimento.....	18
3.1 - Medidas nas extremidades (mm).....	18
3.2 - Cálculo da Área de contato do Eixo (1).....	18
3.3 - Cálculo da Área de contato do Eixo (2).....	19
3.4 - Tipo do material.....	19
3.5 - Composição do material.....	19
3.6 - Beneficiamento do material.....	20
3.6.1 - Recozimento.....	20
3.6.2 - Normalização.....	20
3.6.3 - Têmpera e Revenimento.....	20
3.6.4 - Alívio de tensões.....	20
3.7 - Teste de dureza (HRC).....	21
4 - Resultados Obtidos.....	22
4.1 - Tabela do eixo (1).....	24
4.2 - Gráfico do eixo (1).....	25
4.3 - Tabela do eixo (2).....	25
4.4 - Gráfico do eixo (2).....	26
5 - Conclusão.....	27
6 - Referências Bibliográficas.....	28

1 – Introdução

Com o aumento da demanda nos mercados agropecuários, florestais, jardinagem e bricolagem (faça você mesmo), houve a necessidade do desenvolvimento de máquinas, ferramentas e novas tecnologias para facilitar o manuseio e a manutenção dos mesmos.

Nestes mercados nem sempre todos os clientes possuem o poder aquisitivo de adquirir equipamentos de grande porte, uma vez que o valor agregado aos mesmos são muito alto. Sendo assim o desenvolvimento e a venda de roçadeiras manuais motorizadas de pequeno porte, também conhecidas como aparadoras de grama manual, são muito difundidas neste meio, com finalidade de proporcionar rapidez e redução de custo na manutenção destes mercados.

Com o aumento da venda desses equipamentos, naturalmente surgiram-se os problemas mecânicos, e este trabalho faz uma análise pontual no eixo cardam destes equipamentos, ou seja, onde ocorre o engrenamento entre o eixo cardam e o tambor de acionamento, devido ao grande número de defeitos ocorridos nestas peças.

O eixo cardam e o tambor de acionamento, são peças responsáveis de transmitir toda potência e rotação geradas pelo motor, o qual funciona com o ciclo dois tempos chegando a altas temperaturas e rotações, para conjunto de corte.

As análises foram feitas em dois equipamentos de fabricantes diferentes, um desses equipamentos possui o eixo cardam com seção de engrenamento quadrada e outro possui a seção estriada e ambos são fabricados por aço-liga e recebem tratamentos térmicos específicos. Todas as medições visam analisar os desgastes ocorridos por esforços de torção e fadiga.

1.1 – Objetivo da Pesquisa

O objetivo deste trabalho é apresentar um comparativo entre dois engrenamento de eixo cardam com o tambor de acionamento, utilizados em roçadeiras manuais, equipadas com motores a gasolina, com ciclo dois tempos e para facilitar este estudo chamaremos o eixo de seção quadrado como eixo (1), e conseqüente o eixo de seção estriado como eixo (2).

A finalidade é analisar os desgastes ocasionados por esforços de torção gerados pelo motor e resistência a fadiga, fazendo então um comparativo entre os eixos, verificando qual das seções suporta os severos tipos de trabalhos.

Estes eixos são fabricados de aço com ligas especiais, sofrendo em seguida um tratamento térmico específico, sendo um de seção quadrada e o outro estriado.

1.2 – Objetivos Específicos

Este comparativo tem por finalidade analisar qual dessas seções tem maior resistência aos esforços mecânicos de tração (torção) e resistência a fadiga.

Sendo assim este estudo também tem por finalidade verificar as porcentagens de carbono conforme informações do fabricante e suas respectivas ligas adicionadas ao mesmo, e também ao tratamento térmico ao qual foram submetidos.

Os equipamentos foram submetidos a diversas situações de trabalho, utilizando diferentes ferramentas de corte, no intuito de verificar o comportamento aos desgastes sofridos no engrenamento entre eixo cardam e tambor de acionamento.

As análises foram feitas a cada 50 (cinquenta) horas de trabalho em ambos os equipamentos, sempre verificando a área de contato entre o engrenamento.

2 – Referencial Teórico

2.1 – Eixos Cardam

Cardan é um mecanismo que permite a transmissão de um movimento circular, entre os dois eixos, ou que podem mudar seu sentido, como por exemplo: as rodas de direção de um automóvel.

Também conhecido como Cardan ou Cardão, é muito utilizado em veículos com tração 4x4 e em motocicletas cuja a função é fornecer independência às forças motrizes.

Tem o nome de eixo de cardan por ter sido inventado pelo italiano Geronimo Cardano, no século XVI.

2.2 - Aços

Conforme dados fornecidos pelo fabricante, estes eixos são fabricados com aço liga e sofrem um tratamento térmico em suas extremidades, as quais ligam por meio de engrenamento, o motor e a caixa de transmissão (parte da roçadeira que recebe os acessórios de corte (fig. 01).

O aço é uma liga de natureza relativamente complexa e sua definição não é simples, visto que, a rigor, os aços comerciais não são ligas binárias: de fato, apesar dos seus principais elementos de liga serem o ferro e o carbono, eles contêm sempre outros elementos secundários, presentes devido aos processos de fabricação. (CHIAVERINI, 1959, p.240).

Sistema brasileiro para a classificação dos aços. O sistema ABNT baseou-se nos sistemas americanos. Nele, vários tipos de aços de até 1% de carbono, com elementos comuns ou baixos teores de elementos de liga, são indicados por quatro algarismos onde, os dois últimos algarismos correspondem ao teor de carbono e os dois primeiros à presença ou não de elementos de liga. Portanto, toda vez que os dois primeiros números forem 1 e 0, trata-se de um aço carbono.

Entende-se por metal, do ponto de vista tecnológico, um elemento químico que existe como cristal ou agregado de cristais, no estado sólido, caracterizado pelas seguintes propriedades: alta dureza, grande resistência mecânica, elevada plasticidade (grandes deformações sem ruptura), relativamente alta condutibilidade térmica e elétrica. (PETRUCCI, ELADIO G.R. 1982, p.203).

Os aços de alto carbono possuem maior resistência e dureza, e menor ductilidade em relação aos aços baixo e médio carbono. São quase sempre utilizados na condição temperada e revenida, possuindo boas características de resistência a esforços de tração, fadiga, compressão entre outros.

“Um certo material pode ser resultado da combinação de diferentes componentes.” (SILVA, MEI, 1981, p.476).

2.3 – Funcionamento

Este equipamento possui um motor mono cilindro com ciclo dois tempos, o qual gera uma determinada potência e uma rotação (Tabela 1: Dados técnicos do equipamento e Tabela 2: Dados técnicos do equipamento) no sentido anti-horário, que são transmitidos do eixo do virabrequim para um sistema de embreagem e em seguida todo este conjunto aciona o tambor de acionamento que esta engrenado com o eixo cardam.

O eixo trabalha dentro de um tubo de alumínio e transfere finalmente toda potência e rotação adquirida para um conjunto de corte ou caixa de engrenagem.

2.4 - Equipamento - Eixo (1)

Roçadeira desenvolvida para trabalhos diversos com maior intensidade, pode ser usada na agricultura, pecuária, fruticultura, serviços públicos, manutenção de rodovias e jardinagem em geral.

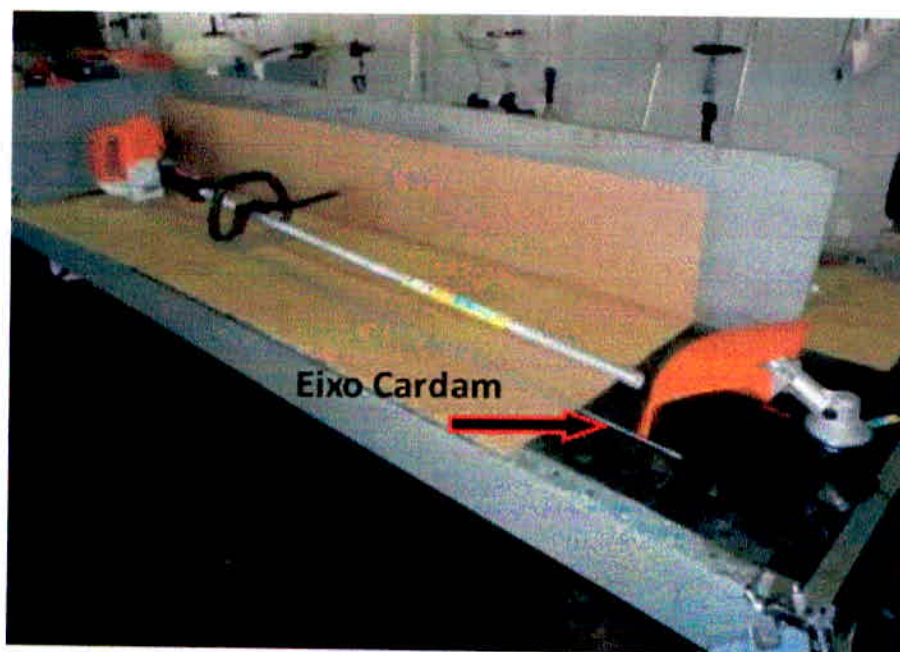


Figura 1: Roçadeira manual equipada com eixo de seção quadrada
Fonte: O autor

Equipamento equipado com sistema de cabo circular e um conjunto de corte com lamina de três pontas, produzido pela empresa Stihl Ferramentas Motorizadas. O eixo cardam de seção quadrada foi desmontado para as medições, com a roçadeira ainda sem uso.

Tabela 1: Dados técnicos do equipamento

Cilindrada	25,4 cm ³
Potência	1,3 HP
Rotação em marcha lenta	2.800 RPM
Rotação máxima	10.300 RPM

Fonte: Autor

2.5 - Equipamento – Eixo (2)

Roçadeira semi-profissional projetada para trabalhos em diversos mercados como agropecuario, jardinagem, florestais entre outros.

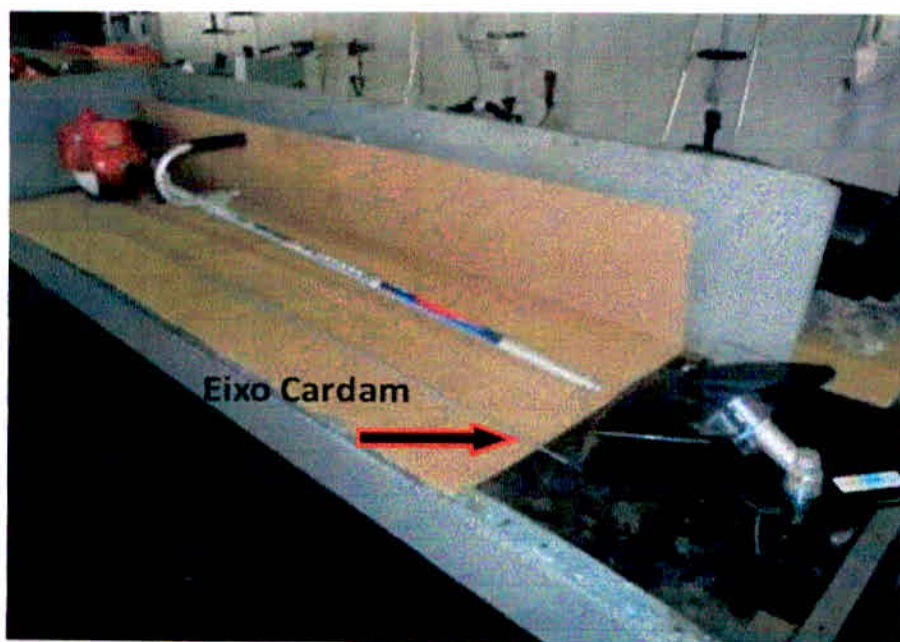


Figura 2: Roçadeira manual equipada com eixo de seção estriada

Fonte: O autor

Equipamento equipado com sistema de cabo curvo e um conjunto de corte com lamina de três pontas, produzido pela empresa Shindaiwa Corporation e importado pela empresa Brudden Equipamentos Ltda. O eixo cardam de seção estriada foi desmontado para as medições, com a roçadeira ainda sem uso.

Tabela 2: Dados técnicos do equipamento

Cilindrada	25,4 cm ³
Potência	1,3 HP
Rotação em marcha lenta	2.800 RPM
Rotação máxima	10.300 RPM

Fonte: O autor

3 - Desenvolvimento

3.1 - Medidas nas extremidades (mm)

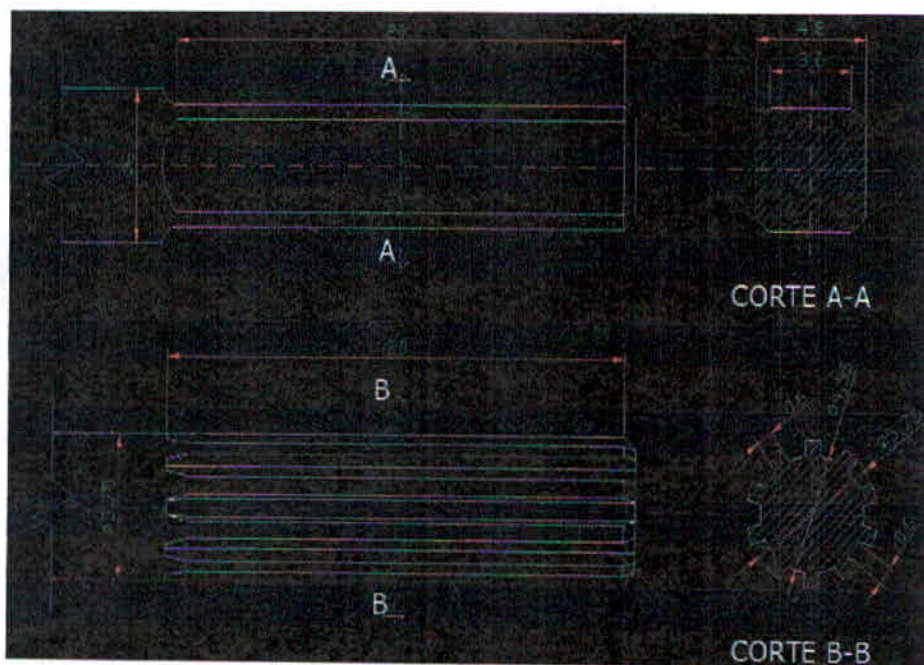


Figura 3: Desenho em corte dos eixos (1) e (2)
Fonte: Autor

Este desenho foi desenvolvido no programa Auto Cad 2009, e mostra as dimensões do eixo (1) de seção quadrada (Corte A-A), e do eixo (2) de seção estriada (Corte B-B). Como esta figura é um desenho real dos eixos, pode-se observar que no final do fresamento nas extremidades, faz-se o acabamento de alívio de tensões evitando trincas que poderiam aparecer devido aos esforços gerados no trabalho com o equipamento.

3.2 - Cálculo da Área de contato do Eixo (1)

Comprimento do eixo (L) = 153,5 mm

Comprimento da seção quadrada (l) = 20 mm

Diâmetro (D) = 6 mm

Área da seção na extremidade quadrada (A)

$$A = \text{Lado} \times \text{Lado}$$

$$A = 4,8 \times 4,8$$

$$A = 23,08 \text{ mm}^2$$

Área de contato no engrenamento:

$$A_{\text{contato}} = A_{\text{seção}} \times l$$

$$A_{\text{contato}} = 23,08 \times 20$$

$$A_{\text{contato}} = 461,6 \text{ mm}^2$$

3.3 - Cálculo da Área de contato do Eixo (2)

Comprimento (L) = 149,5 mm

Comprimento da seção estriada (l) = 20 mm

Diâmetro (D) = 5,75 mm

Raio = 2,875 mm

Numero de estrias (n) = 10

Área da seção na extremidade estriada (A)

$$A = A_{(total)} - nA_{(estrias)}$$

Como as estrias são quadradas, portanto:

$$A = \{(\pi r^2) - n(\text{lado} \times \text{lado})\}$$

$$A = \{(\pi 2,875^2) - 10(0,6 \times 0,6)\}$$

$$A = 22,4 \text{ mm}^2$$

Área de contato no engrenamento:

$$A_{\text{contato}} = A_{\text{seção}} \times l$$

$$A_{\text{contato}} = 22,4 \times 20,4$$

$$A_{\text{contato}} = 456,96 \text{ mm}^2$$

3.4 - Tipo do material

Conforme os testes de dureza, e informações do fabricante, os eixos são fabricados do mesmo material.

Os aços especiais de alta liga e as ligas especiais situam-se no topo da pirâmide da siderurgia mundial. Embora seu volume produzido seja pequeno comparativamente aos aços comuns, seu valor é muito maior, devido ao seu alto teor de elementos de liga, tipicamente acima de 7%. (SILVA, MEI, 2010,p.436).

Segundo informações fornecidas pela empresa Villares Metal, a qual fornece o material para fabricação para ambos os eixos analisados, esse material é de média dureza e temperabilidade e recebe o nome de VL 45FO, tendo outros similares como o SAE 4145H, SAE J1268, ASTM A 193B7, entre outros. O material é fornecido no estado já usinado desbastado com superfície escurecida, no estado beneficiado, ou seja normalizado, temperado e revenido.

3.5 - Composição do material

Segundo informações da empresa Villares Metal, este material é composto de:

- Carbono (C) – 0,45%
- Silício (Si) – 0,25%
- Manganês (Mn) – 0,95%
- Cromo (Cr) – 1,00%

- Molibdênio (Mo) – 0,20%
- Fósforo (P) – 0,025%
- Enxofre (S) – 0,025%

3.6 - Beneficiamento do material

3.6.1 - Recozimento

Aquece-se o material lentamente e uniformemente a temperaturas entre 680 e 700 graus, mantendo esta temperatura por aproximadamente 15 minutos, conforme diâmetro dos eixos e faz o resfriamento dentro do próprio forno.

3.6.2 - Normalização

Após recozimento é necessário normalizar este material. Novamente aquecer lentamente e uniformemente entre temperaturas de 890 e 910 °C, mantendo agora por apenas 10 minutos conforme diâmetro do eixo.

3.6.3 - Têmpera e Revenimento

Dentro dos processos de beneficiamento dos materiais, a têmpera e o revenimento são talvez os mais importantes, pois são eles que garantem as durezas e limites de escoamento necessário conforme determinada aplicação.

No caso estudado e conforme aplicação dos eixos o processo de tempera é realizado em temperaturas entre 860 e 880 °C, por 10 minutos, sendo resfriado por óleo apropriado em meia agitação.

Após tempera, imediatamente este material é sujeito ao processo de revenimento conforme norma ASTM A 304, no intuito de atingir características desejadas.

3.6.4 - Alívio de tensões

O processo de alívio de tensões é último processo pelo qual o material é submetido. Deve ser feito devido ao processo de usinagem em sua extremidade e em toda sua extensão.

Este processo tem a principal finalidade de retirar distorções causadas na usinagem, e este procedimento envolve aquecer lentamente o material a temperaturas no mínimo de 40 °C, inferiores ao do revenimento, seguido de resfriamento ao ar calmo.

3.7 - Teste de dureza (HRC)

Como estamos fazendo um estudo de caso, analisando a resistência de dois eixos com os quais são fabricados com o mesmo material, é de extrema importância se fazer um teste de dureza deste material.

Utilizando um durômetro foram feitas varias medições, nas extremidades e no centro do eixo. Como esta sendo analisada a resistência a fadiga no engrenamento, e o eixo trabalha com altas rotações, é de se esperar que na extremidade seja mais dura que no centro, pois no centro o material tem que ser mais dúctil a fim de suportar esforços de torção e na extremidade tem que ser bastante duro devido ao contato de engrenamento.

Isto foi comprovado com o teste de dureza, pois chegamos a resultados em ambos os eixos, como:

- 57 HRC na extremidade;
- 15 HRC no centro do eixo.



Figura 4: Durometro (equipamento para medir a dureza dos aços).
Fonte: O autor

Como as durezas foram iguais em ambos os eixos, podemos considerar que são fabricados com o mesmo material e recebem o mesmo tratamento térmico, e como na extremidade foi mais dura que no centro, verificamos que nestes pontos há um tratamento térmico mais intensivo.

4 – Resultados Obtidos

Conforme o cálculo de área pode demonstrar, a área de contato ou área de engrenamento do eixo (1) é 1,04% maior em relação ao eixo (2), porém em função do diferente formato na extremidade o eixo (2) possui mais pontos de contato.

Pelo fato do eixo (1) ter sua extremidade quadrada (Figura 3: Eixo (1) com seção quadrada), na prática este eixo possui apenas quatro pontos crítico de contato, ou seja, somente os “cantos” sofrem maior esforço e conseqüentemente sofrendo maior desgaste.

O eixo (2) possui menor área de contato, porém possui mais pontos de contato no engrenamento, ou seja, o eixo possui 10 estrias, totalizando 10 pontos de contato (Figura 6: eixo (2) com seção estriada), as quais permitem uma melhor transmissão entre eixo e tambor de acionamento, reduzindo consideravelmente o desgaste.

Os dois equipamentos foram submetidos aos mesmos variados tipos de trabalhos como roçadas pesadas, pequenas podas, manutenção de jardins, entre outros, utilizando diferentes acessórios de corte.

Dentro dos variados tipos de serviços, esses equipamentos totalizaram um carga horária de 430 horas de trabalho. Neste período foi feito um acompanhamento desses eixos, ou seja, a cada 50 horas de trabalho os equipamentos eram desmontados para análise visual e calcular a área em sua extremidade (engrenamento), observando seus desgastes.



Figura 5: Eixo (1) com seção quadrada
Fonte: O autor

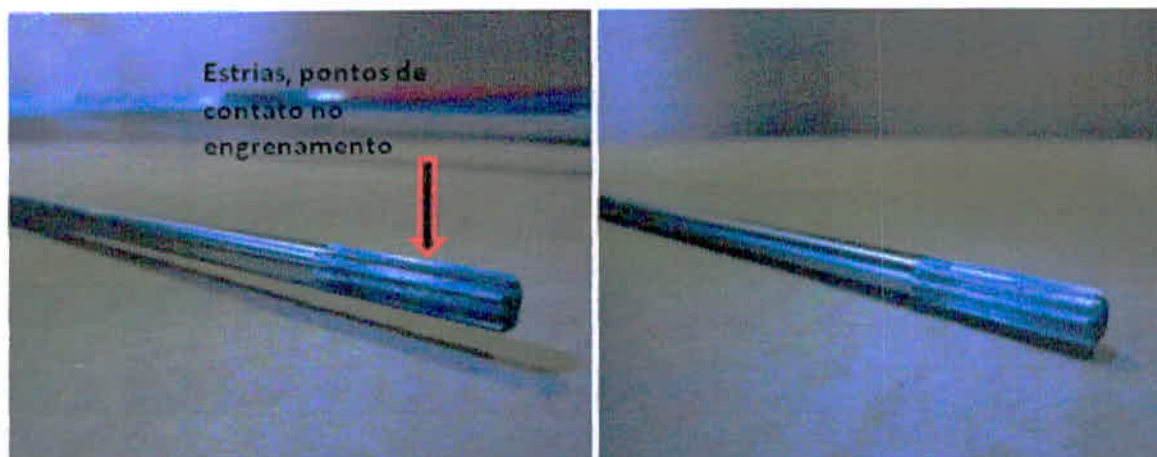


Figura 6: Eixo (2) com seção estriada
Fonte: O autor

O eixo (1) teve uma redução significativa na sua área de engrenamento devido aos esforços causados pela seqüência de trabalho (Figura 3: Eixo (1) com seção quadrada), ou seja, houve maior desgaste, enquanto o eixo (2) houve apenas um pequeno desgaste (Figura 4: Eixo (2) com seção estriada).

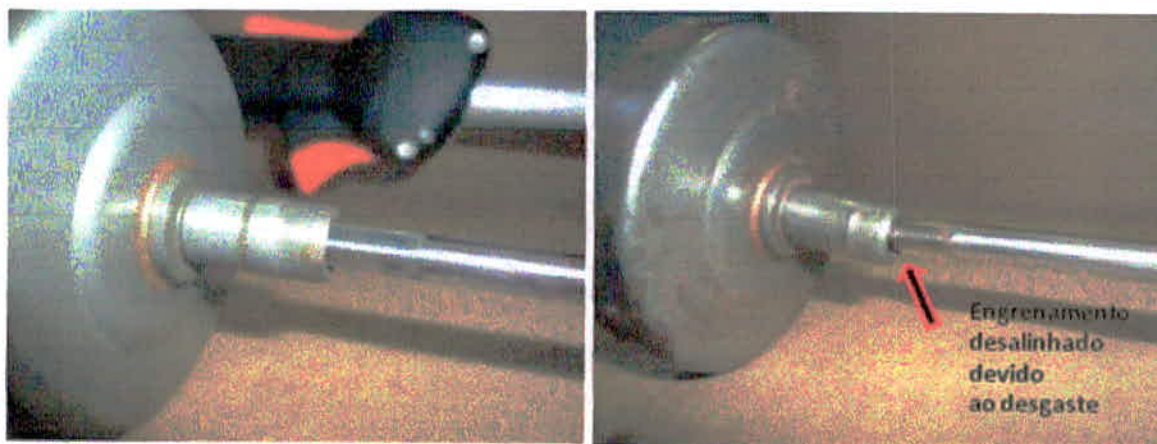


Figura 7: Engrenamento do eixo (1)
Fonte: O autor

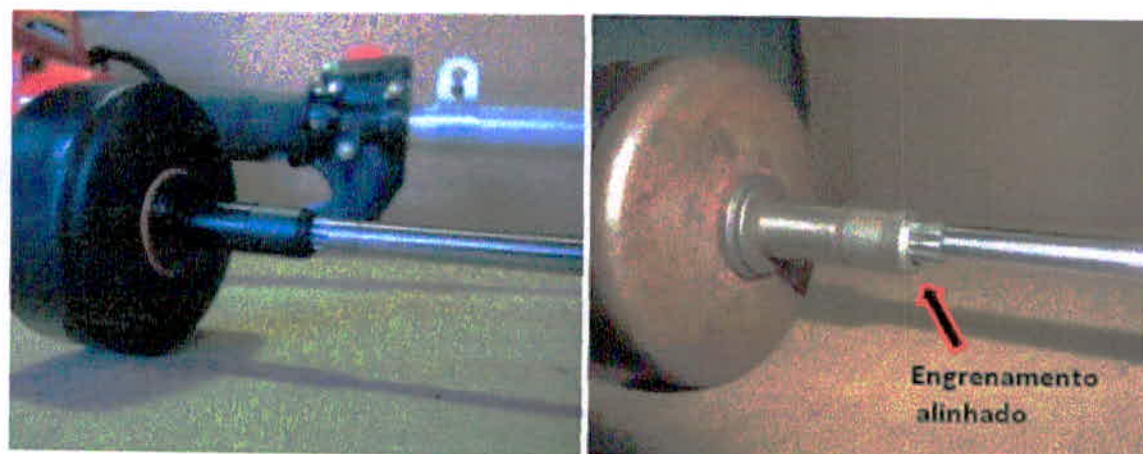


Figura 8: engrenamento do eixo (2)
Fonte: O autor

Conforme podemos verificar no eixo (1) (Figura 5: Engrenamento do eixo (1)), o engrenamento do eixo com tambor de acionamento, esta totalmente desalinhado devido ao desgaste sofrido pelos mesmos, ao contrario, como podemos ver no eixo (2) (Figura 6: engrenamento do eixo (2)), onde o engrenamento apresenta pequeno desgaste e continua com ótimo alinhamento.

Este desalinhamento causa muita vibração e barulho no equipamento, danificando outras peças e desconforto ao operador, podendo causar lesões graves a estes operadores.

Em análises feitas em equipamentos já danificados, podemos verificar que, para o eixo (1), a área de engrenamento fica entre 461,6 mm e 451,8 mm, portanto abaixo de 451,8 mm o eixo já não aciona considerando-o então eixo danificado.

Para o eixo (2) a área fica entre 456,96 mm e 455,2 mm, e abaixo de 455,2 mm, considera-se eixo danificado.

4.1 - Tabela do eixo (1)

Tabela 3: Horas de trabalho X Área da extremidade

HORAS DE TRABALHO (hs)	AREA DA EXTREMIDADE mm ²
0	461,6
50	461,6
100	461,2
150	461,2
200	459,8
250	459,6
300	458,1
350	457,5
400	456,1
430	451,2

Fonte: O autor

Esta tabela mostra todas as medições realizadas na área do engrenamento do eixo (1), conforme se pode observar, houve uma grande redução em sua área de contato, ou seja, ao submeter este eixo a diferentes trabalhos, o mesmo não suportou os esforços de tração e fadiga.

4.2 - Gráfico do eixo (1)



Gráfico 1: Gráfico referente a tabela 3

A curva do gráfico acima mostra o que o desgaste sofrido pelo eixo, é linear, e que com as 430 horas de trabalho sua área na engrenamento foi reduzida para $451,2 \text{ mm}^2$, sendo considerado eixo danificado, ou seja, não há engrenamento entre eixo e tambor de acionamento.

4.3 - Tabela do eixo (2)

Tabela 4: Horas de trabalho X Área da extremidade

HORAS DE TRABALHO (hs)	AREA DA EXTREMIDADE (mm2)
0	456,96
50	456,96
100	456,96
150	456,96
200	456,8
250	456,8
300	456,6
350	456,3
400	456,1
430	456,1

Fonte: O autor

Esta tabela mostra todas as medições realizadas na área do engrenamento do eixo (2), conforme se pode observar, houve uma pequena redução desta área, ou seja, este eixo em diferentes trabalhos suportou os esforços causados pelos mesmos.

4.4 - Gráfico do eixo (2)



Gráfico 2: Gráfico referente a tabela 4

A curva do gráfico acima mostra que o desgaste ocorrido no eixo (2), é linear, e que até a medição realizada com 430 horas de trabalho, o eixo estava em perfeito funcionamento, chegando a uma área de 456,1 mm².

5 - Conclusão

A literatura consultada para este estudo, e os testes realizados em campo, mostra a importância de se estudar e desenvolver novas tecnologias na fabricação e aplicação dos eixos. Com os testes de dureza e informações fornecidas pelo fabricante, verificamos no comparativo dos eixos a fragilidade do eixo (1), uma vez, que segundo informações do fabricante, estas peças foram projetadas para suportar mínimo de 2000 horas, bem diferente do resultado obtido, pois o eixo de seção quadrada suportou apenas 430 horas de uso alcançando somente 21,5% da sua resistência de projeto.

Com isto foi verificado um caso que a tempos era comentado mas não se tinha certeza, ou seja, o problema com os eixos a cada época se tornava agravante, sendo assim a suspeita de que problema poderia estar no formato de sua seção era bastante forte, mas até então não existia um estudo o qual mostrasse esses desgastes, e este trabalho comprova fielmente todas as suspeitas geradas até então, e com isto foram alcançados então todos os resultados esperados.

Este estudo também tem a finalidade de mostrar aos clientes ou futuros compradores deste equipamento e principalmente ao fabricante o defeito do equipamento em campo, e mostrando uma solução para sanar este problema.

Este artigo não mostra mais detalhes dos equipamentos, devido ao segredo de indústria, os quais seus fabricantes preservam. Sendo assim os testes ficarão restritos somente a campo, para obtermos informações mais detalhadas, há a necessidade da liberação dos mesmos.

6 - Referências Bibliográficas

SILVA, André Luís da Costa; MEI, Paulo Roberto: Tecnologia dos Aços. Sumaré,SP; Universidade Estadual de Campinas;1981.

SILVA, André Luiz V. da Costa; MEI, Paulo Roberto: Aços e Ligas Especiais. São Paulo, SP; 2010.

CHIAVERINI, Vicente: Aços-Carbono e Aços-Liga: Características Gerais, Tratamento Térmicos, Principais Tipos;1959.

PETRUCCI, Eladio Gerardo Requião: Materiais de Construção. Porto Alegre,RS;1982.

STIHL, Ferramentas Motorizadas Ltda.

BRUDDEN, Equipamentos Ltda.

