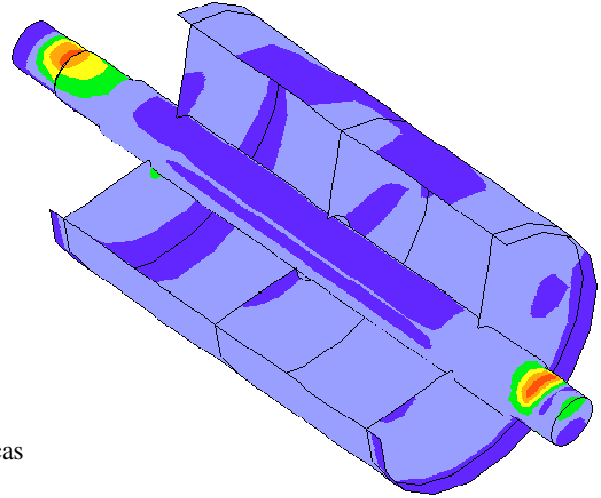


ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE TAMBORES PARA TRANSPORTADORES DE CORREIA

Eng. Dagoberto Schubert Severo

Este artigo apresenta os resultados obtidos pela **PCE Ltda.** na análise por elementos finitos de tambores motrizes para transportadores de canecas realizada para a Tecnomoageira Ltda. Os cálculos foram realizados a partir da consideração de carregamentos críticos a que estarão sujeitos estes componentes e das propriedades físicas dos materiais. A análise por elementos finitos, do tipo linear estática de tensões e deformações, foi realizada com o uso do software de elementos finitos da **Algor Inc.** (www.algor.com).



Modelamento

Foram modelados dois tambores cujas dimensões básicas estão na tabela 1 e figura 2.

Tabela 1. Dimensões principais

	Dimensões dos Tambores (mm)	
	800x1200	800x1600
D	800	800
B	1200	1600
S	9,5	7,7

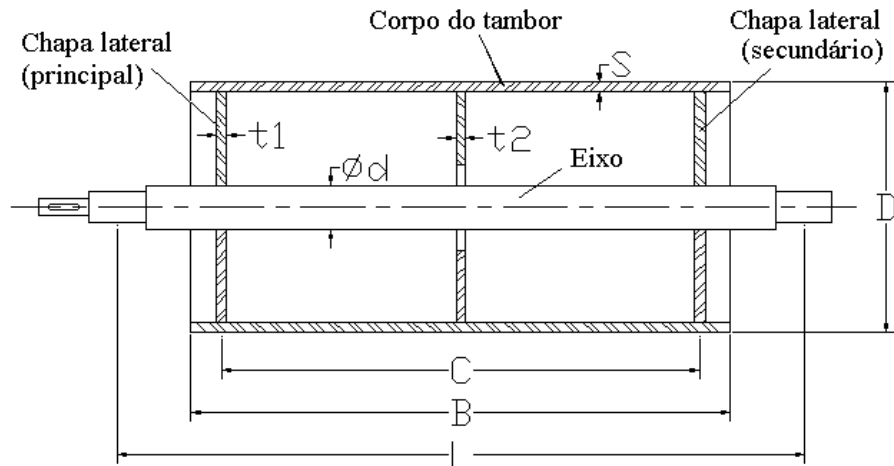
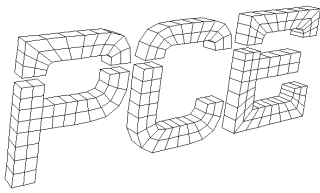


Tabela 2. Materiais utilizados

Figura 2. Desenho esquemático dos tambores.

Parte	Material	Limite de Escoamento (MPa)	Limite de Ruptura (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)	Coefficiente de Poisson
eixo	AISI 1020	210	320	210.000	0,3
tambor	ASTM A36	353	490	200.000	0,29



Devido as condições de contorno a que estão submetidos os tambores foi necessária a geração de um modelo tridimensional (3D) para a análise por elementos finitos.

O tipo de elemento utilizado para modelar o eixo foi o **Type 5 (“Brick” Sólido 3D)** com 6 ou 8 nós, 3 graus de liberdade por nó. Para as chapas do tambor foi utilizado o elemento **Type 6 (“Plate” Placa 3D)** com 4 nós, 6 graus de liberdade por nó.

O modelo 800x1200 é composto por 672 elementos sólidos e 882 elementos de placa. O modelo 800x1600 tem 672 elementos sólidos e 828 elementos de placa. Um corte do modelo 800x1200 pode ser visto na figura 3.

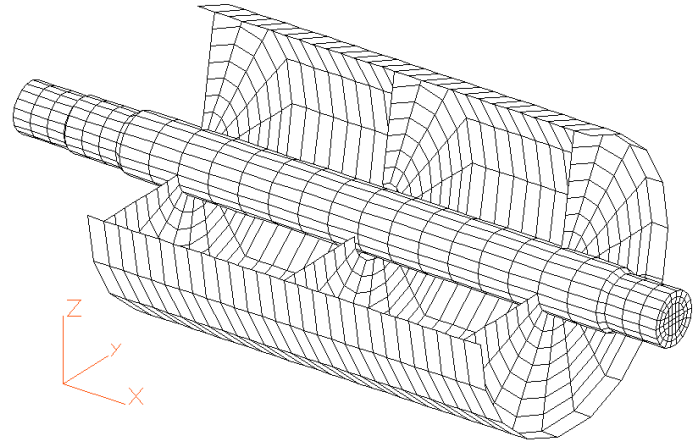
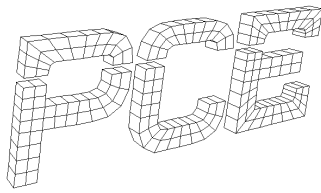


Figura 3. Vista em corte de um dos modelos

Tabela 3. Carregamentos utilizados

Carga Vertical	
<p>Figura 4. Distribuição da carga vertical</p>	<p>Corresponde a soma da carga total das canecas, 10% devido aos parafusos e porcas, peso da correia, peso próprio do tambor e força resultante devido ao tracionamento da correia. Estas forças são responsáveis pela flexão do tambor.</p>
Torque	
<p>Figura 5. Distribuição do torque</p>	<p>Corresponde ao torque devido ao acionamento do tambor pelo motor. Este carregamento existe apenas em tambores motrizes. Este carregamento é aplicado através de forças agindo tangencialmente ao tambor.</p>



Otimização

A região crítica nos tambores são os discos laterais, principalmente os discos da extremidade do acoplamento (disco principal) onde é aplicado o torque. O outro disco lateral chamamos de secundário.

Nesta otimização é feita uma análise do comportamento dos dois modelos utilizados mediante a variação da espessura dos dois discos laterais.

Discos Laterais Flexíveis Versus Rígidos

Com os resultados obtidos por elementos finitos geramos um gráfico, conforme figura 6, relacionando as espessuras dos discos laterais dos modelos em questão com as tensões máximas decorrentes no disco lateral principal.

Os dois mínimos das curvas indicam os valores de espessura para os quais obtemos os menores valores de tensão. Valores altos de espessura não indicam necessariamente um nível baixo de tensão, ao contrário, pode-se obter até mesmo valores maiores de tensão (região intermediária da curva entre os dois mínimos).

Para o mínimo da curva obtido com menor espessura temos um projeto de **disco lateral flexível** - onde o momento fletor transmitido pelo tambor é mínimo. Para o outro mínimo da curva (valores mais altos de espessura) o projeto é de **disco lateral rígido** - onde quase todo o momento fletor é transmitido pelo tambor e as tensões se mantêm baixas devido ao dimensionamento robusto do disco lateral.

No caso do tambor 800x1200 ao dimensioná-lo como rígido ($t_1 = 3''$) teremos um peso de 1374 kg, ao dimensioná-lo com flexível ($t_1 = 3/4''$) o peso se reduz a 759,6 kg - uma redução de 45%.

No caso do tambor 800x1600 ao dimensioná-lo como rígido ($t_1 = 3''$) teremos um peso de 1742,2 kg, ao dimensioná-lo com flexível ($t_1 = 3/4''$) o peso se reduz a 1121,0 kg - uma redução de 36%.

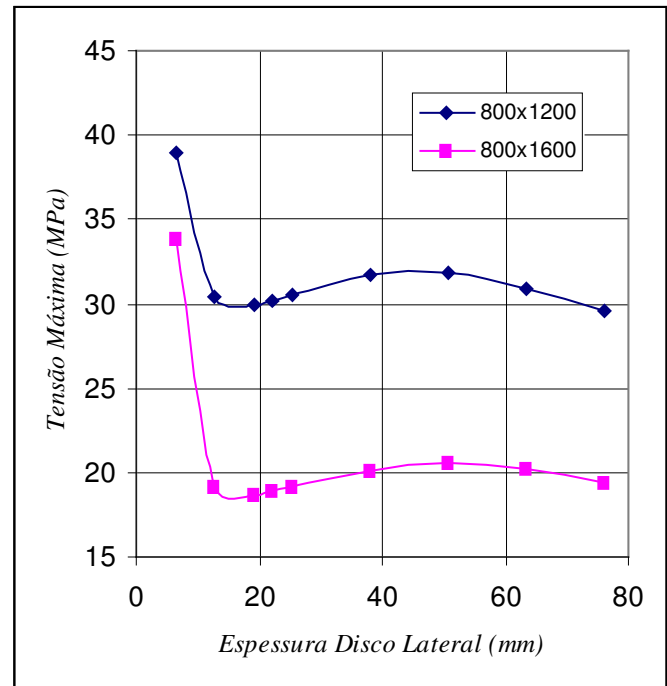
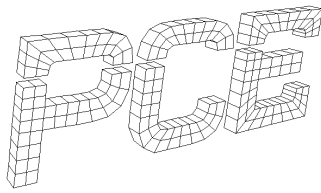


Figura 6. Tensão máxima por espessura do disco lateral



Fadiga

Para a análise à fadiga do tambor utilizou-se o programa Fadigraf® onde geramos o diagrama de Smith-Goodman para o eixo e o diagrama de Haigh para as chapas. Neste diagrama são plotados as amplitudes das tensões máximas e mínimas principais. A análise a fadiga do eixo revelou, de acordo com o gráfico da figura 7, que os pontos máximos plotados estão abaixo da linha limite para falha por fadiga, portanto, bem dimensionados quanto a este critério.

Na análise à fadiga das chapas usou-se um redutor de tensão admissível para considerar as imperfeições devido à solda, pois as tensões máximas ocorrem junto a mesma. A análise revelou, de acordo com o gráfico da figura 8, que os pontos máximos plotados estão abaixo da linha limite para falha por fadiga para componentes soldados e não acabados.

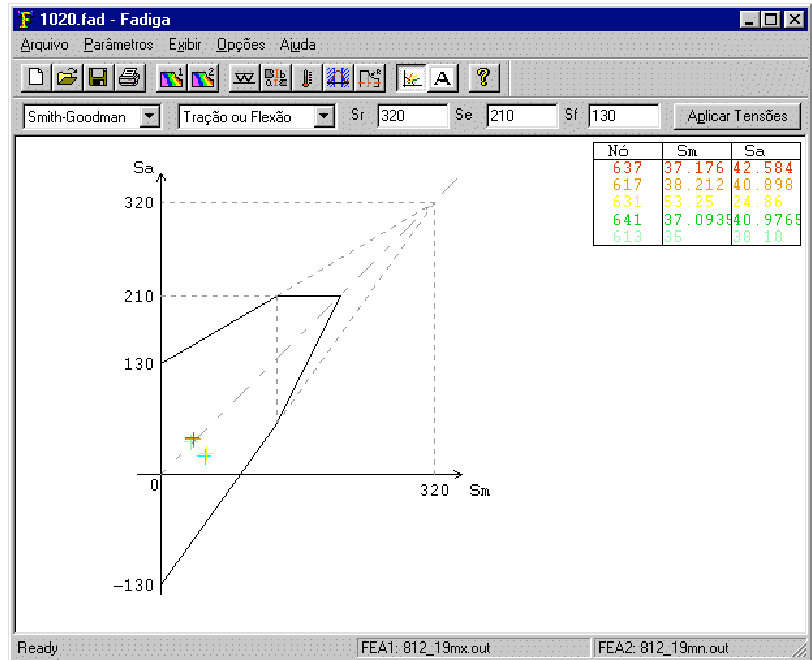


Figura 7. Diagrama de Smith-Goodman para o eixo - AISI 1020

Conclusão

Elementos finitos, usando o software da Algor Inc., revelou-se uma importante ferramenta na análise de tambores para transportadores. Com ela podemos projetar um tambor como sendo flexível, o que reduz consideravelmente o peso do mesmo. Fica evidente neste artigo a vantagem de um projeto de disco lateral flexível frente a um rígido.

O software Fadigraf da PCE agiliza o trabalho da análise à fadiga dos tambores, pois lê diretamente os resultados gerados pela análise por elementos finitos.

Este procedimento de análise aumenta a confiabilidade do cálculo, permitindo ao projetista diminuir fatores de “desconhecimento”, que na maioria dos casos levam ao superdimensionamento do projeto.

Email: pceltda@portoweb.com.br

Phone: 55.51.346.1287

Fax: 55.51.346.5205

Fadigraf é marca registrada da PCE Ltda. (www.pce.com.br)

Copyright © 1999 PCE Ltda.

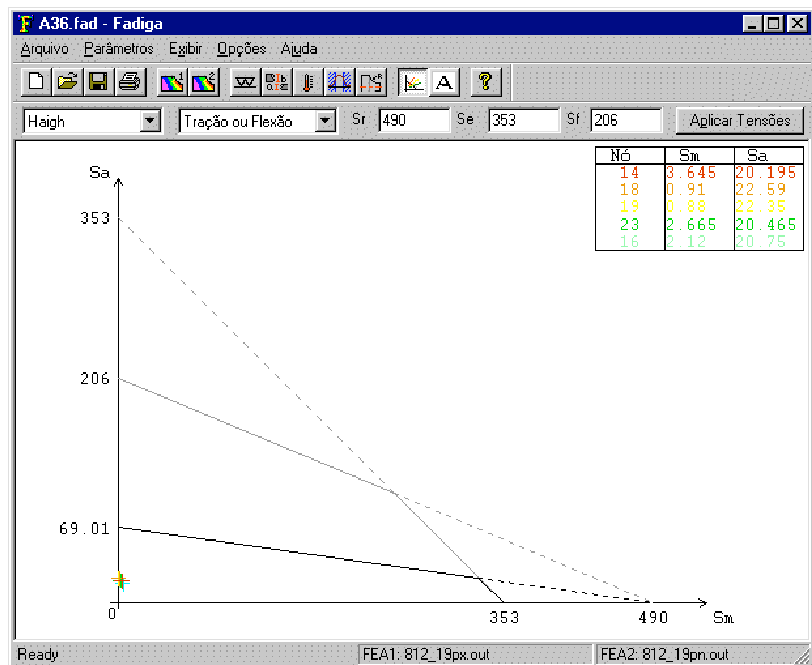


Figura 8. Diagrama de Haigh para as chapas - ASTM A36