

## **CONCEPÇÃO DE UMA DOBRADEIRA DE TUBOS PARA UMA EMPRESA DE CALDEIRARIA**

**RANIEL AZEVEDO PINHEIRO<sup>1</sup>; FABRÍCIO JOSÉ NÓBREGA CAVALCANTE<sup>2\*</sup>; ZOROASTRO T. VILAR<sup>2</sup>; CÂNDIDO JORGE S. L.<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Graduado em Engenharia Mecânica, UFERSA, Mossoró-RN, raniel.azevedo@hotmail.com;

<sup>2</sup>Prof. Dr., DET, UFERSA, Mossoró-RN, [fabriciocavalcante@ufersa.edu.br](mailto:fabriciocavalcante@ufersa.edu.br); zoroastro@ufersa.edu.br;

<sup>3</sup>Prof. Dr. UFC, Russas – CE, candidojslobo@ufc.br;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** O trabalho apresenta um estudo acerca do desenvolvimento de uma concepção de uma dobradeira de tubos manual que será utilizada para dobrar tubos, de 48,3mm de diâmetro e 3,68mm de espessura, de aço AISI 1020, até um limite de 180°, por uma empresa de caldeiraria. Aplicando-se a metodologia de projeto de BACK et al (2018) é possível obter os requisitos necessários para o desenvolvimento deste produto, visto que esta é muito utilizada em indústrias e projetos. Com o auxílio de um software 3D, foi possível chegar à concepção, gerada na metodologia de projeto adotada. Analisando o ponto crítico do equipamento, foi possível observar que o componente sujeito a maior aplicação de esforços não irá falhar, bem como a deformação do tubo estará garantida. Além disso, os componentes são fixados de forma a permitir a sua troca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concepção, Dobradeira de Tubos, Máquina.

### **DESIGN OF A TUBE HOLDER FOR A BOILER'S COMPANY**

**ABSTRACT:** The paper presents a study about the development of a design of a manual tube bender that will be used to bend tubes, 48.3mm in diameter and 3.68mm thick, of AISI 1020 steel, up to a limit of 180°, for a boiler industry. Applying the BACK et al (2018) design methodology it is possible to obtain the necessary requirements for the development of this product, since it is widely used in industries and projects. With the help of 3D software, it was possible to reach the design, generated in the design methodology adopted. By analyzing the critical point of the equipment, it was possible to observe that the component subjected to greater application of stresses will not fail, as well as the deformation of the tube will be guaranteed. In addition, the components are fixed so that they can be exchanged.

**KEYWORDS:** Conception. Tube Bending Machine. Machine.

### **INTRODUÇÃO**

O dobramento em tubos é bastante utilizado nas empresas de fabricação e montagem por ser um processo simples, muitas vezes é mais preferível a uniões por solda ou parafusos, devido à continuidade na sua estrutura.

A forma manual de dobrar tubos, que se baseia na utilização da força do próprio operador para dobrar o tubo, é dentre as formas existentes, a mais empregada devido a maior simplicidade da máquina. Neste tipo de equipamento, a força necessária para a deformação deve ser igual ou inferior à capacidade física do operador.

Para que o desenvolvimento de uma dobradeira manual seja facilitado, é indispensável à aplicação de uma metodologia de projeto, que segundo Norton (2013) pode ser definida como uma aplicação da criatividade com o objetivo de achar uma solução para um determinado problema, pois, seguindo uma metodologia adequada, pode se gerar um produto que atenda às características requeridas pelo cliente. Esse é definido por Forcellini (2002) como um bem ou

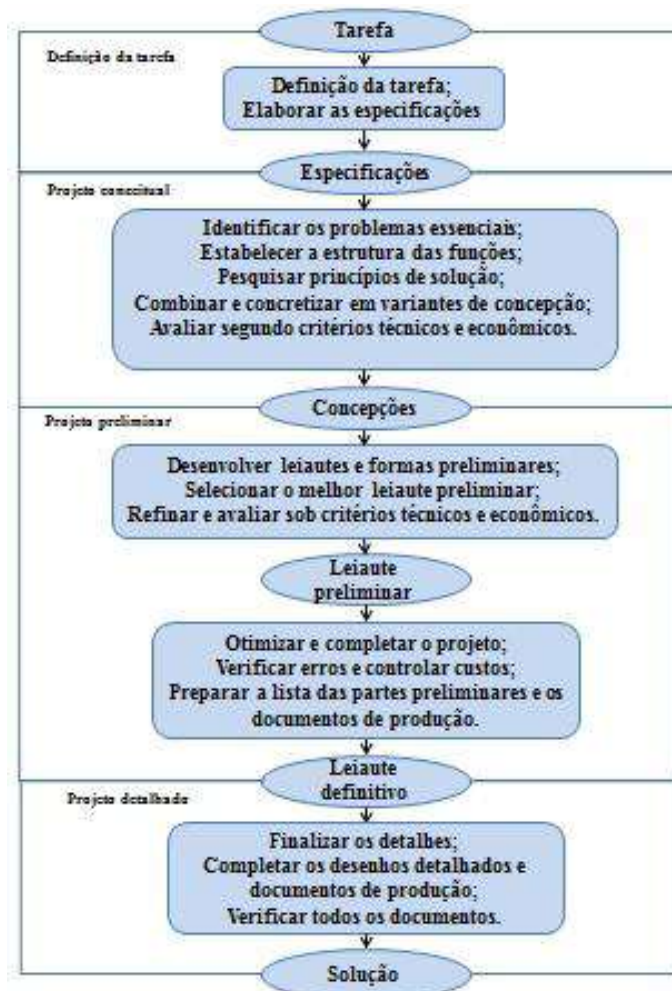
serviço que resulta de qualquer processo, sendo ele concebido, produzido, transacionado e usado pelas pessoas ou organizações devido as suas funções que desempenham e propriedades adquiridas, satisfazendo desejos ou necessidades de um mercado.

Em uma empresa de calderaria trabalha-se bastante com tubos de várias dimensões. Entretanto, em determinadas aplicações, utiliza-se tubos de 48,3mm de diâmetro com 3,68mm de espessura. O material do tubo geralmente é o AISI 1020, por ser um aço de baixo custo e que atende diversas aplicações. Com base nisso, o objetivo deste trabalho é desenvolver, através da aplicação de um modelo de metodologia de projeto, uma concepção de uma dobradeira de tubos manual para a empresa de caldeiraria, no qual o dobramento do tubo especificado tenha um ângulo máximo de 180°. Além disso, os componentes do equipamento devem ser concebidos de forma a facilitar sua manutenção e troca, permitir maior facilidade e rapidez de manuseio, bem como um menor esforço do operador para a curvatura do tubo, tornando-a utilizável a partir da não deformação do componente crítico do equipamento. Um software de desenhos 2D e 3D é utilizado para o auxílio na concepção dos componentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O processo de projeto dessa metodologia é dividido em quatro fases principais: definição de tarefa, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, como mostrado na Figura 1.

Figura 1: Modelo da metodologia de BACK et al (2018) .



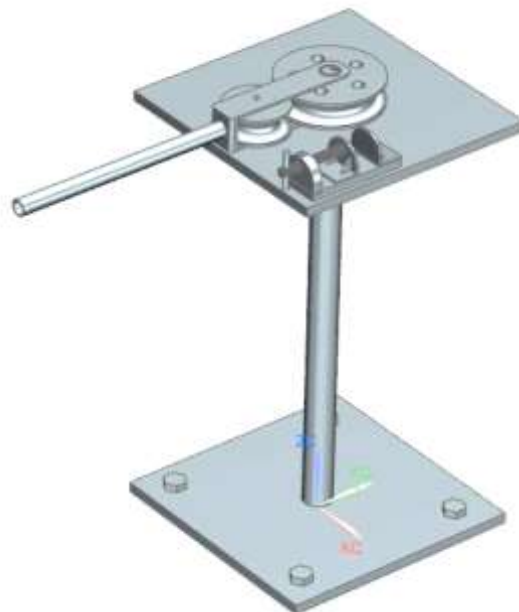
Fonte: Adaptado de Forcellini (2002)

A metodologia proposta por BACK et al (2018) é baseada em anos de estudo e aplicação dos procedimentos sistemáticos no desenvolvimento de produtos. Esta metodologia é considerada como clássica para o projeto de produtos e reflete a linha de pesquisa básica alemã na área de projeto de produtos. (FORCELLINI; BACK, 2002). A metodologia proposta por tais autores realiza a percepção e modelagem do problema do projeto. Ainda em relação à metodologia, o objetivo do projeto é tratado como um sistema técnico que transforma energia, material e informação, onde seu comportamento funcional é totalmente regido por princípios físicos que podem ser explicados a partir de leis físicas. (FORCELLINI; BACK, 2002). Para que o estudo obtenha o maior êxito possível, antes do desenvolvimento da dobradeira manual, foi feito um levantamento criterioso sobre os tipos de máquinas existentes no mercado. Com este levantamento foi possível idealizar a máquina resultante deste estudo. Com isso, para o auxílio no desenvolvimento do equipamento, é seguido o modelo de metodologia de Pahl & Beitz, por ser adequada ao requerido neste trabalho, bem como por esta metodologia ser bastante utilizada nos projetos de máquina, o que dá segurança para sua aplicação. A dobradeira manual deverá ser capaz de deformar tubos de aço AISI 1020 laminado a frio ( $\sigma_y=350\text{MP}$ ) com diâmetro de 48,3mm com espessura de parede de 3,68mm até um limite de 180°, sem que o componente do equipamento sujeito ao maior esforço sofra alguma deterioração devido aos esforços. Além disso, os componentes sujeitos a desgaste e manutenção deverão ser fixados de modo a possibilitar eventual troca, bem como a matriz, no caso de variar o raio de curvatura. Dessa forma, os componentes da máquina foram dimensionados baseados nos levantamentos de dobradeiras já existentes no mercado e no critério de deformar o tubo sem que o ponto crítico sofra alguma deformação. Foi utilizada um software de modelagem 3D para a otimização e obtenção de melhores resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

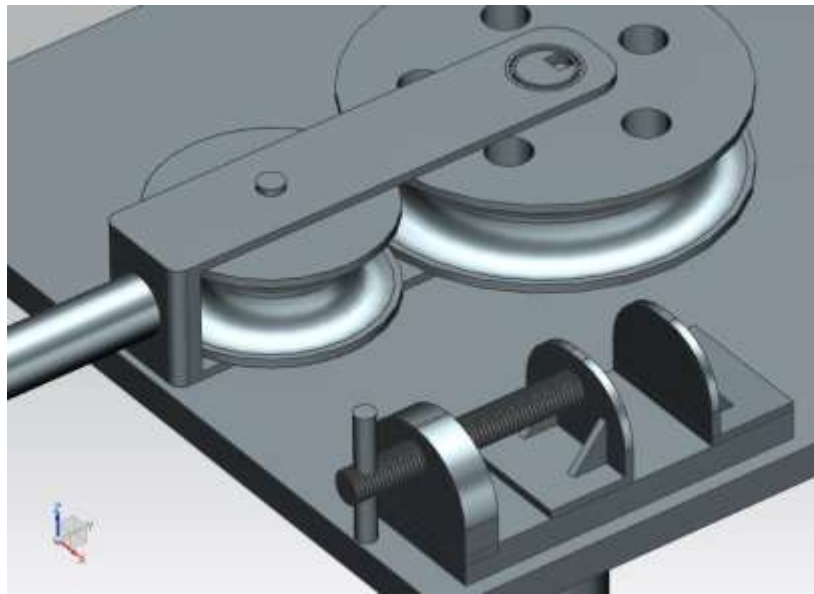
Seguindo o modelo de metodologia de BACK et al (2018) e obedecendo aos requisitos para a dobradeira manual, esta resultou no leiaute final mostrado na Figura 2, onde todos os componentes estão devidamente montados. Na Figura 13 pode-se observar o detalhe do espaço de onde o tubo será inserido para a deformação, além dos componentes montados.

Figura 2: Leiaute final da dobradeira manual



Fonte: Autoria Própria (2018)

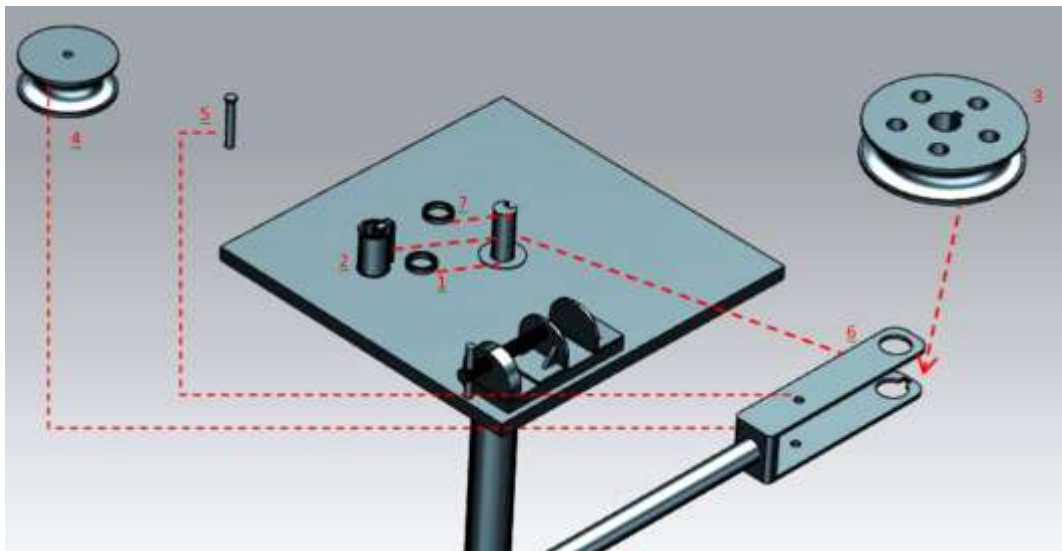
Figura 3: Detalhe do espaço onde será inserido o tubo e componentes montados



Fonte: Autoria Própria (2018)

A Figura 4 mostra uma vista explodida dos componentes que constituem a dobradeira com o tracejado que indica suas respectivas ordens de montagens. A descrição de cada componente ocorre logo depois.

Figura 4: Vista explodida da dobradeira com tracejado que indica a montagem de cada componente



Fonte: Autoria Própria (2018)

A bancada da dobradeira é o componente que tem como objetivo suportar o peso de todos os outros componentes, além de garantir suas fixações. O material selecionado para este componente é o ferro fundido cinzento, devido ser um material de grande aplicabilidade na indústria, possui boa resistência, absorve bem as vibrações, possui elevada usinabilidade, baixo custo e muito acessível.

## **CONCLUSÃO**

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma concepção de uma dobradeira de tubos manual para uma empresa de caldeiraria, no qual os componentes obtidos são baseados em máquinas já existentes. No estudo, foi necessário analisar e aplicar uma metodologia de projeto que melhor fosse adequada ao trabalho. Após uma breve análise, a aplicação da metodologia de projeto de BACK et al (2018) fora empregada e seguida durante o desenvolvimento do equipamento. Fazendo a análise dos componentes concebidos no estudo, observou-se que o ponto crítico da máquina, ou seja, o pino guia não deformará no momento do dobramento do tubo de diâmetro e espessura especificados, fazendo com que o equipamento cumpra com a função requerida. Finalmente, a concepção da dobradeira de tubos desenvolvida nesse estudo pode, com o passar do tempo, ser otimizada e aprimorada a fim de obterem-se modelos desse equipamento cada vez melhores.

## **REFERÊNCIAS**

- BACK, Nelson et al. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Manole, 2008.
- FONSECA, A. J. H. Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- FORCELLINI, Fernando A. Desenvolvimento de produtos e sua importância para a competitividade. Apostila. – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2002.
- FORCELLINI, Fernando A.; BACK, Nelson. Projeto de Produtos. Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- NORTON, Robert L.. Projeto de Máquinas: uma abordagem integrada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. Tradução: Konstantinos Dimitriou Stavropoulos, João Batista de Aguiar, José Manoel de Aguiar, Renato Machnievsz e Jéssica Fraga de Castro.
- OGLIARI, André. Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plásticos injetados. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- REIS, A. V. Desenvolvimento de concepção para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- ROMANO, L. N. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.