



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



### **Estudo do Desgaste na Superfície de Helicóides Fabricados através de Têmpera por Indução e de Cromagem**

**Michel Wíllian Busanello (FAHOR) [mb000720@fahor.com.br](mailto:mb000720@fahor.com.br)**

**Richard Thomas Lermen (FAHOR) [richard@fahor.com.br](mailto:richard@fahor.com.br)**

#### **Resumo**

O estudo em questão busca a idealização de análise para homologação do material SAE15B30 com processo de têmpera por indução em helicóides utilizados no transporte de cereais no interior de colheitadeiras. O estudo em pauta descreve uma análise comparativa entre helicóides que tem fabricação de sua espira com dois diferentes materiais e dois diferentes processos de tratamento de superfície. Em processos atuais, fica evidenciada como mais comum a utilização de caracóis fabricados em aços com aplicação de tratamentos superficiais para melhoria de características de resistência, como a aplicação de recobrimento por cromo duro (Cromagem), processo que é caracterizado como de alto custo e de fortes impactos ambientais durante seu processo, devidos as diversas necessidades de banhos. Foram comparadas 3 amostras, a primeira sendo caracterizada pela utilização do Aço NBR8300, a segunda pelo Aço SAE 15B30 com processo de aplicação de têmpera superficial por Indução Eletromagnética e a terceira, pelo mesmo material NBR8300 com aplicação de processo de galvanização de cromagem. Para a realização deste comparativo, as amostras dos corpos de prova foram submetidos a ensaio de desgaste, a fim de se verificar sua resistência mecânica ao atrito, e, conseqüentemente, analisar a possibilidade e viabilidade da homologação do novo material. A etapa inicial da pesquisa aborda questões históricas dos processos de tratamento de superfície dos materiais, com foco nos processos de recobrimento por galvanização para aplicação da cromagem e do processo de têmpera superficial por indução eletromagnética, seus princípios de aplicação, características, exemplos e bem como suas vantagens e desvantagens perante um ao outro. A fase seguinte é caracterizada pela realização dos experimentos, para de forma comparativa, obter subsídios de dados de confiabilidade entre as amostras. Através dos ensaios de desgaste, foi possível a análise e comparação das resistências ao desgaste por atrito.

**Palavras-chave:** Cromagem, Têmpera por indução, Ensaios de desgaste.



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



### 1. Introdução

No competitivo mercado do agronegócio mundial, de uma forma especial nas indústrias de máquinas agrícolas, tornou-se objeto de estudo a busca ou a manutenção da ótima qualidade com menores custos de produção nos produtos ofertados para manutenção das fatias de mercado já conquistadas e novas oportunidades comerciais.

Para tal, torna-se essencial a necessidade de um custo de produto ou solução de tecnologia competitivo, que aliado a uma excelente performance do produto, traga as condições necessárias a viabilidade de produção, impactando de forma positiva na margem de lucro do produto.

Desta forma, o problema de pesquisa em questão relaciona-se aos conjuntos de transportadores helicoidais, denominados adiante simplesmente de caracóis, utilizados em colheitadeiras para o transporte horizontal dos cereais oriundos do processo de colheita. Neste aspecto, a espira dos helicóides objetos da análise tem sua espira constituída de Aço NBR8300 com aplicação de tratamento superficial de cromatização, cuja condição atual retorna que o conjunto está resistindo às solicitações impostas pelos cereais na etapa de transporte, sendo considerado um ponto negativo do conjunto material e tipo de tratamento a característica idealizada de elevado custo final do helicóide. Desta forma, o problema de pesquisa nos retorna um questionamento: É possível a utilização de material e processo de tratamento de superfície para os caracóis utilizados em colheitadeiras de grãos em uma empresa metal mecânica?

O trabalho justifica-se no contexto acadêmico pela efetivação do uso dos conhecimentos adquiridos durante todo o período acadêmico, dispendo ao formando uma vivência efetiva de oportunidades e desafios que serão enfrentados na carreira profissional, instigando o pesquisador ao auto desenvolvimento, bem como a criação de material bibliográfico para utilizações em trabalhos futuros.

### 2. Revisão da Literatura

#### 2.1 Transportadores helicoidais

Os helicóides ou caracóis são constituídos de uma rosca helicoidal construída de chapa alojado em um eixo cujo pode ser de material maciço ou tubular. Tais conjuntos transportadores equipados de rosca ou helicóide são utilizados para o transporte nos planos horizontal e inclinado, verificando que o sentido do transporte é consequência do sentido de rotação e do tipo de helicóide, passo esquerdo ou direito, sendo que a movimentação dos grãos em transporte é realizada por arraste, devido ao giro do helicóide (MILMAN, 2002).

## 2.2 Tratamento superficial de cromagem

Caracterizado por um processo de revestimento metálico de forma uniforme e livre de poros, a eletrodeposição ou galvanoplastia forma camadas superficiais de espessura fina pela deposição de metais como o cromo na superfície do material base. A princípio, a eletrodeposição é um fenômeno inverso ao da corrosão, devido ao fato que na corrosão um metal é dissolvido na solução, enquanto na eletrodeposição um metal é depositado na peça a partir da solução (CHIAVERINI, 1986). A Figura 1 traz uma representação esquemática do processo de eletrodeposição.

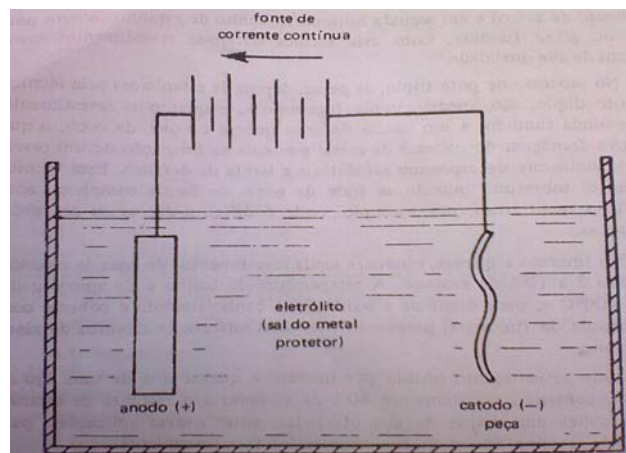


Figura 1 - Representação esquemática do processo de eletrodeposição

Fonte: Adaptado de Chiaverini, 1986 p. 274.

Para Pasqualini apud Colares et al. (2010), os principais objetivos deste processo de recobrimento do material base, são a proteção à corrosão, acabamentos decorativos e para fins funcionais, ficando evidenciados como benefícios do processo a promoção de maior resistência ao desgaste e a incidência de manchas, melhora da aparência e coeficiente de atrito, além de prevenir na corrosão do material base.

Em contraponto Colares et al. (2010), complementa que a indústria da galvanização é caracterizada por um excessivo consumo de metais, de água e energia, traduzindo-se na geração de efluentes de ordem líquida ou emissões gasosas com uma elevada concentração de metais pesados, geralmente oriundas de perdas por evaporação dos banhos aquecidos nos tanques, além dos resíduos sólidos gerados no preparo dos materiais a serem galvanizados.

## 2.3 Tratamento superficial de têmpera por indução

O tratamento térmico por indução eletromagnética é sem dúvida um dos mais efetivos processos de tratamento térmicos em prática na atualidade para uma variedade de aplicações, incluindo têmpera total, têmpera superficial, revenimento, alívio de tensões, recozimento, normalização e sinterização de metais pulverizados, entre outros (RUDNEV et al. apud FERREIRA, 2004).

O aquecimento por indução é um processo utilizado para materiais condutores de eletricidade pela aplicação da variação de um campo magnético cujas linhas de força penetram a peça a ser aquecida. O delta do campo magnético induz uma diferença de potencial elétrico que gera uma corrente elétrica, que depende da forma e características elétricas da peça a ser aquecida (DAVIES apud BASTOS, 2009). Na Figura 2 é exemplificado o modelo de aplicação da têmpera por indução e o campo magnético produzido pela bobina de indução.

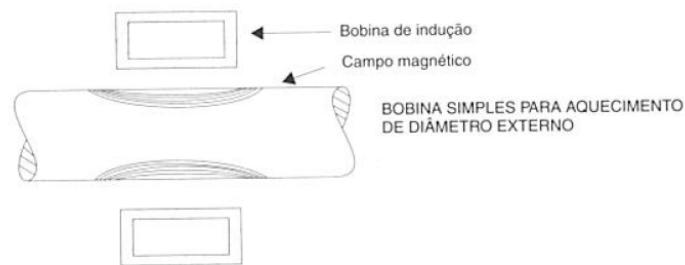


Figura 2 - Representação do processo de têmpera por indução e do campo magnético gerado pela indução.

Na maioria dessas aplicações, o tratamento térmico por indução eletromagnética é usado somente em locais selecionados da peça a ser tratada. Apesar de esse processo reduzir o desgaste, ele pode afetar a resistência natural do material, tornando-o quebradiço. Esse processo é executado em um tempo muito curto e com alta eficiência por que a energia é somente aplicada na região requerida para tratamento térmico, o que promove uma alta produtividade, menos distorções na geometria da peça, permite o uso de menos espaço físico para instalação de equipamentos, impactando de forma positiva em benefícios ergonômicos e ambientais (LOVELESS et al. apud FERREIRA, 2004).

Na idealização dos objetivos e vantagens deste processo de têmpera Hemer Apud Pascoali (2008) e Bastos (2009), citam a facilidade de automação e controle do processo, resultando em aquecimentos rápidos e precisos, gerando a possibilidade de combinações que resultem em alta dureza superficial com tenacidade do núcleo, condição ideal para peças sujeitos a impactos.

### **3. Materiais e Métodos Experimentais**

Na etapa inicial da pesquisa, os esforços foram na busca por referenciais teóricos reconhecidos sobre os fundamentos essenciais dos materiais e processos referentes a fundamentos sobre seus princípios e aplicações.

Posterior a esta etapa de busca de conhecimento, a nova etapa consistiu na realização prática dos testes de ensaio de desgaste em bancada de testes. Foram ensaiados pelo método de desgaste corpos de prova dos



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



Aços NBR 8300 e SAE 15B30, nas especificações de aço comum, com tratamento térmico de indução e recobrimento por cromagem. Ao total passaram pelo ensaio nove corpos de prova, divididos em quantidades iguais de três unidades de cada material com sua especificação, com conforme visualizado na Tabela 1.

Tabela 1

Materiais e quantidades de amostras para ensaio de desgaste

Nº	Código Caracol	Material	Especificação	Quant. de amostras
0	6260700M91	AÇO NBR 8300	Comum	3
1	6260701M91	AÇO SAE 15B30	Têmpera Indução	3
2	6260702M91	AÇO NBR 8300	Cromado	3

### 3.1 Materiais dos corpos de prova

Os materiais utilizados na fabricação dos caracóis para corpos de prova foram chapas de aço NBR 8300 e aço SAE 15B30, os quais tem a composição química do material mostrada respectivamente na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2

Composição química do material NBR 8300

NBR 8300	
Elemento	Teor Máximo (%)
Carbono	0,350
Fósforo	0,040
Enxofre	0,050

Fonte: Adaptado de NBR 8300, 1983, p. 2.

Tabela 3

Composição química do material SAE 15B30

SAE 15B30		
Elemento	Teor Mínimo (%)	Teor Máximo (%)
Carbono	0,27	0,35
Manganês	0,70	1,20
Silício	0,15	0,35
Fósforo	-	0,030
Enxofre	-	0,050
Enxofre	0,0005	0,003

Fonte: Adaptado de SAE J1268, 1995, p. 3.



### 3.1.1 Dimensões e Identificação dos Corpos de Prova

Os corpos de provas foram fabricados com formas que buscam atender as características da bancada de ensaios, ficando definido o padrão de diâmetro externo da espira em 157 mm, diâmetro interno da espira em 42,2 mm e passo de 160 mm. A dimensão total de comprimento da espira é de 3 passos, ou seja, 480 mm.

Para pontos de identificação dos corpos de prova no momento dos ensaios, foi definida a numeração como ordem crescente, ficando a numeração zero para o caracol 6260700M91, um para o caracol 6260701M91 e dois para o caracol 6260702M91. Para assegurar a identificação dos corpos de prova em ensaio, aos mesmos receberam sufixos com letras em sequência. Sua denominação e a sequência de ensaios é visualizada na Tabela 4.

Tabela 4  
Identificação dos corpos de prova e sequência para ensaios

Nº	Código Caracol	Identificação	Sequência Ensaio
0	6260700M91	0A	1
0	6260700M91	0B	2
0	6260700M91	0C	3
1	6260701M91	1A	4
1	6260701M91	1B	5
1	6260701M91	1C	6
2	6260702M91	2A	7
2	6260702M91	2B	8
2	6260702M91	2C	9

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.1.2 Medição dos Ensaios de Desgaste

A medição das variações de alturas e das espessuras ocorreu em intervalos de 8 minutos. Foi definido o ponto inicial, marcado pelo ponto 0°, e sucessivamente os ângulos de 45°, 90°, 135° e 180°.

Partindo da medição de verificação inicial (0 minutos), nos pontos formados pelos ângulos foram verificadas as medidas de altura e espessuras nos períodos seguintes, nos tempos de 8, 16, 24, 32 e 40 minutos para todos os ângulos, resultando em 6 momentos de medições em cada corpo de prova em um intervalo total de ensaio de 40 minutos.

Para padronização do método de medição, ficou definida para medição da altura da espira a utilização da borda das duas espiras adjacentes para apoio de régua, possibilitando a medição das variações da dimensão por meio da utilização de um calibrador de lâminas, com divisões de 0,05 mm. Na medição da espessura, a padronização foi definida pela realização das

medições a uma distancia de 5 mm da borda da espira nos ângulos, desta forma eliminando possíveis distorções das medições por ocorrência de chanfros na borda da espira. Na Figura 3, pode-se identificar a forma definida dos pontos de medição, bem como a representação do apoio da régua para auxílio na medição da altura da espira.

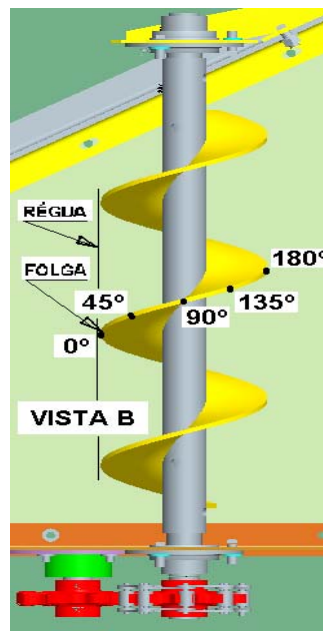


Figura 3 - Identificação dos pontos de medição da altura e espessura da espira. Fonte: Elaborado pelo autor.

## 3.2 Equipamentos para o Ensaio de Desgaste

Para a efetiva realização dos ensaios e o posterior encontro de resultados de confiabilidade ao objetivo proposto, foi utilizado bancada de testes para ensaios de desgaste.

### 3.2.1 Ensaios de Desgaste

Os ensaios de desgaste foram realizados no laboratório de protótipos da AGCO América do Sul, da planta de Canoas - RS. Os caracóis foram testados individualmente na bancada de ensaios especifica para ensaios de caracóis, com aplicação de processo de aceleração de desgaste por jato dirigido de granalha angular da classificação S25B Temperada Angular para aceleração do processo de desgaste. O jato de granalha foi fixado à estrutura da bancada de ensaios, mantendo-se o mesmo padrão de distância e posição para todos os corpos de prova. Na Figura 4 pode-se identificar a representação da bancada de ensaios e o local de alocação do jato de granalha em relação ao caracol.

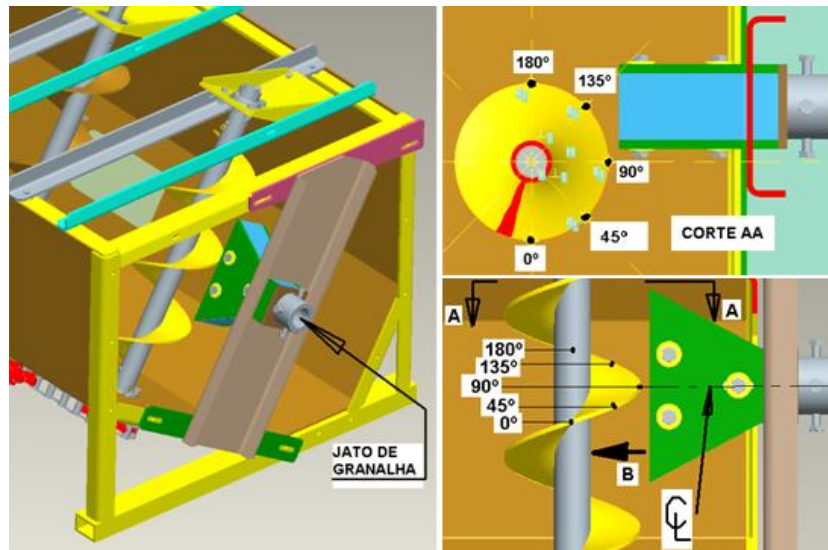


Figura 4 - Representação da bancada para ensaios de desgaste e pontos de fixação do jato de granalha. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os caracóis em ensaio tiveram a rotação fixada em 350 RPM, com uma tolerância de +/-20 RPM.

#### 4. Resultados e discussões

Os ensaios de desgaste foram desenvolvidos conforme as especificações apresentadas nos métodos e técnicas.

##### 4.1 Ensaio de desgaste dos caracóis fabricados em aço NBR 8300

Os resultados da variação média de espessura e altura dos corpos de prova com especificação de material NBR 8300 (corpos de prova 0A, 0B e 0C) são visualizados respectivamente no Quadro 1 e Quadro 2.

Ensaio do Caracol 0 - Espessura											
Caracol 0	Código caracol 6260700M91			Maior Espessura Encontrada Medida: 2,95 mm				Material do Caracol Aço - NBR8300			
Medição	Tempo	0°	Desgaste	45°	Desgaste	90°	Desgaste	135°	Desgaste	180°	Desgaste
Inicial	0 min.	2,73	0,00	2,95	0,00	2,74	0,00	2,61	0,00	2,74	0,00
1ª (mm)	8 min.	2,65	-0,08	2,49	-0,46	2,28	-0,46	2,58	-0,03	2,61	-0,13
2ª (mm)	16 min.	2,60	-0,13	2,26	-0,69	2,08	-0,66	2,49	-0,12	2,59	-0,15
3ª (mm)	24min.	2,50	-0,23	2,05	-0,90	1,89	-0,85	2,45	-0,16	2,56	-0,18
4ª (mm)	32 min.	2,47	-0,26	1,93	-1,02	1,65	-1,09	2,37	-0,24	2,52	-0,22
5ª (mm)	40 min.	2,47	-0,26	1,78	-1,17	1,51	-1,23	2,32	-0,29	2,39	-0,35

Quadro 1 - Resultado do ensaio de desgaste de espessura para o material NBR 8300. Fonte: Elaborado pelo autor.



Ensaio do Caracol 0 - Altura						
Caracol		Código Caracol		Material do Caracol		
0		6260700M91		Aço Comum - NBR8300		
Medição		0°	45°	90°	135°	180°
Inicial	0 min.	-0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
1ª Med. (mm)	8 min.	-0,05	0,00	-0,75	0,00	0,00
2ª Med. (mm)	16 min.	-0,10	0,00	-1,35	0,00	0,00
3ª Med. (mm)	24 min.	0,00	-0,35	-2,05	0,00	0,00
4ª Med. (mm)	32 min.	-0,20	-1,00	-2,80	0,00	0,00
5ª Med. (mm)	40 min.	-0,20	-1,10	-3,50	0,00	0,00

Quadro 2 - Resultado do ensaio de desgaste de espessura para o material NBR 8300.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados encontrados demonstram a variação média da espessura e da altura dos corpos de prova no ensaio de desgaste, sendo assim, fica evidenciada a ocorrência do ponto de maior desgaste de altura na posição de 90°, registrando-se uma redução de espessura de 1,23 mm. Para o desgaste de altura, foi registrada a máxima variação na posição de 90°, com uma redução de altura de 3,50 mm.

A Figura 5 apresenta a análise das variações médias de espessura e de altura para os corpos de prova do material NBR 8300.

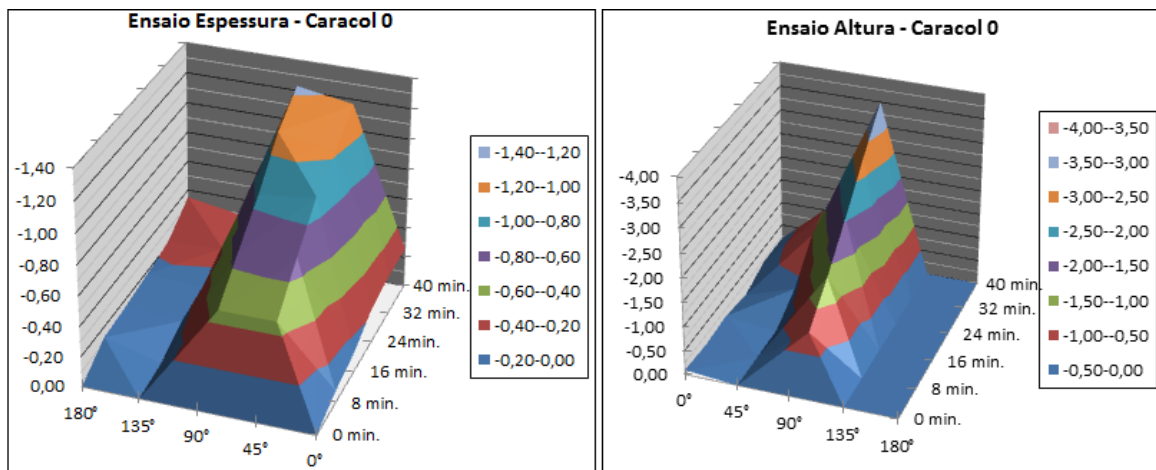


Figura 5 - Análise de desgaste de espessura do material NBR 8300. Elaborado pelo autor.

#### 4.2 Ensaio de desgaste dos caracóis fabricados em aço SAE 15B30 com processo de têmpera por indução

Os resultados da variação média de espessura e altura dos corpos de prova com especificação de material SAE 15B30 com processo de aplicação de têmpera por indução (corpos de prova 1A, 1B e 1C), são visualizados respectivamente no Quadro 3 e Quadro 4.

<b>Ensaio do Caracol 1 - Espessura</b>											
Caracol 1	Código caracol 6260701M91			Maior Espessura Encontrada Medida: 3,13 mm					Material do Caracol SAE 15B30 - Tempêra Indução		
	Medição	Tempo	0°	Desgaste	45°	Desgaste	90°	Desgaste	135°	Desgaste	180°
Inicial	0 min.	3,13	0,00	3,10	0,00	3,07	0,00	3,00	0,00	3,01	0,00
1ª (mm)	8 min.	2,97	-0,16	3,08	-0,02	2,96	-0,11	2,93	-0,07	2,98	-0,03
2ª (mm)	16 min.	2,96	-0,17	2,94	-0,16	2,86	-0,21	2,92	-0,08	2,94	-0,07
3ª (mm)	24 min.	2,87	-0,26	2,83	-0,27	2,82	-0,25	2,83	-0,17	2,90	-0,11
4ª (mm)	32 min.	2,83	-0,30	2,83	-0,27	2,78	-0,29	2,79	-0,21	2,86	-0,15
5ª (mm)	40 min.	2,79	-0,34	2,74	-0,36	2,71	-0,36	2,76	-0,24	2,82	-0,19

Quadro 3 - Resultado do ensaio de desgaste de espessura para o material SAE 15B30 com aplicação de têmpera por indução. Fonte: Elaborado pelo autor.

<b>Ensaio do Caracol 1 - Altura</b>						
Caracol 1		Código Caracol 6260701M91		Material do Caracol SAE 15B30 - Tempêra Indução		
Medição		0°	45°	90°	135°	180°
Inicial	0 min.	0,00	0,00	0,00	-0,25	-0,25
1ª Med. (mm)	8 min.	0,00	0,00	-0,10	-0,25	-0,25
2ª Med. (mm)	16 min.	0,00	-0,10	-0,25	-0,25	-0,25
3ª Med. (mm)	24 min.	0,00	-0,10	-0,30	-0,25	-0,25
4ª Med. (mm)	32 min.	0,00	-0,10	-0,30	-0,25	-0,25
5ª Med. (mm)	40 min.	0,00	-0,15	-0,35	-0,25	-0,25

Quadro 4 - Resultado do ensaio de desgaste de altura para o material SAE 15B30 com aplicação de têmpera por indução. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados encontrados demonstram a variação média da espessura e da altura dos corpos de prova no ensaio de desgaste, sendo assim, fica evidenciada a ocorrência do ponto de maior desgaste de espessura em 45° e 90°, registrando-se uma redução de espessura de 0,36 mm. Para o desgaste de altura, foi registrada a máxima variação na posição de 90°, com uma redução de altura de 0,35 mm.

A Figura 6 apresenta a análise das variações médias de espessura e de altura para os corpos de prova do material.

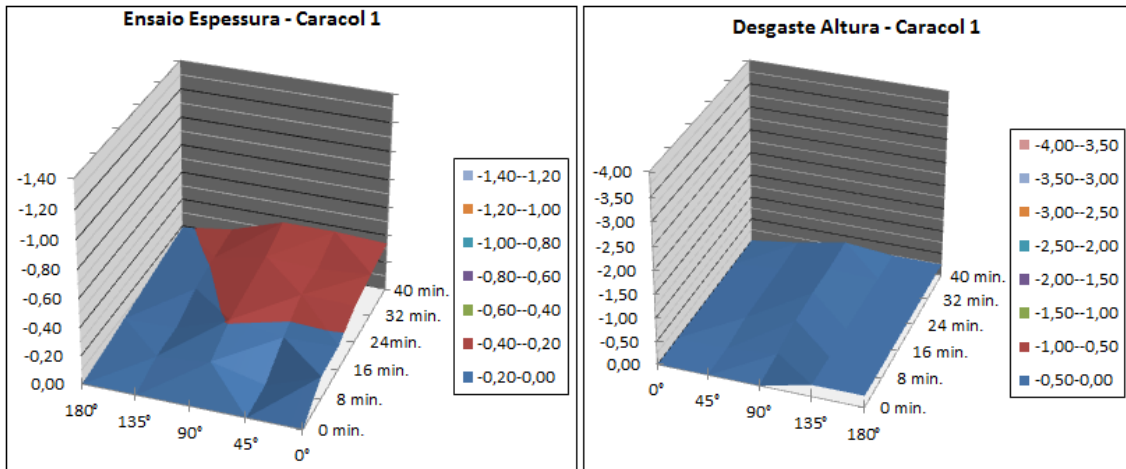


Figura 6 - Análise de desgaste de espessura do material SAE 15B30 com aplicação de têmpera por indução. Elaborado pelo autor.

### 4.3 Ensaio de desgaste dos caracóis fabricados em aço NBR 8300 com processo de cromagem

Os resultados da variação média de espessura e altura dos corpos de prova com especificação de material NBR 8300 com processo de aplicação de têmpera por indução (corpos de prova 2A, 2B e 2C), são visualizados respectivamente no Quadro 5 e Quadro 6.

Ensaio do Caracol 2 - Espessura											
Caracol 2	Código caracol 6260702M91			Maior Espessura Encontrada Medida: 2,29 mm				Material do Caracol Aço - NBR 8300 Cromado			
Medição	Tempo	0°	Desgaste	45°	Desgaste	90°	Desgaste	135°	Desgaste	180°	Desgaste
Inicial	0 min.	2,27	0,00	2,21	0,00	2,20	0,00	2,29	0,00	2,19	0,00
1ª (mm)	8 min.	2,18	-0,09	2,17	-0,04	2,20	0,00	2,23	-0,06	2,12	-0,07
2ª (mm)	16 min.	2,18	-0,09	2,16	-0,05	2,04	-0,16	2,22	-0,07	2,08	-0,11
3ª (mm)	24 min.	2,16	-0,11	2,10	-0,11	1,88	-0,32	2,20	-0,09	2,03	-0,16
4ª (mm)	32 min.	2,16	-0,11	1,93	-0,28	1,51	-0,69	2,16	-0,13	2,03	-0,16
5ª (mm)	40 min.	2,16	-0,11	1,77	-0,44	1,28	-0,92	2,12	-0,17	2,03	-0,16

Quadro 5 - Resultado do ensaio de desgaste de espessura para o material NBR 8300 com aplicação de cromagem. Fonte: Elaborado pelo autor.

Ensaio do Caracol 2 - Altura						
Caracol		Código Caracol		Material do Caracol		
2						
Medição		0°	45°	90°	135°	180°
Inicial	0 min.	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,00
1ª Med. (mm)	8 min.	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,00
2ª Med. (mm)	16 min.	-0,15	-0,20	-0,50	-0,15	0,00
3ª Med. (mm)	24 min.	-0,15	-0,25	-1,30	-0,15	0,00
4ª Med. (mm)	32 min.	-0,15	-0,35	-2,05	-0,15	-0,15
5ª Med. (mm)	40 min.	-0,15	-0,65	-2,70	-0,15	-0,15

Quadro 6 - Resultado do ensaio de desgaste de espessura para o material NBR 8300 com aplicação de cromagem. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados encontrados demonstram a variação média da espessura e da altura dos corpos de prova no ensaio de desgaste, sendo assim, fica evidenciada a ocorrência do ponto de maior desgaste de espessura em 45° e 90°, registrando-se uma redução de espessura de 0,36 mm. Para o desgaste de altura, foi registrada a máxima variação na posição de 90°, com uma redução de altura de 0,35 mm.

A Figura 7 apresenta a análise das variações médias de espessura e de altura para os corpos de prova do material.

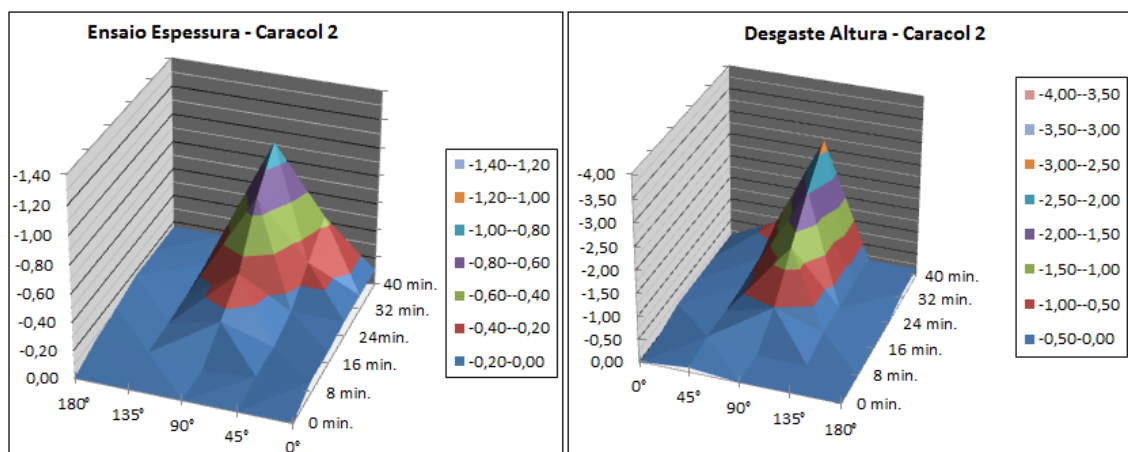


Figura 7 - Análise de desgaste de espessura do material NBR 8300 com aplicação de cromagem. Elaborado pelo autor.

#### 4.4 Discussão dos resultados

Posterior a etapa de realização dos ensaios e análise dos dados obtidos, pode-se verificar as características dos diferentes materiais em resposta as solicitações geradas pelo teste.



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



Neste momento, tornou-se perceptível a característica de elevada resistência superficial do material SAE 15B30 com aplicação do processo de aplicação de têmpera superficial por indução eletromagnética quando comparado ao demais materiais, com resultados de desgastes finais de espessura e altura de espira consideravelmente inferiores.

Pode-se identificar também a característica de dureza superficial do caracol do material NBR 8300 cromado, sendo constatado no ensaio que sua maior propriedade de resistência ao desgaste é formada pelo cromo localizado na camada superficial, uma vez que é observado nos resultados dos ensaios que ao ser desgastada a película inicial de cromo, o material base, no caso o Aço NBR 8300 apresentada baixa resistência ao desgaste.

### 5. Conclusões

O desenvolvimento deste estudo permitiu, primeiramente, o acréscimo de conhecimento nos processos de tratamento de superfície por recobrimento e nos princípios do processo de têmpera superficial por indução eletromagnética, bem como suas possibilidades de aplicação.

Ao final dos ensaios de desgaste dos dois diferentes materiais e processos de tratamento nas combinações dos nove corpos de prova submetidos a ensaio, constatou-se que o material SAE 15B30 com processo de aplicação de tratamento superficial de têmpera por indução obteve melhores resultados quando comparado aos demais corpos de prova do material NBR8300.

Deste modo, os resultados de desgaste obtidos demonstram a possibilidade de utilização deste material na fabricação de caracóis, uma vez que este material já é utilizado em outras aplicações na indústria de máquinas agrícolas, apresentando as características desejáveis de elevada resistência ao desgaste, fator decisivo para a viabilidade de sua homologação.

No entanto, antes de sua definitiva implementação na fabricação de componentes agrícolas, como caracóis de colheitadeiras, recomenda-se a fabricação de protótipos para testes em campo e validação final do material.

### Referências

- BASTOS, S. C. (2009) – **Efeito do aquecimento por indução eletromagnética de tubos sem costura utilizados em motores diesel**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CHIAVERINI, V. (1986) – **Tecnologia mecânica**. Vol. I, II e III. 2ªed. São Paulo: Person Education do Brasil.
- COLARES, C. J. *et al.* (2010) – **Estudo de caso do tratamento de efluentes líquidos gerados no processo de galvanoplastia**. Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação – Universidade Estadual de Goiás.



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



FERREIRA, C. R. (2004) – **Tratamento térmico por indução eletromagnética de hastes de aço SAE1045 para sondagem geológica.** 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Materiais – Rede Temática em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

MILMAN, M. J. (2002) – **Equipamentos para pré-processamentos de grãos.** Pelotas: Ed. Universitária/UFPel.

NBR 8300. (1983) – **Chapas grossas de aço-carbono para uso geral.** ABNT.

NORMA SAE J 1268. (1995) – **Hardenability Bands for Carbon and Alloy H Steels.** SAE.

PASCOALI, S. (2008) – **Tecnologia dos materiais I. Módulo II.** Apostila Curso Técnico em Eletroeletrônica – Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2008.