

PROPOSTA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE DOBRA DE ABRAÇADEIRA TIPO “U” (VERGALHÃO) COM INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA HIDRÁULICO

Gelson Dresch¹
Paulo Vicari²

RESUMO

Nos últimos anos a automatização dos processos indústrias vem aumentando a cada dia que passa. Nesse contexto, este estudo de campo tem por objetivo desenvolver uma proposta de melhoria em um processo de dobra de abraçadeira tipo “U” fabricadas de vergalhão em aço SAE 1020, em estudo a empresa situada no município de Chapecó em Santa Catarina, do ramo metalomecânica. Pelo fato desta empresa produzir a dobra deste produto totalmente manual, atividade que demanda bastante tempo e esforço. No meio de tantos estudos, levando em consideração custo/benefício, tem-se a ideia de envolvermos sistemas pneumáticos e hidráulicos para nos auxiliar neste processo de dobra, com intuito de alcançar os objetivos, através de cálculos e testes desenvolvidos por protótipos. Sendo assim os resultados foram satisfatórios, comprovando a importância de alterar o sistema.

Palavras-Chave: Automatização. Qualidade. Hidráulica.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as indústrias estão inseridas em um ambiente altamente competitivo, com isso ele tem passado por diversas mudanças no decorrer dos últimos séculos, e grande parcela delas devem-se às revoluções industriais que tornaram os processos cada vez mais dependentes de máquinas, deixando a utilização da força humana e animal para trás (SILVEIRA, 2002).

Neste sentido, para Silveira (2002), faz-se necessário que as organizações busquem constantemente diferenciação e aperfeiçoamento de seus processos produtivos e produtos, dentre eles, destaca-se a constante necessidade de automatizar os processos ou parte deles, que antes eram realizados por pessoas e sistemas eletromecânicos e que hoje incorporam inclusive sistemas de inteligência artificial.

Com isso tem-se a ideia de automatizar parte de um processo que hoje é feito manualmente, a fim de ter um aumento na produtividade e uma melhor qualidade. Estas variáveis conferem ao produto maior credibilidade no mercado. Apesar de exigir um investimento inicial relativamente alto, os resultados líquidos são notórios, uma vez que os custos são reduzidos e os lucros aumentam significativamente.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF Faculdades – E-mail: gelson_dresch@hotmail.com.

² Docente do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF Faculdades – paulo.vicari@yahoo.com.br.

Sendo assim, grandes problemas existem dentro dos sistemas de produção nas indústrias, podemos destacar um que é o alto custo da mão de obra para a fabricação de abraçadeiras tipo “U” de vergalhão. O mesmo deve possuir uma boa qualidade, com um alto volume de itens em estoque devido à demanda irregular, mas se tem um problema de baixa produtividade deste item, que é confeccionado manualmente. Portanto, pergunta-se: Como automatizar um processo de fabricação de abraçadeiras tipo “U” (vergalhão) com o desenvolvimento de um sistema hidráulico ou pneumático para execução da dobra?

Este artigo aborda alguns conceitos que podem ser aplicados nas indústrias para melhorar o processo de produção, além disso ele nos mostra quais vantagens a automatização do processo trará para a empresa, como melhorar o processo de fabricação de abraçadeiras tipo “U”? **Quais os principais parâmetros devem ser usados em um estudo de projeto?**

Este trabalho tem por objetivo geral realizar uma proposta de estudo para melhoria do processo de dobra, a fim de aumentar a produtividade de abraçadeiras tipo “U”, fabricadas de vergalhão, sem abrir mão da qualidade do produto.

Portanto, com o acentuado aumento da competitividade entre as indústrias, surgiram fatores cruciais para a sobrevivência das empresas. Dentre os quais podemos destacar: Preço, qualidade e agilidade na entrega.

A fabricação manual de qualquer item pode deixar a desejar em dois aspectos citados, preço, devido ao tempo gasto na fabricação. Com isto, para se competir igualmente com outras empresas, tem-se que diminuir a margem de lucro sobre o produto. O outro aspecto é a agilidade na entrega, uma vez que, quando se tem uma demanda muito alta, o tempo necessário para o cumprimento de pedidos é maior. Sabe-se que, qualquer produção quando realizada às pressas, sem os equipamentos necessários, tende a sair com uma qualidade inferior.

Hoje o processo de dobra das abraçadeiras tipo “U” fabricadas de vergalhão de aço 1020, executado em empresa situada no município de Chapecó em Santa Catarina é feito totalmente manual, em um primeiro momento o operador coloca o vergalhão na posição correta, logo após fixa o mesmo com uma ferramenta, em seguida executa a dobra, unitariamente.

Analisando estes três aspectos, preço justo, qualidade na fabricação e agilidade na entrega é que surge a ideia de se automatizar a fabricação de abraçadeira do tipo “U”, fabricadas de vergalhão, uma vez que além de agilizar o processo, várias unidades podem ser confeccionadas de uma única vez, de forma padronizada, mantendo assim a qualidade do produto final.

2 ESTRUTURAS MECÂNICAS DOS MATERIAIS

2.1 METAIS E SUAS LIGAS

Os metais são materiais relativamente rígidos e pesados, e isso significa que, do ponto de vista técnico, seus módulos de elasticidade e densidade geralmente apresentam valores elevados. A resistência dos materiais pode ser aumentada pela aplicação de tratamentos mecânicos e térmicos e por adição de ligas, processo pelo qual se adicionam ao metal de base pequenas quantidades de outros elementos cuidadosamente escolhidos (WICKERT, 2011).

Aço é a liga metálica formada de ferro e carbono, em que o teor de carbono varia desde 0,008% até 2,11%. O carbono aumenta a resistência do aço, porém o torna mais frágil. Os aços com baixo teor de carbono têm menor resistência, porém são mais dúcteis (PFEIL, 2012).

2.1.1 Deformação plástica

Os materiais podem ser solicitados por tensões de trações e compressões, sendo assim deformações plásticas ocorre quando se tem a mudança permanente, se excedem os limites de deformação elástica. Segundo Vlack (2014), os metais se deformam pelo cisalhamento plástico ou escorregamento de um plano cristalino. O escorregamento causa um deslocamento permanente, retirar a tensão não implica no retorno dos planos cristalinos as suas posições originais.

2.2 SISTEMAS PNEUMÁTICOS

O sistema pneumático, por sua vez, opera de forma bastante semelhante ao hidráulico, com a principal diferença entre ambos os sistemas sendo o fato de que enquanto o sistema hidráulico utiliza um fluido líquido para gerar força, como um óleo, por exemplo, o pneumático utiliza um fluido gasoso, como ar comprimido e nitrogênio, (PAVANI, 2011).

Para Pavani (2011), o foco do estudo da pneumática é automação. Com a aplicação de dispositivos pneumáticos e outros, reduz-se o esforço humano na execução de diversos trabalhos, lembramos que a pneumática é um dos pilares da automação. São necessários diversos elementos mecânicos para transformar a energia do ar comprimido em trabalho. O elemento mais simples é o cilindro pneumático cuja operação é semelhante à da bomba manual

de encher bolas e pneus de bicicletas, porém ao entrar o ar, o êmbolo é empurrado e realiza o trabalho.

2.2.1 Vantagens da implantação da automação pneumática

Abaixo alguns itens baseado em vantagem em implantar automação pneumática:

- a) Incremento da produção com investimentos relativamente pequenos.
- b) Redução de custos operacionais. A rapidez nos movimentos pneumáticos e liberação de operários de operações repetitivas possibilitam o aumento do ritmo de trabalho, da produtividade e, portanto, um menor custo operacional.
- c) Facilidade de implantação. Pequenas modificações nas máquinas convencionais aliadas à disponibilidade de ar comprimido são os requisitos necessários para a implantação dos controles pneumáticos, (PAVANI, 2011).

2.2.1 Limitações da pneumática

Segundo Pavani (2011), os sistemas pneumáticos sofrem algumas limitações:

- a) O ar comprimido necessita de uma boa preparação para realizar o trabalho proposto: remoção de impurezas, eliminação de umidade para evitar corrosão nos equipamentos, engates ou travamentos e maiores desgastes nas partes móveis dos sistemas.
- b) Os componentes pneumáticos são normalmente projetados e utilizados a uma pressão máxima de 1723,6 kPa. Portanto, as forças envolvidas são pequenas se comparadas a outros sistemas.
- c) Velocidades muito baixas são difíceis de serem obtidas com ar comprimido devido às suas propriedades físicas. Nesse caso, recorre-se a sistemas mistos hidráulicos e pneumáticos.
- d) O ar é um fluido altamente compressível, portanto, é difícil obterem-se paradas intermediárias e velocidades uniformes, (PAVANI, 2011).

2.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS

2.3.1 Automação hidráulica

A automação em poucas palavras é a união da força física e mental para obtenção de um trabalho objetivo e organizado, o qual referencia o nome automatismos. A hidráulica é o estudo do comportamento dos fluídos em repouso ou em estática. Com o estudo dos fluídos e suas respectivas variações podemos obter dados como pressão, vazão, temperatura e viscosidade. (FIALHO, 2013).

Ainda Fialho (2013), menciona que a hidráulica nos permite a obtenção da força usando um fluído como meio de trabalho. Com a automação aplicada a hidráulica, de forma ordenada, podemos direcionar a força para o sistema ou equipamento que desejamos.

Na hidráulica moderna, onde usamos óleo para movimentar cilindros por meio de bombas, temos extrema precisão dos movimentos devido ao fácil controle do líquido que escoar no sistema hidráulico, sendo direcionado por válvulas direcionais, sejam elas acionadas manualmente, eletricamente ou pilotadas por outro tipo de sistema independente. (FIALHO, 2013).

2.3.2 Vantagens e desvantagens dos sistemas hidráulicos

Normalmente recorremos a utilização dos sistemas hidráulicos quando o emprego de sistemas mecânicos ou elétricos torna-se impossível ou necessitamos aplicar grande esforço aliados a uma área de trabalho relativamente pequena, (FIALHO, 2004).

2.3.2.1 Vantagens

- Fácil instalação dos diversos elementos, oferecendo grande flexibilidade, inclusive em espaços reduzidos. O equivalente em sistemas mecânicos já não apresenta flexibilidade.
- Devido à baixa inércia, os sistemas hidráulicos permitem uma rápida suave inversão de movimento, não sendo possível obter esse resultado nos sistemas mecânicos e elétricos.
- Permitem ajustes de variação micrométrica na velocidade. Já os mecânicos e elétricos só permitem ajustes escalonados e de modo custoso e difícil.
- São sistemas auto lubrificados, não ocorrendo o mesmo com os mecânicos e elétricos.
- Relação (peso x tamanho x potência consumida) muito menor do que os demais sistemas.
- São sistemas de fácil proteção.
- Devido a ótima condutividade térmica do óleo, geralmente o próprio reservatório acaba

eliminando a necessidade de um trocador de calor, (FIALHO, 2004)

2.3.2.2 Desvantagens

- Elevado custo inicial, quando comparados com os sistemas mecânicos e elétricos.
- Transformação de energia elétrica em mecânica e mecânica em hidráulica, para posteriormente ser transformada novamente em mecânica.
- Perdas por vazamentos internos em todos os componentes.
- Perdas por atritos internos e externos.
- Baixo rendimento em função dos três fatores citados anteriormente.
- Perigo de incêndio, devido ao óleo ser inflamável.

2.4 ESTRUTURA DE UM SISTEMA HIDRÁULICO

2.4.1 Dimensionamento de Atuadores hidráulicos

Atuadores hidráulicos são responsáveis por transmitir a força do sistema, diretamente na aplicação. Para escolhê-los é necessário fazer um diagrama de trajeto x passo juntamente com informações de pressão nominal e pressão de trabalho, definida pela formula. (FIALHO, 2013):

$$P_{Tb} = \frac{4 * F_a * \eta_{at}}{\pi} \left(\frac{1}{D_p^2} \right) \quad (1)$$

P_{Tb} = Pressão de trabalho

F_a = Força de Avanço

η_{at} = Rendimento do atuador

D_p = Diâmetro do pistão

Após a aplicação da formula temos que definir um atuador de diâmetro comercial aplicável conforme normas de fabricantes, sempre respeitando o critério de Euler para deformação por flambagem, onde define o diâmetro mínimo de haste que pode suportar cargas de tração e compressão. (FIALHO, 2013).

A carga der flambagem de acordo com Euler é obtida por:

$$K = \frac{\pi^2 * E * J}{\lambda^2} \quad (2)$$

Portanto isso significa que com essa carga ocorre a flambagem da haste. A carga máxima de trabalho, ou máxima de força F_a de avanço permitida, será dada por:

$$F_a = \frac{K}{S} \quad (3)$$

λ = Comprimento livre de flambagem (cm), Quadro 1.0.

E = Modulo de elasticidade do aço (módulo de Young) = $2,1 * 10^7 N/cm^2$

S = Coeficiente de segurança (3,5)

J = Momento de inércia axial para seção circular (cm^4)

K = Carga da flambagem

2.4.1.1 Atuadores

Os cilindros de simples ação realizam trabalhos em apenas um sentido do seu movimento como mostra a figura 1, recebendo fluido em apenas um de seus lados. Portanto, são adequados para acionamento de mecanismos que requerem força em apenas um sentido de movimento. O movimento de avanço é, em geral, o mais utilizado. O retorno a sua posição normal é realizado por molas ou força externa (gravidade, por exemplo).

Figura 1 – Atuador de ação simples

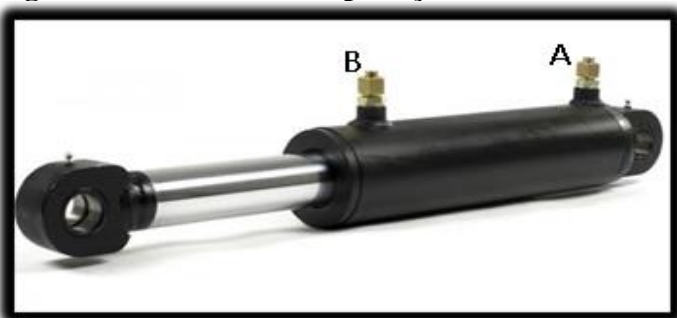


Fonte: (MELCONIAN, 2014).

Na Figura 1, a carga para o avanço do êmbolo originada pela pressão do fluido em (A). (MELCONIAN, 2014).

Os cilindros de dupla ação realizam trabalhos recebendo fluido em ambos os lados. Desta forma realizam trabalho nos dois sentidos, tanto no avanço quanto no retorno como podemos observar na Figura 2. Esses cilindros são utilizados onde o trabalho de “empurrar” é tão importante e necessário quanto o de “puxar”. O curso do êmbolo é limitado pelos batentes.

Figura 2 – Atuador de dupla ação



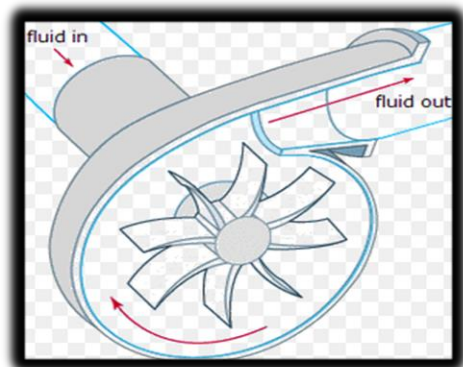
Fonte: (MELCONIAN, 2014).

Na Figura 2, com pressão em (A), o êmbolo do cilindro avança, e o cilindro que se encontra armazenado no lado da haste é descarregado através da tubulação (B) para o tanque, e para o retorno, com pressão em (B), é descarregado o fluido através da tubulação (A), (MELCONIAN, 2014).

2.4.2 Bombas hidráulicas

Bomba hidráulica é um componente do sistema hidráulico, cuja função é transformar em energia hidráulica a energia mecânica do motor acoplado, visando transportar o fluido ou produzir outros componentes (cilindros ou motores hidráulicos) como mostra a figura 3. (MELCONIAN 2014).

Para Stewart, (2013) a bomba cria um vácuo parcial (pressão abaixo da atmosférica), na parte de sucção, quando o mecanismo interno inicia seu ciclo, então a pressão atmosférica que atua no óleo do reservatório força o óleo para dentro da bomba. A bomba, conforme o ciclo progride, prende esse óleo, e força-o para a saída sob pressão.

Figura 3: Bomba hidráulica

Fonte: (MELCONIAN, 2014).

Segundo Melconian, (2014) os funcionamentos de bombas se classificam em dois tipos:

- Hidrostáticas (pressão alta);
- Hidrodinâmicas (pressão baixa);

Segundo Fialho, (2004), na bomba hidrostática ou bomba volumétrica, o fluido adquire o movimento, bem como a pressão, sem experimentar dentro da bomba nenhum aumento substancial de velocidade, visto que é simplesmente aspirado e transportado, além de que, o fluido administrado não depende da pressão, fato que as torna adequadas para a transmissão de força.

Ainda Fialho, (2004), afirma que no projeto e dimensionamento de circuitos hidráulicos, sempre serão usadas bombas hidrostáticas, também chamadas de bombas de deslocamento positivo.

Para Fialho, (2013), após dimensionamento dos atuadores e verificação da vazão induzida, devemos tomar como referência para a vazão da bomba a maior vazão induzida calculada, alguns dados podem auxiliar na escolha da bomba com:

$$\text{Deslocamento: } V_g = \frac{1000 * QB}{n * \eta_v} \quad (4)$$

$$\text{Momento de torção absorvido: } M_t = \frac{Q_B * \Delta P}{100 * \eta_{mh}} \quad (5)$$

$$\text{Deslocamento: } N = \frac{M_t * n}{9549} \quad (6)$$

V_g = Volume de absorção [cm³/rotação]

M_t = Torque absorvido [N.m]

n = Rotação [900 a 1800 RPM]

η_v = Rendimento volumétrico [0,91–0,93]

η_{mh} = Rendimento mecânico – hidráulico [0,82-0,97]

Q_B = Vazão da bomba [LPM]

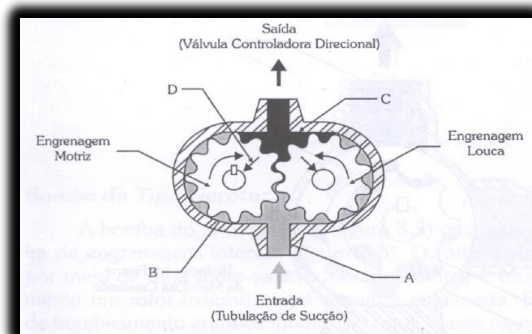
N = Potência absorvida [kW]

Comercialmente iremos encontrar no mercado com mais facilidade bombas de deslocamento fixo e deslocamento variável, classificadas como bombas hidrodinâmicas e bombas hidrostáticas. Nestas condições temos como exemplos as bombas (FIALHO, 2013):

2.4.2.1 Bomba de engrenagem

Bombas de engrenagem: Sua construção é formada por um par de engrenagens acopladas, que desenvolve o fluxo transportando o fluido entre seus dentes, onde uma é a motora e a outra é a movida, é uma bomba rotativa na qual as engrenagens giram para causar a ação de bombeamento como mostra a Figura 4 (STEWART, 2013).

Figura 4: Bomba de engrenagem



Fonte: (FIALHO, 2004).

Conforme Figura 4, (A) o vácuo é criado na região indicada quando os dentes engrenam. O óleo é então seccionado do reservatório. (B) o óleo é transportado pela carcaça em camarás entre os dentes, carcaça e as placas laterais. (C) é então forçado para a abertura de saída quando os dentes se engrenam novamente. (D) a pressão de saída atuando contra os dentes causa uma carga axial nos eixos e nos rolamentos, como indicado pelas setas, (FIALHO, 2004).

2.4.2.2 Bomba de palheta

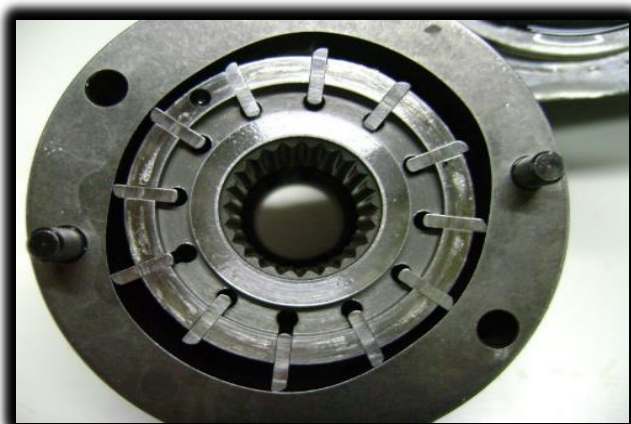
A bomba de palheta também é uma bomba rotativa ou centrífuga, e também funciona dentro do princípio de aumentar o tamanho da cavidade para formar o vácuo, o que permite que o fluido preencha tal espaço, sendo assim a diminuição do volume faz o fluido ser forçado para fora da bomba sob pressão (STEWART, 2013).

Para Melconian, (2014) ao ser acionado pelo motor elétrico, a bomba suga o fluido pela câmara de sucção, transportando-o através do movimento das engrenagens para a câmara de pressão (recalque).

A vazão precisa de excentricidade. Nas bombas de vazão variável, a excentricidade é regulável, resultando na variação da vazão da bomba.

Um anel elíptico na carcaça da bomba faz com que esta possa apresentar duas câmaras de pressão e duas câmaras de sucção, resultando em uma vazão constante como mostra a figura 5, (MELCONIAN, 2014).

Figura 5: Bomba de palheta



Fonte: (MELCONIAN, 2014).

Segundo Melconian, (2014), esse tipo de bomba atinge pressão de até $p=175\text{bar}$.

2.4.2.3 Bomba de êmbolos radiais

Para Melconian, (2014) a montagem excêntrica do rotor em relação ao anel da carcaça faz com que o curso dos êmbolos aumente na câmara de sucção e diminua na câmara de pressão dos cilindros.

A vazão pode variar regulando a excentricidade entre o rotor e o anel da carcaça, a Figura 6 ilustra.

Figura 6: Bomba de êmbolos radiais



Fonte: (MELCONIAN, 2014).

Para Melconian, (2014) esse tipo de bomba apresenta pressão alta, podendo atingir $p=630\text{bar}$.

2.4.3 Dimensionamento de Reservatórios

De acordo com Fialho, (2013) o principal componente para um dimensionamento correto de uma unidade hidráulica é o tanque. Ele cita o reservatório como o elemento mais importante no sistema, pois armazena o fluido, e é capaz de fazer uma troca térmica condutiva e convectiva. Outro fator importante é o volume mínimo necessário, e a mínima superfície para troca térmica, para que o óleo retorne a sua temperatura ideal mantendo os parâmetros de viscosidade, também o volume mínimo do reservatório deve em litros ou galões dever no mínimo igual a três vezes a vazão da bomba em l/min ou gpm.

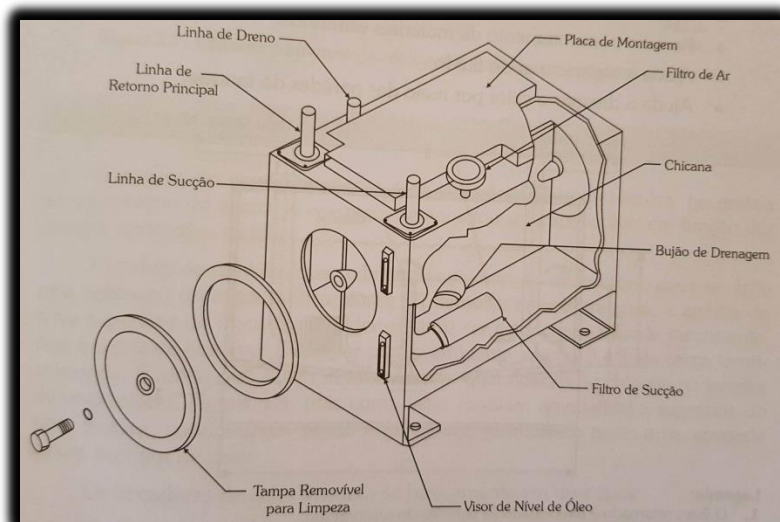
Seguindo a regra temos que:

$$Vol. Reserv. \geq 3. Q_B \quad (7)$$

$$Q_B = \text{Vazão da bomba l/min}$$

Sendo assim o volume mínimo do reservatório em litros ou galões deve ser no mínimo igual a três vezes a vazão da bomba em l/min, equação (7), abaixo figura 7.

Figura 7: Reservatório industrial (detalhes construtivos)



Fonte: (FIALHO, 2013).

Ainda Fialho, (2013) afirma que o reservatório deve estar equipado ainda, quando não acoplado de unidade de resfriamento, de termômetro para o controle de temperatura do óleo, que não deve ultrapassar os 80°C. Também é importante, para qualquer tipo de reservatório, estar equipado com haste magnetos, cujo propósito é reter as partículas metálicas em suspensão. A haste deve ser retirada em limpa com certa frequência.

2.4.4 Válvulas de controle direcional

Segundo Stewart, (2006) o controle direcional é uma válvula que tem a função de dirigir óleo ou ar às várias partes do sistema, assim o controle direcional dirige o movimento do fluido de maneira que ele possa realizar trabalho. Três categorias diferentes de válvulas de controle direcional são utilizadas nos sistemas de fluido, podem ser selecionadas: (1) de duas vias (dois orifícios e duas passagens internas); (2) três vias (três orifícios e quatro passagens internas); e (3) de quatro vias (quatro orifícios e quatro passagens internas). Cada uma das válvulas pode ser operada manual, mecânica, eletricamente ou por um arranjo de piloto.

2.4.5 Seleção de um fluido hidráulico

Para Stewart, (2013) as funções principais de um fluido hidráulico são as de transmitir uma força aplicada em um ponto do sistema de fluido para outro ponto do sistema e reproduzir rapidamente qualquer variação, na força aplicada.

A escolha do fluido hidráulico mais satisfatório a uma aplicação industrial envolve duas considerações distintas, (1) o fluido para cada sistema deve possuir certas características e propriedades físicas essenciais de fluxo e funcionamento, e (2) o fluido deve apresentar convenientes características de operação durante um período de tempo (STEWART, 2013).

Sendo assim Stewart (2013), afirma que certos termos são necessários para avaliar o funcionamento e a adequabilidade de um fluido hidráulico, como o termo peso específico de um líquido, no qual indica o peso por unidade de volume, e a viscosidade que indica a velocidade de um fluido, isso resulta numa ação de cisalhamento, em que as camadas de fluido deslizam uma em relação à outra.

3 METODOLOGIA

Para elaborarmos um estudo de pesquisa, é importante definir uma metodologia clara e de acordo com o objetivo do trabalho que está sendo desenvolvido. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo realizar uma proposta de estudo para melhoria do processo de dobra, a fim de aumentar a produtividade de abraçadeiras tipo “U”, fabricadas de vergalhão.

Foi feito um estudo bibliográfico e também de campo em uma empresa situada no município de Chapecó onde ocorrem os fatos, na pesquisa usamos métodos hipotéticos dedutivos, pois começam com pressupostos de ideias gerais e trabalha a partir delas, assim foi buscado estudar e conhecer o processo de produção, para encontrarmos uma melhor alternativa para o problema trazendo o melhor resultado possível, permitindo assim com ajuda de cálculos, as deformações necessárias e as tensões impostas nos vergalhão para que possa se fazer a dobra formando uma abraçadeira “U” de acordo com as exigências, garantindo uma melhor qualidade.

Após análises de dados podemos notar que o processo atual é um processo muito lento, e com a utilização de sistemas hidráulicos ou pneumáticos é possível ter grandes resultados, sendo assim os resultados foram discutidos e confrontados, para que possamos encontrar uma melhor forma de melhorar parte do processo de dobra de abraçadeira tipo “U” que hoje é feito manualmente com instalação de um sistema no qual chegamos à conclusão que deve ser hidráulico pelo fato de ter que aplicar grandes esforços na dobra.

4 RESULTADOS DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através do estudo realizado notou-se a importância de automatizar processos industriais, onde grande parte dessas automações é composta por atuadores hidráulicos e pneumáticos, sendo assim cada um desses sistemas tem certas particularidades que os tornam únicos, sendo difícil escolher qual é a melhor aplicação, mas através de cálculos e análises buscado em literaturas podemos encontrar a melhor solução variando conforme a ocasião.

O sistema pneumático, opera de forma bastante semelhante ao hidráulico, com a principal diferença entre ambos os sistemas sendo o fato de que enquanto o sistema hidráulico utiliza um fluido líquido para gerar força, como um óleo, já o pneumático utiliza um fluido como ar comprimido.

Sendo assim podemos destacar o sistema hidráulico em relação ao pneumático, é a força que a hidráulica faz em relação á pneumática, Os componentes pneumáticos são normalmente projetados e utilizados a uma pressão máxima de 1723,6 kPa. Portanto, as forças envolvidas são pequenas se comparadas a outros sistemas. Já os sistemas hidráulicos podem ser projetados em equipamentos que necessitam de grandes esforços, (PAVANI, 2011).

Segundo Fialho, (2013) podemos calcular a força de um atuador pneumático pela formula (8):

$$F = P * A \quad (8)$$

$$F = 1723,6KPa * \left(\frac{\pi * d^2}{4}\right)$$

$$F = 1723,6KPa * 0,010197Kgf/cm^2 * \left(\frac{\pi * 10cm^2}{4}\right)$$

$$F = 1380,38 Kgf$$

P = Pressão Kgf/cm²

F = Força (atuador)

A = Área (êmbolo)

1KPa = 0,010197 Kgf/cm²

Pelo cálculo, um atuador pneumático com o êmbolo de Ø 100mm, pode chegar a uma força máxima de 1380Kgf/cm².

Em visita in loco a empresa localizada em Chapecó, analisando o processo atual, buscou-se entender como funcionava todo o processo de fabricação da abraçadeira, notou-se

que com o processo manual de dobra, o operador leva em torno de 15 segundos para fazer a dobra do vergalhão em um processo contínuo como mostra a figura 8.

Figure 8: Processo de dobra de abraçadeira tipo ‘U’ - vergalhão



Fonte: (O autor, 2018).

O objetivo deste estudo é encontrar uma forma de executar dobras de várias abraçadeiras de vergalhão ao mesmo tempo, tipo “U” através de uma força aplicada sobre elas, modelando através de uma deformação plástica.

Por falta de literaturas, cálculos de dobra de vergalhão, foi feito um ensaio de compressão através de um protótipo, para chegarmos a uma determinada força de dobra, e escolher qual dos sistemas seria o mais próprio, pneumático ou hidráulico. Em primeiro momento foi feito a dobra em 8 vergalhões de aço SAE 1020, de diâmetro de 7mm, com um raio de dobra de 25mm, chegando a uma força de 2TON ou seja 19620KN, como mostra na figura 8.

Figura 8: Ensaio de dobra (vergalhão)



Fonte: (O autor, 2018).

Em segundo momento foi feito a dobra em 12 vergalhões de aço SAE 1020, de diâmetro de 7mm, com um raio de dobra de 25mm, chegando a uma força de 3TON ou seja 29,430KN, como mostra na Figura 9.

Figura 9: Ensaio de dobra (vergalhão)



Fonte: (O autor, 2018).

Com esses dois ensaios chegou-se à conclusão de é preciso de 1000Kgf para dobrar 4 vergalhão, sendo assim para dobrarmos 30 vergalhões, é preciso um atuador hidráulico de no mínimo 7500Kgf.

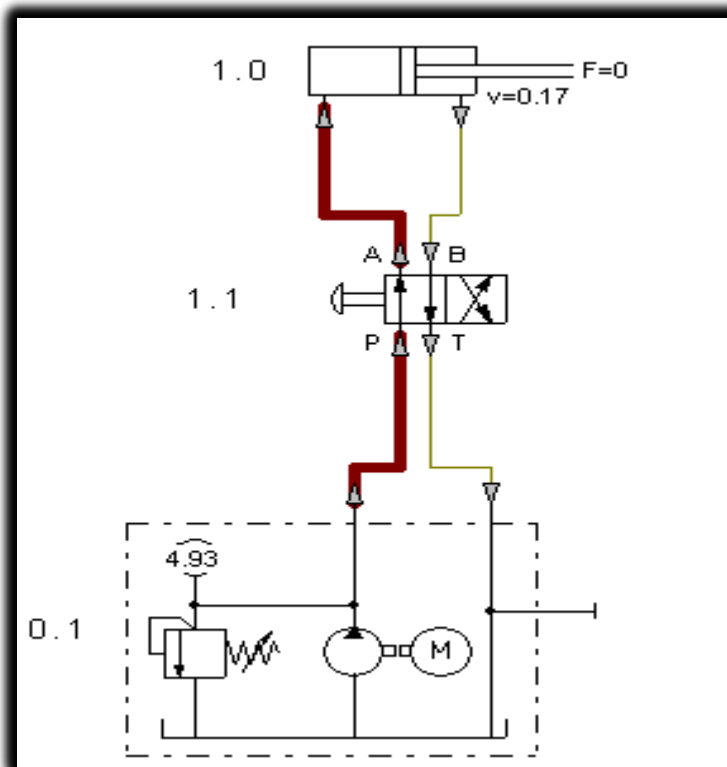
Neste estudo chega-se à conclusão de utilizar sistemas hidráulicos, pelo fato exigir grandes esforços, também este sistema tem algumas vantagens importantes, que é a baixa

inércia no sistema, assim permitindo uma rápida e suave inversão de movimento e ajustes de variação na velocidade.

Na Figura 10, temos um diagrama de circuito hidráulico, que deve conter alguns componentes hidráulicos indispensáveis, fora a parte estrutural:

- 1.0 - Atuador hidráulico.
- 1.1 - Válvula direcional, com acionamento manual.
- 0.1 - Central hidráulica.

Figura 10: Diagrama, Circuitos Hidráulicos



Fonte: (O autor, 2018).

Sendo assim conclui-se que o impacto causado pela automatização é muito grande, pode-se chegar a produzir oito vezes mais do que o processo manual, além de reduzir o custo de fabricação temos um produto padrão de qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste trabalho foram atingidos, comprovando a possibilidade de implantação da proposta, visto que a carga de trabalho necessária é maior em um sistema hidráulico, comparado com o sistema pneumático.

Com essa proposta a empresa agiliza o processo, além de confeccionar várias abraçadeiras por ciclo de operação de forma padronizada, assim também baixando custos do produto final, agilidade no prazo de entrega, reduzindo esforços repetitivos do operador, e não será necessário trabalhar com grandes estoques.

Sendo assim podemos concluir que com este sistema hidráulico simulado no ensaio em protótipo como mostra nas figuras 8 e 9, pode adaptado em uma prensa hidráulica, com baixo custo.

Por falta de literaturas de fácil acesso, o trabalho foi bastante dificultado, mas isso faz parte da vida do ser humano ainda mais da vida dos engenheiros.

Deixo aqui para trabalhos futuros o dimensionamento de cada componente, o modelo do projeto e o custo de construir um equipamento deste, seja ele direcionado a está empresa localizado em Chapecó ou produzir em escalas.

REFERÊNCIAS

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Automação Hidráulica, projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 2. Ed. São Paulo: Érica, 2004

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Automação Hidráulica, projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 6. Ed. São Paulo: Érica, 2013

MELCONIAN, Sarkis. **Sistemas Fluidomecânicos – (hidráulica e pneumática)**. 1. Ed – São Paulo: Érica, 2014.

PAVANI, Sérgio A.; **Comandos Pneumáticos e Hidráulicos**. – Santa Maria – RS - 2011

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Aço – Dimensionamento Prático** – 8. Ed – Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SILVEIRA, Paulo R.; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto**. 4ª Ed. São Paulo: Érica, 2002.

STEWART, Harry L. **Pneumática e Hidráulica**. 4. Ed – São Paulo: Hemus, 2013.

VLACK, Lawrence Hall Van. **Princípios de Ciência dos Materiais**. 20. Ed – São Paulo: Blucher, 2014.

WICKERT, Jonathan; **Introdução a Engenharia Mecânica**. 2. Ed – São Paulo: Cengage learning, 2011.

PAVANI, Sérgio A.; **Comandos Pneumáticos e Hidráulicos**. – Santa Maria – RS – 2011.