

MÁQUINA PARA ENCHIMENTO DE BONECAS COM ALGODÃO

André Stoppa Ferreira Marcelino
asfm27@gmail.com

Maurício Henrique Pereira Coelho
coelhohmp@gmail.com

Resumo. Este trabalho tem por objetivo estudar o processo de enchimento de bonecas e bonecos com algodão, analisar e reprojeter os principais componentes da máquina, visando à melhoria do processo de produção, que sustenta outros projetos do Grupo Primavera. O estudo foi dividido em três frentes: injeção do algodão, desfibramento do algodão e sistema de redução de particulado no ambiente. Para o processo de injeção foram estudadas alternativas para o enchimento das bonecas e adotada a alternativa de injeção por ar comprimido. A redução do particulado liberado pelo uso do ar comprimido na injeção do algodão foi obtida pelo sistema de exaustão local viabilizado através do projeto e montagem de um protótipo de uma coifa associada a um exaustor acoplada na região de injeção na boneca. Foi também desenvolvido um processo de desfibramento para que o algodão fosse corretamente injetado pela passagem de ar comprimido, processo este que propõe o corte do algodão utilizando facas tipo discos rotativos.

Palavras chave: Algodão, enchimento, facas rotativas, boneca, injetor.

1. Introdução

Este trabalho, relacionado ao Programa Poli Cidadã, tem como objetivo desenvolver uma máquina para encher bonecas com algodão, de forma eficiente, a fim de possibilitar a expansão do projeto social do Grupo Primavera e aperfeiçoar o processo de manufatura das bonecas.

A motivação em escolher um tema relacionado ao Programa Poli Cidadã foi de empregar os conhecimentos adquiridos na graduação, de forma a retornar diretamente à população mais necessitada o investimento governamental na formação de profissionais capacitados, ampliando o senso de responsabilidade social e mantendo a Universidade pública próxima a sociedade.

2. Objetivo

Este trabalho tem por objetivo projetar e fabricar um protótipo dos principais componentes de uma máquina para injetar algodão em bonecas. Para o projeto foram definidos os seguintes objetivos: ser um equipamento de fácil manuseio e ergonomicamente adequado; obter-se o controle da liberação de partículas sólidas no ar pela passagem do ar comprimido pelo algodão durante o enchimento da boneca; a segurança do usuário; adequação do sistema de desfibramento do algodão e máquina injetora num mesmo equipamento; não ultrapassar demasiadamente o consumo de energia elétrica do equipamento atual.

3. Descrição da matéria-prima

A matéria-prima para o enchimento das bonecas é recebida como doação de diversas fontes, tendo sua composição bastante variada, desde algodão a fibras de poliéster, com variados graus de densidade e entrelaçamento das fibras. Neste trabalho, esta matéria-prima será tratada como algodão, pelo seu aspecto visual, porém o dimensionamento da máquina e os devidos testes serão realizados considerando as propriedades mecânicas dos casos mais críticos.

4. Equipamento atual

O equipamento atual é constituído de três partes principais: um compressor de ar, um desfibrador de algodão e um dispositivo que movimenta, armazena e controla o fluxo do material a ser injetado.

O compressor de ar utilizado possui como dados principais pressão máxima de 12 bar, vazão de 566L/min e potência de 5 HP. Sua função é impulsionar o algodão da máquina injetora para a boneca.

O desfibrador é utilizado para desfibrar o algodão, que em seu estado original, se fosse diretamente injetado, poderia obstruir o duto injetor. Este processo utiliza um motor de 1,5 HP que gira uma gaiola com protuberâncias cilíndricas soldadas.

A máquina injetora possui um reservatório com um rotor com dois ganchos, acionado por um motor de 0,5 HP ligado a um sistema de polias, com a função de movimentar o algodão, evitando seu acúmulo na entrada do duto. Esta máquina possui um bico injetor, constituído por um tubo de 1,5" de diâmetro proveniente do fundo da máquina injetora, uma entrada de ar comprimido de 3/8" de diâmetro e uma saída de injeção de 1" de diâmetro. O controle da vazão de ar comprimido é feito por um pedal.

Esse processo apresenta um problema crítico, pois o ar comprimido ao passar pelo algodão arrasta consigo pequenas partículas deste material que são inaladas pelo usuário da máquina, podendo provocar problemas nas vias respiratórias. Além disso, o processo gera um nível elevado de ruído que pode resultar em problemas auditivos para o usuário e causa desconforto aos outros setores de produção.

5. Definição das necessidades

Durante as visitas feitas ao Grupo Primavera foram relatados e observados alguns pontos críticos ou necessidades e pontos consolidados na etapa de enchimento das bonecas. Como pontos críticos a serem contemplados por este projeto podem ser destacados a liberação de partículas de algodão no ar, que são inaladas pelo operador, que acaba utilizando um ventilador para amenizar o problema, causando alto desconforto, principalmente em dias frios; a segurança, pois a operadora insere o algodão pela abertura frontal da máquina injetora enquanto o rotor com ganchos está em funcionamento; desconforto no acionamento pelo pedal e na altura do bico injetor, que provoca dores nas pernas e nas costas, como relatado pela própria usuária; o risco de entupimento do bico injetor; o consumo atual de energia, que nessa etapa do processo é dado pelos dois motores elétricos de 0,5 e 1,5HP e pelo compressor de 5HP.

Alguns aspectos foram definidos como pontos consolidados, por não apresentarem problemas ao Grupo, como a produtividade da máquina, pois esta etapa não é um gargalo na produção, como dito pelos próprios administradores do Grupo Primavera, sendo então que o tempo de fabricação e a produtividade da máquina foram considerados um ponto em que não há necessidade de melhoria. Foi pensado para este trabalho substituir o algodão por outros tipos de material, como o polipropileno, bolinhas de isopor, material de garrafa PET reciclado, tendo em vista a dificuldade de se trabalhar com o deslocamento de algodão e a fim de se viabilizarem alternativas que não envolvessem compressor de ar e que fossem de construção mais simplificada, porém após consulta realizada com o Grupo Primavera, esta alternativa foi desconsiderada, pois como o algodão utilizado já é adquirido por meio de doação e pelo fato de as bonecas já estarem adaptadas a esse material não se torna viável alterar toda a estrutura de confecção das bonecas.

6. Estudo inicial dos conceitos de solução

Através da análise da máquina e seus componentes, foi observado que os principais problemas resumem-se ao deslocamento e desfibramento do algodão com certa pressão e vazão para o adequado enchimento das bonecas. Deste modo, foram inicialmente propostas as seguintes alternativas de solução:

6.1. Deslocamento por rosca helicoidal

Esta alternativa mostrou-se interessante pelo fato de não necessitar do uso de um compressor de ar, visto como um problema devido ao seu custo inicial e de manutenção, bem como sua dificuldade de transporte e espaço físico ocupado. Outra característica importante é evitar a liberação de partículas sólidas no ar pela passagem do ar comprimido pelo algodão, como foi observado com a utilização do compressor de ar.

Como desvantagens têm-se uma pressão menor, quando comparado ao compressor, devido ao fato do algodão ser bastante compressível e a regulagem da vazão é mais complexa, pois há a necessidade de se variar a rotação do motor ou incluir um sistema de transmissão.

6.2. Deslocamento por pistão

A segunda alternativa é similar à injeção manual, em que o pistão deslocaria o algodão para o interior da boneca. O acionamento do pistão poderia ser feito manualmente ou por meio de um motor elétrico com sistema biela-manivela. Este sistema mostrou-se inviável, pois não seria possível o preenchimento completo das extremidades do corpo da boneca, como os pés e braços, além do tempo gasto ser aproximadamente o mesmo do enchimento manual.

6.3. Deslocamento por ar

Na terceira alternativa, o deslocamento do algodão por ar apresenta como vantagens a fácil regulagem da vazão por meio de um dispositivo que controla o fluxo de ar, além de permitir a entrada do algodão em todas as partes do corpo da boneca. Como maior problema desse processo se tem a liberação de partículas de algodão no ar, que pode ser controlado com a utilização de um sistema de exaustão.

Para essa alternativa ainda se fez uma análise de montagem com desfibrador externo, semelhante ao atual, e interno, com as vantagens de reduzir significativamente o volume ocupado, aumentar a produtividade, pois evita o tempo de transporte do algodão desfibrado de uma máquina para outra e facilitar a utilização.

7. Testes preliminares

Para a escolha da melhor alternativa de solução, como o trabalho com o algodão é de difícil equacionamento, foram realizados alguns testes com protótipos simplificados.

7.1. Teste do bocal para ar comprimido

Para este teste foi montado um dispositivo tubular com uma entrada auxiliar de ar comprimido, com o objetivo de gerar uma pressão negativa que succionasse o algodão para que este fosse arrastado pelo fluxo de ar no bico injetor. O dispositivo de teste pode ser visualizado na Fig. (1) a seguir:



Figura 1. Dispositivo de teste para ar comprimido.

Neste experimento foi observado que se consegue uma pressão de sucção na entrada do algodão, e que este é arrastado pelo bico injetor conforme previsto para pressões em torno de 4 a 5 bar. Este resultado é bastante satisfatório quando comparado à pressão de trabalho do compressor atual, que é da ordem de 10 bar. Além disso, a válvula adaptada induz uma elevada perda de carga e também o dispositivo pode ser mais bem projetado, variando os diâmetros, distâncias materiais e ângulo de entrada do ar comprimido.

7.2. Teste do bocal para ventilador

Para este teste foi montado um dispositivo tubular similar ao anterior, com uma entrada auxiliar de ar proveniente de um ventilador, para verificar se o deslocamento de ar geraria uma pressão negativa suficiente para succionar o algodão para que este fosse arrastado pelo fluxo de ar no bico injetor. O dispositivo de teste pode ser visualizado na Fig. (2) a seguir.



Figura 2. Dispositivo de teste para ventilador.

8. Solução inicial

Nesta primeira etapa da espiral do projeto, envolvendo estudos de conceitos e testes, e, a partir de uma análise de cada uma das alternativas acima e elaboração de uma matriz de decisão, o equipamento conceito seria constituído por um reservatório para armazenamento do algodão com uma rosca helicoidal, acionada por um motor elétrico, cuja função é transportar o algodão à câmara de desfibramento. Essa câmara possui lâminas cortantes, de alta rotação, que fariam o corte e desfibramento do algodão, que por diferença de pressão passaria pelo tubo para a injeção na boneca. Para solucionar o problema da liberação de partículas sólidas no ar, seria instalado um sistema de exaustão, constituído de uma tubulação, ventilador e filtro. Foi escolhido o deslocamento inicial do algodão por rosca helicoidal para se ter um fluxo contínuo e controlado, evitando excesso de material na câmara de desfibramento e, conseqüentemente, o travamento da lâmina ou o mau desfibramento.

9. Projeto mecânico final

9.1. Sistema de exaustão

O sistema de exaustão com filtragem tem por objetivo eliminar os resíduos e partículas de algodão que não são facilmente dispersas e diluídas na atmosfera ambiente pelo sistema de ventilação natural, e, conseqüentemente, podem ser inaladas pelo operador da máquina, causando problemas respiratórios e desconforto.

9.1.1. Captor

O captor é uma peça ou dispositivo em que, pela diferença de pressões entre o ar ambiente e o existente no captor, estabelece-se uma corrente para o interior do mesmo. Para o dimensionamento do captor e do sistema de exaustão em geral, deve-se definir a velocidade de captura, que consiste na velocidade V que deve ter a partícula contaminante localizada a uma distância x a fim de que, não obstante seu peso, capaz de imprimir à mesma o desejado escoamento.

Como na saída do bico injetor a velocidade inicial das partículas é relativamente grande, para efeito de dimensionamento será utilizado o valor de 150 m/min, correspondente à zona de transição entre produção ativa em zona onde o ar se acha em movimento rápido e onde a partícula é liberada com velocidade inicial elevada em zona de intenso movimento de ar.

Para este projeto, o captor deve ter dimensões compatíveis para a instalação do bico injetor em seu interior e manuseio da boneca pela usuária da máquina. Para isso, foi considerado captor com transição de uma face aberta, como visualizado na Fig. (3). Para melhor visualização do trabalho pelo usuário e iluminação será utilizado coletor em acrílico, com as seguintes dimensões: 300 x 400 x 300 mm. Essas dimensões foram estimadas por observação e medição da amplitude dos movimentos realizados pelo operador durante o enchimento das bonecas.

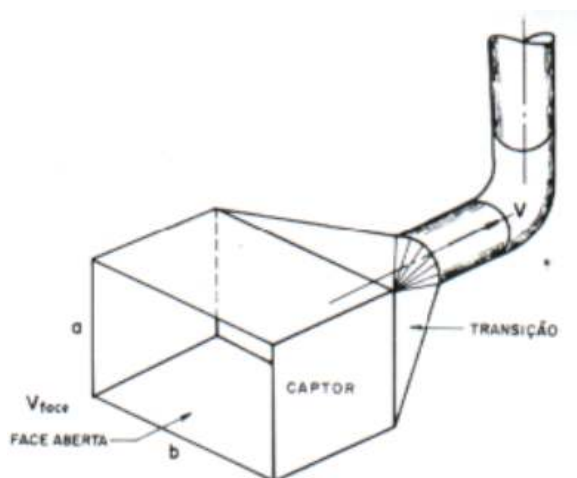


Figura 3. Esquema de captor com transição.

9.1.2. Ventilador

Para o dimensionamento inicial do ventilador, foi estimada a velocidade de captura e calculada vazão necessária para succionar uma partícula de algodão a uma distância x da transição, conforme dados retirados do ACGIH Industrial Ventilation Guide 20th ed. Considerando o tipo abertura plana, fazendo a composição com a caixa, que possui uma razão de largura por altura maior que 0,2, a vazão pode ser calculada pela Eq. (1):

$$Q = V \cdot (10x^2 + A) \quad (1)$$

sendo:

- Q : vazão de ar necessária [m³/s]
- V : velocidade de captura: 2,5 m/s
- A : área da seção: 0,12 m²
- x : distância de captura: 0,08 m

Inserindo os dados na equação, obtém-se o valor de 0,46m³/s, e para esta vazão, foi selecionado o ventilador AXC 315B, de acordo com a Tab. (1), retirada do fabricante Multivac.

Tabela 1. Dados de ventiladores da Multivac.

Modelo	vazão máxima(m³/h)	pressão máxima (Pa)	nível ruído (dbA)	Potência (W)	RPM (110V / 220V)
AXC 100 B	250	363	54	65	2325 / 2540
AXC 125 B	325	330	55	63	2145 / 2360
AXC 150 B	510	402	56	73	2285 / 2470
AXC 200 B	980	588	60	148	2706 / 2810
AXC 315 A	1400	580	62	174	2966 (só 220V)
AXC 315 B	1850	690	66	297	2880 (só 110V)

9.1.3. Filtros

O sistema de exaustão deve filtrar continuamente o material particulado trazido pelo ar, a fim de reduzir a acumulação de poluentes nos equipamentos e dutos do sistema e evitar emissão das partículas de algodão diretamente à atmosfera.

Para este projeto, como se necessita apenas reter as partículas mais grosseiras e não existe risco de contaminantes químicos dispersados no ar, a classe de filtro a ser empregada deve ser G1, segundo classificação de eficiência da norma NBR 6401, que se assemelha à norma EN779.

Para selecionar corretamente o filtro a ser utilizado no protótipo, foi considerada a tabela E1 do manual da ASHRAE Standard 52.2, mostrada na Fig. (4), em que fibras têxteis possuem MERV de 1 a 4, podendo ser utilizados elementos filtrantes de metal trançado, painéis sintéticos ou até mesmo eletrostáticos.

4	<20%	75 to 80%	>10.0 μ m Particles Pollen Spanish moss Dust mites	Minimum filtration Residential Window air conditioners	Throwaway Disposable fiberglass or synthetic panel filters
3	<20%	70 to 75%	Sanding dust Spray paint dust		Washable Aluminum mesh, latex coated animal hair, or foam rubber panel filters
2	<20%	65 to 70%	Textile fibers Carpet fibers		Electrostatic Self-charging (passive) woven polycarbonate panel filter
1	<20%	<65%			

Note: MERV for non-HEPA/ULPA filters also includes test airflow rate, but it is not shown here because it is of no significance for the purposes of this table.

Figura 4. Seleção a partir da tabela de filtros ASHRAE

Portanto, para a filtragem das partículas de algodão no ar, será utilizado um filtro de tela de aço de malha 40 (40 furos por polegada quadrada), que possui a facilidade de ser lavável e de fácil acesso, posicionado em forma de gaveta no duto à montante do ventilador.

9.1.4. Teste do sistema de exaustão

O aparato foi montado utilizando o ventilador Multivac AXC-315B, duto flexível e, para simular as dimensões do captor, foi utilizada uma caixa de papelão. Para este teste, não foi considerado o uso do filtro, que será testado nas próximas etapas. O aparato pode ser visualizado na Fig. (5).

O teste foi realizado simulando a liberação de partículas de algodão nas proximidades do captor. Foi observado que o ventilador produz uma depressão capaz de succionar as partículas na distância de projeto e além desta, porém não foi considerada a velocidade de saída do bico injetor no interior da boneca.



Figura 5. Vista geral do captor, duto e ventilador.

9.2. Desfibrador

O maior desafio encontrado no decorrer do projeto foi o sistema de desfibramento. Diversos testes e aparatos experimentais foram montados a fim de encontrar uma solução eficiente para a separação das fibras do algodão.

9.2.1. Teste das lâminas

No decorrer do projeto, verificou-se que o material a ser injetado, por ser obtido através de doações, apresentava-se bastante variável, por ser proveniente de doação de diversas fontes, sendo em alguns momentos de fácil corte (fibras de algodão) e em outros de difícil corte e desfibramento (fibras de poliéster). Em virtude disso, foram feitos novos testes com as lâminas giratórias, com diferentes ângulos e perfis, para verificar a eficácia no corte do algodão. Nestes testes se observou que, para alguns tipos de algodão o sistema se mostrou eficaz, porém para outros tipos, o algodão, não sendo cortado pela lâmina, prendeu-se a esta de maneira a causar uma compactação, culminando no travamento do rotor.

Como o processo inicialmente pensado não se mostrou eficiente, o leiaute da máquina deverá ser alterado para contemplar a instalação de um mecanismo de desfibramento mais robusto, iniciando uma nova etapa da espiral de projeto.

9.2.2. Mecanismo faca e contra-faca

Para o desfibramento do algodão e sua injeção, foi estudada uma alternativa de corte com um sistema rotativo de faca e contra-faca, em que o corte acontece por cisalhamento nas extremidades laterais. Nesse sistema o algodão seria conduzido por uma caixa até o local do corte e armazenado no interior da máquina injetora para posterior injeção. Para melhor visualização da idéia e testes preliminares, foram usinadas facas e contra-facas de alumínio, como mostrado na Fig. (6).



Figura 6. Mecanismo faca e contra-faca.

O aparato foi montado sobre mancais de rolamento para garantir o paralelismo das faces da faca e contra-faca. Para melhor entendimento, na Fig. (6), a alimentação do desfibrador se daria pelo lado da contra-faca, sendo que a faca estaria posicionada sobre a máquina injetora e o algodão seria retido nesta por gravidade.

Durante o teste, percebeu-se que ao rotacionar as facas, o algodão era cortado nas laterais e, ao contrário do esperado, não se desprendia das lâminas, conseqüentemente não era encaminhado para a máquina injetora. Com esta condição, o algodão era enrolado até atingir um volume e um grau de compactação tão grande que culminava no travamento do mecanismo.

A fabricação deste mecanismo proporcionou a compreensão de que estruturas que possuam cantos vivos, pontas ou singularidades salientes fazem com que o material a ser injetado fique retido, causando em muitas vezes o travamento do sistema rotativo. Assim, para o correto funcionamento do desfibrador, este deve possuir um movimento alternativo, ou quando provido de um movimento rotativo, deve ser isento de singularidades que causem a retenção do material.

9.2.3. Estudo de mecanismos de corte robustos

Neste momento do projeto, não obtendo sucesso com os diversos testes para um mecanismo de desfibramento, foram realizadas visitas a empresas de engenharia mecânica com a finalidade de observar maquinário similar e desenvolver o conceito de um desfibrador robusto. Durante a visita à empresa Zampese Máquinas, observou-se maquinário que poderia ser adaptado para o desfibramento. Esses novos conceitos serão explicitados em seguida.

Uma possibilidade seria a fabricação de um mecanismo automático similar a uma guilhotina, possuindo um movimento alternativo para evitar que as fibras se prendam e formem rolos. Nesta configuração, o algodão seria encaminhado até a guilhotina que estaria posicionada acima da máquina injetora. Com seu corte, este seria diretamente injetado na boneca através do ar comprimido. O mecanismo de corte pode ser visualizado na Fig. (7) Para a implementação desse protótipo, seria necessário o projeto de um mecanismo de conversão do movimento giratório do

motor elétrico para o movimento alternativo final, necessitando de uma grande precisão, pois não poderia haver folgas entre a lâmina da guilhotina e a base de corte, nem deslocamento relativo entre elas.



Figura 7. Mecanismo alternativo guilhotina.

Outra alternativa encontrada para o corte de telas de aço consiste em lâminas giratórias em contato entre si. Este mecanismo é similar ao corte efetuado por tesouras domésticas, com a diferença das lâminas não serem retas. Testes foram realizados neste equipamento e se observou que o algodão era cortado com facilidade, não se prendendo na lâmina, pois esta não apresenta superfícies salientes. O detalhe deste mecanismo pode ser visto nas Fig. (8). Nesta configuração as lâminas, que giram em sentido opostos, cortam o algodão que seria diretamente coletado por gravidade para a máquina injetora. Este sistema possui maior facilidade de fabricação e montagem quando comparado ao alternativo, porém deve ser corretamente dimensionado para o ar comprimido conseguir injetar as tiras de algodão.



Figura 8. Mecanismo de lâminas giratórias

Foi montada então uma matriz de decisão, e se observou que o mecanismo rotativo se mostrou mais vantajoso, apresentando maior facilidade de fabricação, pois envolve na maioria de seus componentes peças cilíndricas de maior facilidade de usinagem; menor nível de vibração em relação ao alternativo, sendo este um fator relevante já que será instalada sobre a máquina injetora; projeto mais simplificado; funcionalidade mais garantida, pois durante alguns testes se observou que com o acúmulo de algodão, o corte pelo mecanismo alternativo não era garantido, ocorrendo amassamento do algodão.

9.3. Detalhamento da solução para desfibramento

Nesta solução, o algodão é inserido em uma caixa, sendo levado até as lâminas por um sistema semelhante a um pistão guiado e deslocado por meio de um peso fixado por cabos, não havendo necessidade de outro motor elétrico. O processo de corte se dá no contato das lâminas superior e inferior. Em virtude da mudança do mecanismo de desfibramento do algodão, uma modificação no leiaute da máquina se mostrou necessária. Este novo leiaute pode ser visualizado na Fig. (9).

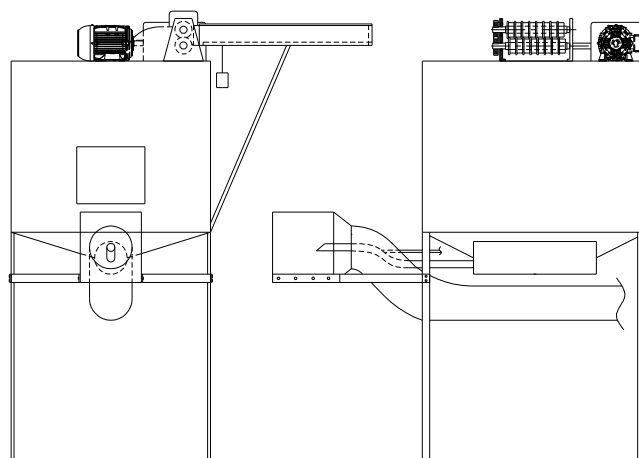


Figura 9. Leiatute

9.3.1. Dimensionamento

Para o dimensionamento do mecanismo de corte do algodão, será utilizado o processo de engenharia reversa, pois a máquina observada no corte das telas de aço se mostrou eficaz para o corte do algodão. Primeiramente, deve ser definida a máxima distância entre as lâminas, que é dada pela largura desejada da tira de algodão. Como o bico injetor tem seu menor diâmetro de uma polegada, foi definida a distância entre as lâminas como sendo 25 mm. Funcionalmente, foi observado que não ocorrem problemas de deslocamento axial das lâminas e o corte é garantido, quando se mantém a relação de um para um do diâmetro do eixo e comprimento do cubo. Portanto, temos que o diâmetro do eixo, para cálculos iniciais será considerado como 25 mm. Os eixos e os cubos que serão utilizados para fixar as lâminas devem ser resistentes ao momento fletor, possuindo boa tensão de escoamento e ruptura. Para isso, o material utilizado na fabricação dos eixos e dos cubos da máquina para o corte de telas de aço é o SAE 1045, e este será o mesmo utilizado neste projeto. Para a lâmina, que será fixa ao cubo, seguindo o mesmo raciocínio acima será utilizado o aço SAE D2, com posterior tratamento térmico de têmpera, aumentando a sua dureza superficial.

A lâmina foi baseada na existente para o corte de telas de aço, com as dimensões reduzidas para as necessidades deste projeto, mantendo-se as mesmas proporções, visto que a lâmina original se mostrou eficaz no corte do algodão. A lâmina original possui diâmetro externo de 120 mm, interno de 60 mm e espessura 10mm. Para o projeto, considerou-se uma lâmina com as dimensões reduzidas pela metade, mantendo a mesma proporção de redução do diâmetro do eixo. Para o cálculo inicial foi utilizado um motor de 1 HP de quatro pólos, com uma redução de 10 vezes, e será verificado se a força de corte e a tração no eixo final serão suficientes para o corte do algodão. Temos o esquema de carregamento do eixo mostrado na Fig. (10).

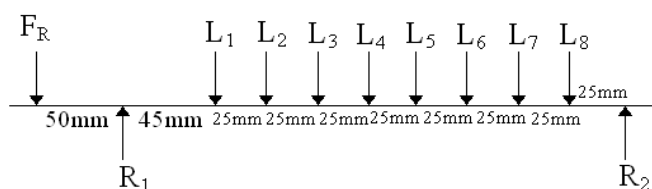


Figura 10. Esquema de carregamento.

Através de fórmulas de dimensionamento de eixo, tendo a tensão de ruptura do material, potência do motor, diâmetro do eixo, juntamente com as fórmulas para descobrir as forças na engrenagem, conseguimos obter a incógnita F_R referente à força na engrenagem e o momento fletor máximo no eixo. Como não temos a posição exata do momento fletor, foi feita a hipótese de que a força resistiva no mancal R_2 é maior para efeitos de momentos do que para as lâminas, obtendo o gráfico da Fig. (11), donde se retirou a posição estimada do momento fletor.

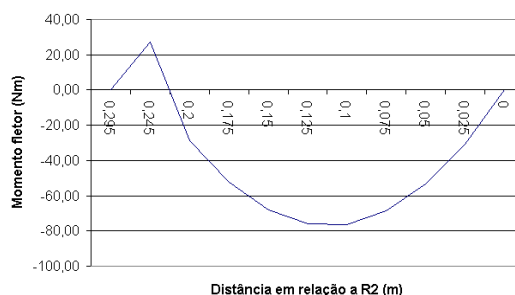


Figura 11. Momento Fletor no eixo.

Aproximando a distância da posição do momento fletor máximo para 0,1m em relação a R_2 , obtém-se a força máxima nas lâminas L igual a 236,3N e as forças nos mancais R_1 , igual a 1314,9N e no mancal R_2 , igual a 1116,8N.

9.3.2. Verificação da força de corte

Como o material é heterogêneo e não um levantamento da força necessária para o corte, nem mesmo dados teóricos sobre as tensões de escoamento e ruptura do material de injeção, foi realizado um teste para estimativa da força de corte. O teste consiste em cortar o algodão com uma tesoura sobre uma balança, obtendo-se um valor estimado para a força de corte. Foi utilizada uma tesoura com lâminas de aço, com uma relação entre os braços da posição de corte e da aplicação de força de 4:1. O valor observado na balança foi de aproximadamente 5kg, concluindo que a força necessária para o corte é de aproximadamente 200N. Para o teste, foi colocada a pior condição para o corte, que consiste no algodão em sua forma mais compactada, com massa específica de 200kg/m^3 . Como o valor do teste é inferior ao calculado, mesmo os fatores de segurança, o dimensionamento dos eixos e lâminas está coerente.

9.3.3. Projeto da lâmina e cubo

De acordo com o dimensionamento e seguindo o mesmo conceito da lâmina original para o corte de telas de aço, tem-se o seguinte desenho básico de fabricação dos cubos e das lâminas, mostrados no Fig. 12. Para melhor ajuste do cubo ao eixo e deslizamento axial para regulagem do contato das lâminas, bem como para serem evitadas concentrações de tensão pelo uso de chaveta, o cubo foi projetado possuindo fendas e um parafuso para aperto. A faca passará por um tratamento térmico para aumentar sua dureza e faceada para adquirir o fio de corte. Possui ainda três furos para fixação ao cubo, por meio de parafusos.

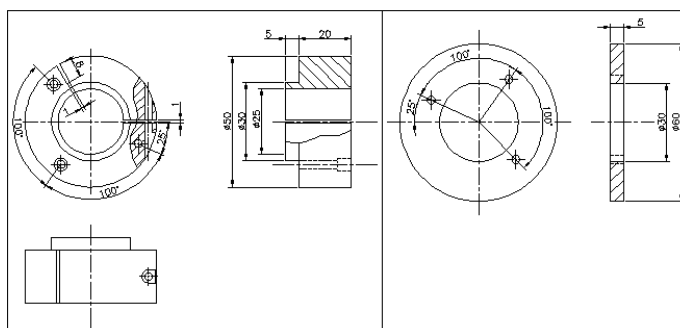


Figura 12. Desenho do cubo (esquerda) e da faca.

10. Conclusão

Foram feitas duas visitas ao Grupo Primavera que permitiram levantar as necessidades de aprimoramento do processo de enchimento de bonecas, e também conhecer as instalações, percebendo a importância da produção de bonecas na auto-sustentação do projeto como um todo. Inicialmente foram encontradas dificuldades para estabelecer as metas do projeto e durante a segunda visita foi reavaliado o foco do trabalho, sendo definido que o projeto seria de uma máquina para a sede do Grupo. A partir dessa definição, foi estabelecido o leiaute básico da máquina e o trabalho foi dividido em frentes para melhor estudo dos componentes.

Seguindo o raciocínio de Espiral de Projeto, foi verificado que a idéia inicial de lâminas giratórias similares às de liquidificador deveria ser refinada com um processo mais robusto, buscando evitar o travamento do rotor e, conseqüentemente, evitar danos no equipamento, perdas no processo e risco de incêndio. O refinamento da idéia das

lâminas de liquidificador resultou na fabricação de um protótipo faca e contra-faca em que o algodão era cortado por cisalhamento nas laterais e, ao contrário do esperado, não se desprendia das lâminas e sendo enrolado até atingir um volume e um grau de compactação tão grande que culminava no travamento do mecanismo. A fabricação deste mecanismo proporcionou a compreensão de que estruturas que possuem cantos vivos, pontas ou singularidades salientes faziam com que o material a ser injetado ficasse retido.

Para o correto funcionamento do desfibrador, este deveria possuir um movimento alternativo, ou quando provido de um movimento rotativo, ser isento de singularidades que causem a retenção do material. Através desse aprendizado, e visitas a empresas de máquinas, foi possível encontrar duas novas alternativas para o processo de corte do algodão. Foi feita então uma matriz de decisão para a escolha do melhor processo.

Tendo em vista a complexidade que o processo de desfibramento apresentou, foi necessária a definição de um novo leiaute da máquina, bem como a não fabricação de uma nova máquina, mas sim da adaptação dos componentes que efetivamente foram abordados no projeto no equipamento atual.

11. Referências

- ZAMPESE, B. Dimensionamento. São Paulo: Editora do Grêmio Politécnico, 1986.
- ZAMPESE, B. Manual de Elementos de Construção de Máquinas. São Paulo: Editora do Grêmio Politécnico, 1976.
- PROVENZA, F. Projetista de Máquinas. 71ª Edição. São Paulo: Editora F. Provenza, 1990.
- MACINTYRE, A. J. Ventilação Industrial e Controle da Poluição. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1990.
- INDUSTRIAL VETILATION. A MANUAL OF RECOMMENDED PRATICE, 20th Edition. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- MARIANI, A. L. C, BOLLIGER, R. Sistemas de tratamento de ar
- ASRHAE, Handbook of Applications
- COFELMA. Fabricante de roscas helicoidais. Disponível em: <<http://www.cofelma.com.br/index.php?session=>>>.
- SILVA, L. C. Armazenagem: Transporte de Grãos. Boletim Técnico AG 06/05, 29/03/2005. Disponível em: <http://www.agais.com/ag0605_manu_transportadores.pdf>.
- VITÓRIA. Fabricante de máquinas transportadoras. Disponível em: <<http://www.maquinasvitoria.com.br/portugues/produtos/index.htm>>.
- SBRT. Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas: Transporte por Hélice Helicoidal. Dez. 2006. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt4051.pdf?PHPSESSID=318fb4fc3be252df0760d4b5de2b8531>>.
- SCHULZ S/A. Fabricante de compressores. Disponível em: <<http://www.schulz.com.br>>
- POLI CIDADÃ: Comissão de projetos de graduação com responsabilidade social. Disponível em: <<http://fgil.apanela.com/policidade2007/>>
- COELHO, M. H. P., MARCELINO, A. S. F. Máquina para enchimento de bonecas com algodão. São Paulo. 2007.

12. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

COTTON STUFFING MACHINE FOR DOLLS

André Stoppa Ferreira Marcelino
asfm27@gmail.com

Maurício Henrique Pereira Coelho
coelhohp@gmail.com

Abstract. The objectives of this work are to study the cotton injecting process in dolls and to analyze and re-project the machine's most important components. It aims an improvement of the production process, which sustains other projects owned by Grupo Primavera. The study was divided in three main sections: cotton injection, cotton defibrating and a particle reduction system for the environment in which the process takes place. Different alternatives were studied for filling in the dolls and a compressed air injection was chosen. The reduction of the particles released by the compressed air injection was obtained by the local exhaustion system achievable through the project and build up of a hood prototype associated to the exhaust connected to the section where injection takes place. A defibrating process, using knives that look like rotating disks, was developed so the cotton could be correctly injected by the compressed air.

Keywords. Cotton, stuffing, rotative knives, doll, injector.