

PROJETO DE UMA ENTELADORA MECÂNICA MANUAL

Joyson Luiz Pacheco

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Rua Sarmento Leite 425, Porto alegre, RS.
joyson@mecanica.ufrgs.br

André Schaan Casagrande

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Rua Sarmento Leite 425, Porto alegre, RS.
ascasagrande@hotmail.com

Resumo. É apresentada uma metodologia aplicada no projeto e desenvolvimento de uma máquina enteladora manual para fabricação de peneiras utilizadas em moinhos. A qualidade do produto final de um moinho de grãos depende, entre outros fatores, da eficiência de peneiração dos produtos. Para garantir um bom processo de moagem necessita-se de peneiras que possuam um entelamento adequado, com telas bem tensionadas. A maioria dos moinhos situados na região sul do país promovem esse entelamento de maneira inadequada, manualmente. O problema desse processo de entelar está na má distribuição de tensões aplicadas e no tempo que se gasta para entelar uma peneira, prejudicando assim a qualidade de peneiração e a vida útil de uma tela. Isto causa perdas econômicas operacionais e desperdício de alimento, o que é inaceitável dadas as necessidades nacionais. O projeto foi validado pela construção e teste de um protótipo, o que comprova o acerto da metodologia empregada. Os resultados podem facilmente ser aplicados em outras áreas onde haja necessidade de peneiração e controle de granulometria de produtos industriais.

Palavras chave: Palavras-chave: peneira, tela, moinho de trigo, enteladora

1. INTRODUÇÃO

É importante a concepção de uma máquina simples e barata que possibilite o correto esticamento de telas para a fabricação de peneiras para moinhos de farinha de trigo. Esta máquina deve também permitir o posterior colamento ou grampeamento das telas nos quadros de madeira. Esses quadros, quando sobrepostos, formam os chamados “*plansifters*”, que são máquinas excêntricas presentes em quase todos os moinhos de trigo (Sousa, 1997). Elas fornecem a fixação das bandejas de peneiração, possuindo, portanto, suma importância na produção da farinha. Esta enteladora fornece uma padronização no esticamento de uma tela no quadro, melhorando, assim, quatro fatores básicos:

- a eficiência da peneiração, devido ao menor acúmulo de produtos sobre as peneiras, (El Dash, 1982);
- a diminuição das avarias nas telas, provocadas principalmente pelo mau tensionamento;
- maior rapidez na confecção de novas peneiras e alternativa do tensionamento com colamento, impossível quando do esticamento manual.

Não se tem conhecimento da existência de uma enteladora nos moinhos riograndenses. Ainda que, atualmente, o Rio Grande do Sul possua uma grande quantidade de moinhos, esses são considerados de pequeno porte e não suportam os altos custos para aquisição de algumas máquinas. Na grande maioria dessas fábricas, as telas são tensionadas manualmente de um modo antigo e inadequado, o que justificaria a aquisição de uma máquina com as características acima referidas. Esses fatores indicam a necessidade de uma máquina simples e barata que possa resolver a questão do entelamento das peneiras. Sabe-se da existência de uma enteladora no mercado que utiliza atuadores pneumáticos que proporciona o tensionamento cujo custo gira em torno de US\$7.000,00, sendo fabricada pela empresa Bühler (Suíça). Este custo acredita-se que seja justificado apenas pela instalação de cilindros pneumáticos como opcional. Esta possibilidade será considerada na concepção da máquina. Posner (1997), descreve uma enteladora na qual ao centro encontra-se uma peneira com um tensiômetro, e o equipamento tensionador situado nas quatro extremidades, acionado e controlado por uma válvula pneumática. Esta configuração foi considerada como referencial para desenvolver um projeto conceitual e realizar uma análise de custos para fabricação de enteladoras mecânicas manuais, sendo esse o principal foco deste estudo.

2 . DIRETRIZES DE PROJETO

Constatada a necessidade e considerando-se os dados disponíveis, estabelecem-se as diretrizes para concepção da máquina:

- - baixo custo – principal vantagem em relação à aquisição da máquina Suíça (~80% de economia);
- – regulagem para diversos tamanhos de peneiras, possibilitando o entelamento para qualquer modelo e marca de peneira;
- - possibilidade de entelamento com variadas espessuras de telas (tecidos);
- - praticidade e rapidez de operação e
- - portabilidade – outra vantagem em relação à enteladora suíça, podendo ser utilizada em outros ambientes sendo transportada por duas pessoas.

Na busca de uma configuração que atenda a esses requisitos expostos, se dividem conceitualmente os princípios básicos e conjuntos que formam toda a estrutura. A divisão da estrutura em corpo (chassis), sistema de fixação (agarra), sistema de regulagem de tamanhos e sistema de aperto, é o resultado da observação do procedimento de tensionamento manual de tecidos. Basicamente, se faz analogia ao procedimento de entelamento manual, simplificada e exposta: grampeia-se a tela (tecido) em um canto qualquer do quadro de madeira. Com um alicate universal, se prende o tecido e, aplicando um movimento de rotação, se tensiona a tela, possibilitando o grampeamento ao longo de todo lado tensionado. Repete-se esse procedimento para os quatro lados da peneira e passa-se um filete de cola para terminar a operação de entelamento manual. O alicate corresponde ao sistema de fixação (agarra), o movimento rotacional à mordada, e a força aplicada ao sistema de aperto.

3 . PROJETO CONCEITUAL E DESENVOLVIMENTO

Seguindo as diretrizes mencionadas acima, se deve analisar separadamente cada opção de configuração, para então selecionar a configuração do conjunto que satisfaça às necessidades, e apresente boa solução de engenharia.

3.1 . Sistema de fixação

Como esta seção é a parte mais complexa do projeto, se faz uma pequena separação, onde se considera o mecanismo de garras e seu sistema de fixação separadamente. Quando acoplados, se chama simplesmente de mordada. Basicamente, as garras possuem uma única função, que é fazer o contato com o tecido de maneira a prendê-lo uniformemente, sem causar danos à malha.

Como se objetiva a construção da máquina em série, prioriza-se o uso de componentes disponíveis no mercado. O sistema de agarras é composto por dois perfis “U”, os quais fixam os tacos de madeira trabalhada. Coladas intercaladamente a esses tacos encontram-se sete perfis circulares de borracha, que promoverão, através do aperto, uma excelente fixação do tecido. Da necessidade de fixação e aperto desse sistema de agarras, surge a possibilidade de sua fixação através da colocação de dois alicates de pressão, possibilitando um engate mais rápido. Utilizando a idéia básica de funcionamento, encontra-se uma nova configuração, melhorando, assim, a praticidade e a simplicidade.

A mordaza é composta por elementos distintos, rotulados ou fixados entre si. Possibilitam, através do movimento da alavanca, um aperto das agarras devido à uma união móvel. A barra rosqueada possui porcas nas extremidades que são ajustadas para promover diferentes apertos nos tecidos que se situarão entre as garras. Esse princípio de funcionamento foi utilizado para as quatro mordazas existentes na enteladora. Para completar as mordazas, se deve promover a fixação das mesmas visando o futuro sistema de aperto da enteladora. Adiciona-se então, um tubo quadrado soldado a duas hastes, os quais fornecerão a estrutura e rotulamento suficientes para completar o sistema de mordazas. Conforme se visualiza na Fig. (1), a tensão na tela é provocada pela força de aproximação da extremidade inferior, sistema de aperto que será detalhado em sequência. Observa-se que para diferentes tamanhos de quadros, terão diferentes regulagens de distância entre as rótulas.

3.2 . Sistema de regulagem de dimensões

Para a construção dos braços, deve-se primeiro entender o princípio de funcionamento da enteladora. Como o objetivo é dar o tensionamento à uma tela de maneira uniforme, utilizam-se quatro mordazas atuando simultaneamente , cada uma esticando em um sentido. Como existem duas direções de tensionamento (com 90° de diferença), utilizar-se-ão dois sistemas iguais, porém independentes, para promover esse esticamento. Para a obtenção do conjunto de braços e mordazas, se utiliza o sistema das mordazas, adaptando às rótulas os braços propriamente ditos, conforme segue na Fig. (1):

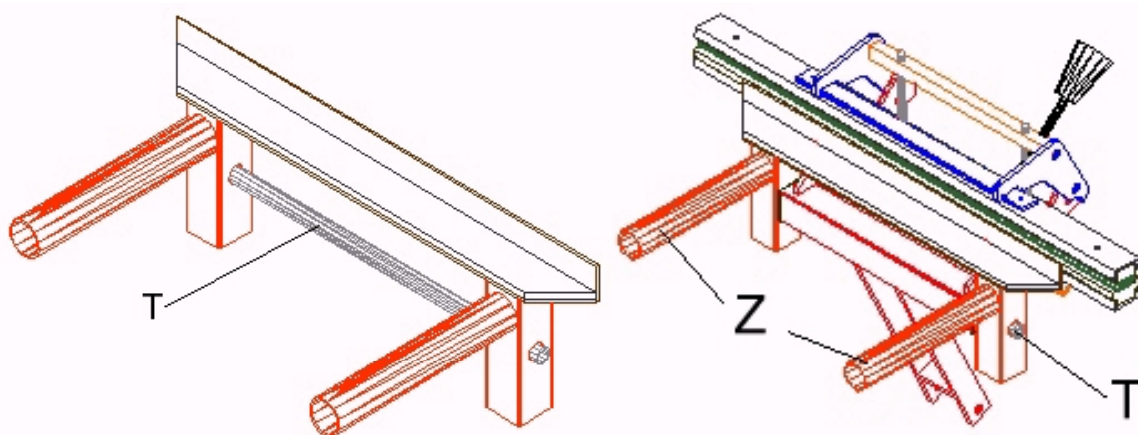


Figura 1 - Braços e Mordazas

Um tubo redondo serve como eixo rotulador das mordazas, enquanto que outros tubos são fixados ao corpo da máquina por pinos, e propiciam a regulagem de distâncias entre as mordazas compatível com a estrutura do corpo, pois se encaixam dentro. Para não haver sobreposição de braços opostos, um dos sistemas de braços deve ser invertido. como mostrado na Fig. (2). Justamente por esse motivo, a estrutura dos braços localizados na direção concorrente deve ser invertida, conforme a figura anterior.

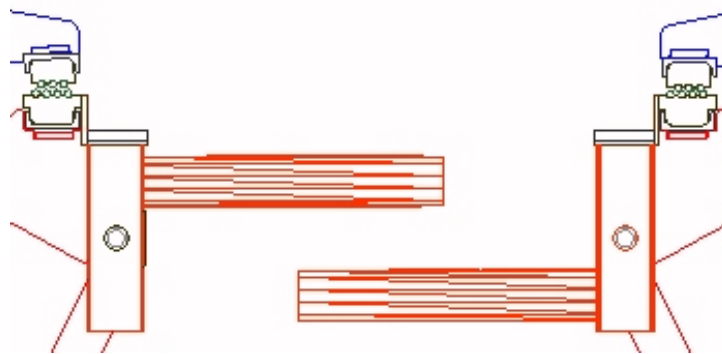


Figura 2 - Inversão dos Braços Concorrentes

3.3 . Estrutura da base (chassis)

Tendo em vista que a estrutura do corpo forma a parte mais simples do projeto, definem-se as dimensões da estrutura e sua forma básica a partir dos braços anteriormente descritos. A distância entre o tubo redondo e o outro do mesmo braço deve ser uma estrutura rígida e é construída, basicamente com tubos quadrados de dimensões comerciais que, soldados, dão forma à estrutura como mostra a Fig. (3):

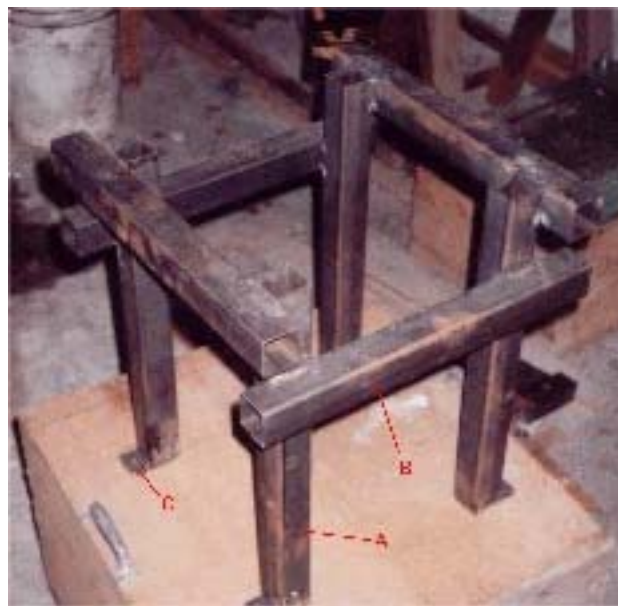


Figura 3 - Estrutura do Corpo

A estrutura é composta por quatro tubos quadrados na posição vertical (A), que formam os pés. Os outros tubos, visualizados na posição horizontal (B), foram soldados (com solda elétrica com eletrodo revestido) aos verticais, fornecendo rigidez para toda máquina, e se posicionam de maneira que os braços reguláveis encaixem, fazendo, assim, a ligação com os braços. Para fixação da máquina foi inserida uma chapa com um furo (C), soldada a cada pé. O tamanho dos pés dá altura à máquina, sendo 420mm, pois foi considerada a melhor altura em termos ergonômicos. Considerando a menor dimensão de tela encontrada no mercado (489x560mm), define-se a medida mínima de um quadro a ser entelado com o uso da máquina (490x490mm). Tendo esse valor como referência, a máquina será ajustada proporcionalmente a esta medida mínima. Se um quadro de tela possuir uma medida menor que a referida acima – caso muito raro - poderá ser entelado, utilizando-se dois marcos postos lado a lado.

3.4 . Sistema de aperto

A partir desse estágio, se pode visualizar a estrutura quase terminada, faltando somente a adaptação do sistema de aperto. Como já foi mencionado, o principal foco do projeto é o baixo custo, fator que condiciona o uso de um sistema manual e não pneumático. Apesar disso, o dimensionamento das partes onde há o encaixe das mordças com o sistema de aperto está proposto de maneira que possa ser acoplado um atuador pneumático como opcional futuro. Basicamente, se tem um sistema com dois fusos colineares, com roscas opostas, rosqueados em porcas presas às mordças. Como se verifica acima, na Fig. (3), os tubos quadrados de regulagem permitem o ajuste necessário do sistema de aperto quando há modificações da distância entre os braços. As roscas são invertidas forçando, na rotação no eixo, a aproximação das porcas e, conseqüentemente, um afastamento das agarras. Essa rotação é imposta por uma manivela a ser encaixada na extremidade indicada.

4 . ANÁLISE DE CUSTOS

Foi feito um levantamento de custos para construção de dez enteladoras. Foram considerados apenas os menores preços possíveis no mercado para aquisição dos componentes necessários. Sabe-se que o fator de escala é muito importante na análise de custos. Se forem produzidas cem ou mil enteladoras, o custo decresce vertiginosamente. As barras e perfis devem ser apenas cortados longitudinalmente, e as chapas dobradas ou cortadas com plasma, conforme o caso. Os processos de obtenção dessas peças, bem como os furos e roscas necessários, são simples e relativamente baratos. Um primeiro estudo mostrou que seria gasto R\$3.765,00 de material, e R\$1.700,00 de mão-de-obra de fabricação e montagem para as dez enteladoras pretendidas no lote inicial de produção. O custo de produção das dez enteladoras seria então de R\$5.500,00. Isto demonstra então a viabilidade econômica, pois se pretende comercializar cada máquina pelo preço de R\$2.500,00 cada uma, o que daria um faturamento bruto de R\$25.000,00 para o lote de dez enteladoras.

5 . PROJETO ORIENTADO À FABRICAÇÃO

Os processos de fabricação necessários são basicamente corte de peças, seja por plasma, disco de corte ou serrote; furação e rosqueamento, incluindo alguns serviços de torneamento e dobramento; e uniões do tipo soldagem e colagem. Segundo a ordem acima, a primeira etapa da fabricação dos componentes é o corte. Para a maioria das peças (tubos, perfis, barras, etc), o simples uso de disco de corte já é o suficiente para a obtenção da dimensão final. A utilização de serrote é necessária apenas nas peças de madeira. Faz-se obrigatório o procedimento de corte à plasma ou laser (mais caro) para a obtenção de algumas peças específicas, de geometria mais complexa, necessárias para compor as mordças Fig. (4).

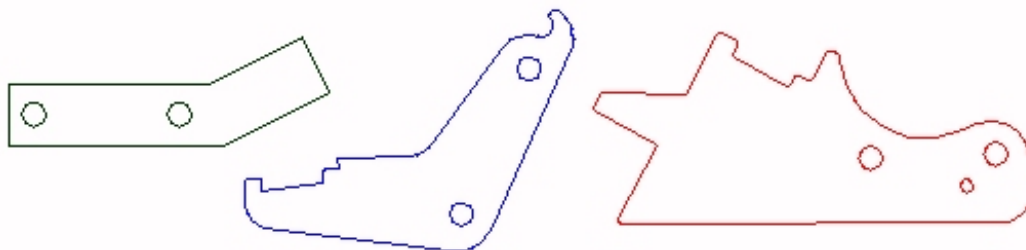


Figura 4- Peças cortadas a plasma

A furação destas peças é feita por brocas. Verifica-se que o corte a plasma, com controle numérico, satisfaz totalmente as necessidades desenhadas (peças com cortes curvos), sendo que de outra maneira encareceria muito a obtenção dessas peças. O processo seguinte na etapa de fabricação é a furação e rosqueamento. Cabe lembrar que, por serem peças de 6,35 mm de espessura, descartam-se outros processos para obtenção dos furos.

6 . PROJETO ORIENTADO À MONTAGEM

Para realizar a montagem, se aconselha primeiro soldar e usinar todos os componentes. Os sistemas distintos podem ser montados individualmente (braços, sistema de aperto, mordças e corpo). Posteriormente, se acopla um ao outro, conforme a ordem esboçada. Ao final de toda a montagem, se sugere que seja feita uma verificação das funções e do alinhamento das peças, garantindo-se, assim, um bom funcionamento da máquina. Ressalta-se que a manutenção necessária se resume tão somente à limpeza, pois seus componentes são simples e estão bem dimensionados. Talvez haja, com o tempo, um desgaste natural dos espaguets de borracha, bastando, nesse caso, trocá-los.

6.1 . Colando / Grampeando as telas

O processo de colamento é realizado após a tela estar esticada sobre o marco de madeira. Colocam-se pequenos pesos sobre os vãos de telas para garantir que o tecido esteja em contato com toda a superfície a ser colada. Aplica-se um filete fino de cola (especial) e, posteriormente, se coloca o catalisador dessa cola. Basta esperar um minuto e retirar a peneira, podendo cortar os excessos de tecido. Para o caso do grampeamento, o processo de esticamento é o mesmo, porém em vez de cola utilizam-se grampos pregados a cada 20 milímetros. Com um pincel aplica-se cola (comum) sobre os grampos, possibilitando que diminua a concentração de tensões. O tecido só deve ser aparado depois que a cola secar totalmente por aproximadamente 5 horas. A colagem simples tem vantagem pois distribui uniformemente as tensões no tecido da tela e mantém a moldura da peneira isenta de defeitos do grampeamento. Isto permite ampla utilização das molduras nas trocas de telas.

6.2 . Tensões aplicadas às telas

Para estudar o dimensionamento dos componentes da máquina, precisa-se primeiramente conhecer o valor máximo de força aplicada ao tecido a ser esticado. O estudo que segue está baseado em testes realizados onde se busca encontrar a força necessária para romper uma tela com um fio trançado de aço inox, com $\varnothing = 45 \mu\text{m}$ e abertura de $820 \mu\text{m}$. Um estudo mais detalhado deveria ensaiar um maior número de telas diferentes e, se possível, tensionar em duas direções opostas conforme aplicação, porém não foi possível devido ao custo operacional e à limitação de tempo. O primeiro procedimento utilizado para o levantamento desse dado foi o tensionamento de uma tira de tela até seu rompimento. A largura dessa tira foi de 5 fios (6,35 mm), e o esticamento foi realizado utilizando-se o peso de uma pessoa de 800 N, em uma extremidade da tela que estava fixa pela outra extremidade a um suporte. Multiplicando-se por quatro, se encontra a força necessária para romper 25,4 mm de tela (que contém 20 fios), sendo de aproximadamente 3200N. Utilizando uma outra tira de tela, com mesma abertura e diâmetro de fio, se fez o ensaio de tração, obtendo-se 3000 N para a carga de ruptura. Preferiu-se então considerar o peso de uma pessoa como carga possível, por ser a favor da segurança e por ser uma possibilidade real em máquina de acionamento manual. Esses resultados acabaram fornecendo um referencial para avaliação da tensão de ruptura de uma tela com as características supracitadas, possibilitando, assim, que se faça o dimensionamento de alguns pontos onde existe maior probabilidade de romper a estrutura, em um caso extremo de tensionamento em telas.

7 . ANÁLISE ESTRUTURAL

Os cálculos realizados para dimensionamento de algumas estruturas estão apresentados nas seções seguintes e utilizam o critério de ruptura desenvolvido por Guest Tresca [Shigley e Mischke, 1981], considerando existir somente uma tensão principal aplicada:

$$\sigma_e = 2 \cdot \tau_{\text{máx}} \quad \text{Eq. (1)}$$

onde σ_e é a tensão de escoamento do material e $\tau_{m\acute{a}x}$ a tensão cisalhante máxima. Os valores utilizados de tensão de escoamento são de 240 MPa para um aço SAE1010, e 379 MPa para um aço inox forjado, segundo a mesma fonte. O coeficiente de segurança é obtido através da divisão de σ_e por $2\tau_{m\acute{a}x}$.

7.1 . Cisalhamento na rótula

Baseado no esquema de forças aplicadas à rótula e em suas dimensões, apresentados abaixo, obtém-se os parâmetros necessários para o cálculo da tensão de cisalhamento através do uso das equações citadas por Shigley e Mischke (1981):

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{2V}{A} \quad \text{Eq. (2)}$$

onde $\tau_{m\acute{a}x}$ é a tensão máxima cisalhante; V a força cortante e A a área da seção transversal. Com a utilização dos valores acima citados, $A = 94,51(10)^{-6} \text{ m}^2$ e $V = 2632,9 \text{ N}$ (pois a força cisalhante é dividida em duas áreas), encontra-se $\tau_{m\acute{a}x} = 112,68 \text{ MPa}$. Esse resultado possibilita conhecer-se o coeficiente de segurança para o cisalhamento que tem o valor de 2,15 utilizando aço SAE1010 conforme descrito acima.

7.2 . Cisalhamento nos Pinos de Regulagens dos Braços e de Aperto

Para encontrar a tensão de cisalhamento em pinos e, conseqüentemente, o coeficiente de segurança S, utiliza-se, segundo Shigley e Mischke (1981), a seguinte equação:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{4V}{3A} \quad \text{Eq. (3)}$$

onde as variáveis são as mesmas descritas anteriormente. Como a força aplicada em cada braço é a metade da força máxima aplicada à rótula, e a força exercida sobre cada seção do pino é a metade da força de cada braço, então utiliza-se o valor de 1316,45 N para o cálculo da $\tau_{m\acute{a}x}$. Com um pino de $\varnothing = 5 \text{ mm}$, $\tau_{m\acute{a}x}$ é calculada em 89,4 MPa. Se for utilizado um pino de aço inox forjado que possui tensão de escoamento igual a 379 MPa o coeficiente de segurança é de 2,1. No caso do pino do sistema de aperto, utilizando o mesmo procedimento de cálculo acima, tem-se para uma força cisalhante de 1032,9 N e $\varnothing = 5 \text{ mm}$, uma tensão cisalhante máxima de serviço de 70,15 MPa. Por Guest Tresca isso apresenta um coeficiente de segurança de 2,70 se for utilizado de pino de aço inox forjado ($\sigma_e = 379 \text{ MPa}$).

7.3 . Torção no tubo rotulado

Conforme a configuração do sistema, se define o torque aplicado ao tubo quadrado:

$$T = 3200 \cdot 0,102 + 2065,8 \cdot 0,158 = 326,4 \text{ Nm} \quad \text{Eq. (4)}$$

Para o cálculo da torção aplicada ao tubo quadrado, utilizam-se $\sigma_e = 240 \text{ MPa}$ e $\nu = 0,3$ para um aço SAE1010. A equação simplificada para cálculo da torção em tubo quadrado [Shigley e Mischke, 1981] é dada por:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{T}{wt^2} \left(3 + 1,8 \frac{t}{w} \right) \quad \text{Eq. (5)}$$

onde $\tau_{m\acute{a}x}$ é a tensão máxima cisalhante de serviço; T o torque em Newton metro; w a largura do tubo em metros; e t espessura do tubo em metros. O resultado encontrado a partir da equação (5) é $\tau_{m\acute{a}x} = 12,6 \text{ MPa}$, e com o uso de um aço SAE 1010, encontra-se segurança $S = 9,5$.

7.4 . Tensões de utilização

Os cálculos realizados utilizaram o valor de força máxima para ruptura da tela (3200 N). Sabe-se da prática de tensionar manualmente tecidos que essa força é menor, aproximadamente 250 N para cada metro quadrado de superfície de tecido. Busca-se, nesse momento, encontrar um valor de “força de trabalho” para poder verificar como o sistema irá funcionar em condições normais, ou seja, não tensionando a tela até seu rompimento. A partir daí, se pode prever a força necessária para dar o esticamento de uma tela com o uso de uma alavanca de 200mm, e pode-se dimensionar os atuadores pneumáticos que futuramente poderiam ser instalados para substituir o sistema de aperto. Para tais cálculos, se encontrou uma tabela em um site de um fabricante de telas (www.wstyler.on.ca/) que fornece valores padrão para tensionamento de telas. O valor encontrado para uma tela similar à anteriormente citada é 4,86 lb/in², que corresponde a 232,69 Pa. Esse valor significa que se deve tensionar com uma força de 232,7 N uma área de tela de um metro quadrado. Isto significa que em uma tela de um metro de largura por um metro de comprimento, a força de trabalho de esticamento normal deve ser de 232,7 N. Para dimensionar o sistema pneumático arbitrou-se um valor de 500N como a força de trabalho o que produziu uma segurança de 2,1.

7.5 . Fuso e cilindros pneumáticos

Para verificar o torque necessário na utilização do fuso com rosca de 19 mm de diâmetro utiliza-se a seguinte equação:

$$T = \frac{F \cdot d_m (l + \pi \cdot \mu \cdot d_m \cdot \sec \alpha)}{2 (\pi \cdot d_m - \mu \cdot l \cdot \sec \alpha)} \quad \text{Eq. (6)}$$

onde T é o torque necessário [Nm]; F a força axial [N]; d_m o diâmetro médio da rosca [mm]; μ o coeficiente de atrito; α o ângulo de avanço da rosca; e l o avanço por volta [mm]. O padrão da rosca usada era de diâmetro médio 17,4 mm, ângulo de avanço de 30° e avanço de 2,54 mm por volta. Resolveu-se adotar um coeficiente de atrito igual a 0,08 tido como razoável para as condições operacionais previstas. Considerando-se a força de esticamento da tela (conforme arbitrado) de 500 N, e considerando-se um braço de alavanca (manivela) de 200 mm, concluiu-se que seria necessária uma força manual de 2 N para realizar o aperto do sistema (para um torque calculado de 0,39 Nm). Considera-se então perfeitamente viável o acionamento proposto, manual por fuso, uma vez que qualquer pessoa confortavelmente poderá acioná-los para produzir o esticamento desejado para as telas. Consideremos então a possibilidade de uso de atuadores pneumáticos. Serão necessários dois cilindros pneumáticos para fazer a função dos fusos. Com a utilização do catálogo da Dover, fabricante de componentes pneumáticos, encontra-se as seguintes configurações de pistões possíveis para a aplicação prevista:

- 1 pistão – diâmetro do cilindro: 50,8 mm; diâmetro da haste: 15,9 mm
- 1 pistão – diâmetro do cilindro: 38,1 mm; diâmetro da haste: 10 mm

A diferença básica entre os dois é o uso de diferentes braços de alavancas, tamanhos e custos. Cabe lembrar que a utilização de atuadores pneumáticos não faz parte desse projeto, sendo uma melhoria futura possível. Estudos mais detalhados poderão definir qual dos dois será mais conveniente, mas fica aqui demonstrada a viabilidade técnica do acionamento pneumático para esticamento das telas. Preliminarmente se concluiu que estes acessórios comerciais padronizados são facilmente acoplados à estrutura da máquina. Conclui-se então que a estrutura geral proposta para a máquina é adequada caso seja desejado este tipo de acionamento.

8 . CONCLUSÃO

Depois de finalizado o estudo de custos e análise dos esquemas de montagem verifica-se que o projeto tem a viabilidade técnica e econômica necessária ao contexto dos usuários, no caso, os moinhos de trigo para produção de farinha. Esta mesma metodologia, analogamente poderá ser

empregada em outras situações industriais, onde haja necessidade de peneiramento. Um primeiro exemplar da máquina foi construído e foi testado, produzindo bons resultados práticos na produção de peneiras. A análise funcional, experimentalmente demonstrou que os componentes cumprem as funções previstas de maneira satisfatória, não se visualizando possibilidade de eliminação ou incorporação de alguns desses componentes, o que poderia ser alvo de otimização. Baixos custos, praticidade, portabilidade, regulagens para diferentes quadros e telas são as características principais que limitaram as escolhas de componentes quando necessário. A metodologia de projeto foi satisfatória no cumprimento dos objetivos propostos.

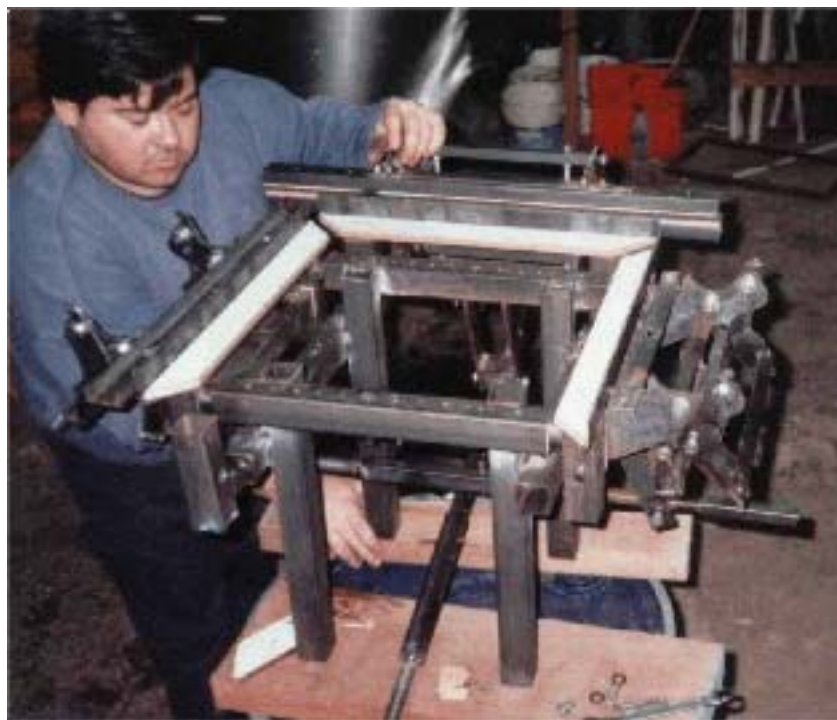


Figura 5 - Protótipo da Enteladora Manual

Na Fig. (5) mostra-se o primeiro protótipo em término de montagem. Os próximos passos serão realizados objetivando a diminuição de custos, através de um refinamento do estudo estrutural dos componentes. Utilizar-se-á de resultados práticos obtidos com o uso deste primeiro protótipo.

9 . REFERÊNCIAS

El-Dash, Ahmed A., 1982. “**Fundamentos da Tecnologia de Moagem**”, Série Tecnologia Agroindustrial, Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia.

Posner, E.S., 1997. ”**Wheat Flour Milling**”, American Association of Cereal Chemists Inc, St.Paul, Minnesota. USA.

Shigley, J.E. & Mischke, C.K.,1981. “**Elementos de Máquinas 1 & 2**”, Ed. Livros técnicos e Científicos Editora S.A., São Paulo.

Sousa, Ricardo Augusto Pereira de, 1997. “**Tecnologia da moagem III**”, Apostila do Curso de Formação de Moleiro Jr. –SENAI / Certrem, Fortaleza - Ceará, pp 218, 1997.

DESIGN OF SIEVE MAKER DEVICE MANUALLY OPERATED

Abstract: The quality of a final product in a wheat mill depends, among many factors, on the sieving products efficiency. To guarantee a good grind process it is necessary that the sieves have a good tensioning, with well-tensioned sieves. Most of the mills in South of the country make this kind of stretching in an inappropriate way, manually. The problem of this manually process is the bad distribution of the applied tensions and in the waste of time to stretch the sieve, which is harmful since the sieve quality until the lifetime of sieve. The main objective of this work was to create a machine, which promotes the stretching of the sieves in uniform way, and then gives the possibility to glue these sieves (instead of stapling them). It is important to observe that there are already commercial tensioning (pneumatic), but there is a need to built one that is capable to supply the needs and have low costs.

This project was basically tested by prototype construction and test to validate the design process. To finish, utilizing a cheaper and simpler structure, it is possible to set a tensioning that make the necessary stretching to the sieves and in a price that little mills are capable to pay.

Keywords: sieve, screen, wheat mill, sieve maker device