

DESENVOLVIMENTO DE UMA PRENSA PNEUMÁTICA PARA MARCAÇÃO DE DATAS EM ADESIVOS DE ESCADAS DE ALUMÍNIO

Mauro Cesar Orlandi¹

Joélson Vieira da Silva²

Resumo: O propósito deste artigo refere a construção de uma prensa pneumática, que tem como objetivo a automatização no processo de gravação de datas no lote de fabricação de escadas de alumínio em uma indústria de alumínio e plástico localizada em Urussanga – SC. O sistema que é utilizado atualmente exige esforço humano causando um desgaste e cansaço dos colaboradores. Com base em estudos, foi projetado uma matriz que foi fabricada na própria empresa respeitando todas as normas de segurança, foram utilizadas máquinas convencionais e cnc para fabricação dos componentes, o processo de gravação é feita através datadores com material específico ligado a uma resistência e com temperatura controlada. O sistema da matriz será pneumático, com cilindro dupla ação acionado por pedal, além de ser rápido ocupa pouco espaço e será uma marcação limpa, sem risco de sujeiras como óleo, graxa além da fácil manutenção.

Palavras-chave: Prensa Pneumática, Escadas de Alumínio, Datas

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos das últimas décadas tiveram reflexo direto na organização das indústrias, as quais buscam minimizar seus custos, além da inovação e qualidade nos produtos, outro destaque para uma empresa é a otimização de máquinas para melhoria e aumento da sua capacidade produtiva, pensando também no bem-estar de seus colaboradores.

A rapidez no lançamento de produtos, redução de custos, inovação tecnológica e a melhoria da qualidade dos produtos, tornam-se aspectos fundamentais para alcançar seu objetivo.

De acordo com Dul, Weerdmeester (2012) ao longo das últimas décadas a aplicação da ergonomia no âmbito industrial contribuiu para melhorar a usabilidade, segurança, desempenho, eficiência e confiabilidade de muitos sistemas de trabalhos. Entre os tantos benefícios proporcionados por essas aplicações, é possível dizer que a ergonomia contribuiu para melhorar as condições de trabalho de inúmeras pessoas, além de reduzir os custos com o

¹ Graduando em Tecnologia em Manutenção. E-mail: maurorlandi@hotmail.com

² Prof. Joélson Vieira da Silva, Me. E-mail: joelson.silva@satc.edu.br

tratamento das doenças ocupacionais como pôr exemplo as lesões por esforço repetitivo (LER).

Com base no contexto anterior, o presente estudo tem como objetivo desenvolver uma prensa pneumática para a marcação de datas em adesivos de escadas de alumínio. Tendo como objetivo específico a otimização de tempo no processo de produção e redução de riscos de doenças ocupacionais (LER) em colaboradores que exercem esta função.

A relevância do desenvolvimento deste dispositivo consiste em modernizar, reduzir o tempo gasto com o processo de marcações de datas que atualmente é feito de forma manual, também pensando no bem-estar dos colaboradores de uma indústria de alumínio e plástico localizada em Urussanga – SC.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a norma regulamentadora NR 12, prensas são máquinas utilizadas na conformação, estampo e corte de diversos materiais, utilizando ferramentas, nas quais o movimento do punção é oriundo de um sistema hidráulico ou pneumático e cilindro hidráulico ou pneumático, ou de um sistema mecânico (excêntrico), em que o movimento circular se transforma em linear por meio de sistemas de bielas, manivelas, conjunto de alavancas (GUIA TRABALHISTA, s.d).

Derivado do grego *Pneumos* ou *Pneuma* que significa respiração sopra, o termo pneumático é definido como a parte física que se ocupa da dinâmica e dos fenômenos físicos que são relacionados com gases ou vácuo (PARKER, s.d).

Segundo Fialho (2011) a pneumática utiliza o ar como fonte de energia para o acionamento de seus elementos. O mesmo necessita ser remanejado na tubulação em condições ideais para sua utilização, isso significa que devemos analisar a pressão correta para o sistema, assim como a qualidade (máxima redução possível, de impurezas e umidade). A pressão adequada é conseguida através dos compressores, já a de qualidade precisa de recursos como purgadores, secadores e filtros.

O funcionamento de uma prensa pneumática baseia-se no princípio de Pascal, onde a pressão aplicada a um fluido dentro de um recipiente fechado é transmitida, sem variação, a todas as partes do fluido, da mesma maneira nas partes do recipiente SILVA (2014) apud Silva, André, et al., (2017).

Pode se dizer que o princípio de Pascal é “uma variação de pressão em qualquer ponto de um fluido em repouso em um recipiente, que propaga integralmente a todos os pontos do fluido.” Nele a força aplicada é relacionada com a pressão e a área de contato, de modo que uma pequena força exercida em uma pequena área proporcione algum tipo de força (HEWITT,2008).

2.1 COMPRESSORES PNEUMÁTICOS

O compressor é uma máquina responsável por transformar energia mecânica em energia pneumática, através da compressão do ar atmosférico (UERJ, 2012).

São máquinas destinadas a elevar a pressão de um certo volume de ar, recebido nas condições atmosféricas, até uma determinada pressão, exigidas na execução dos trabalhos que é realizado através do ar comprimido (PARKER, s.d).

Existem diversos tipos de compressores. O compressor utilizado no sistema da empresa é compressor de parafuso.

2.1.1 Compressor de Parafuso

Seu funcionamento consiste em dois parafusos, cada um deles ligado em um eixo de rotação acionado por meio de um motor elétrico ou de combustão. O ar é deslocado constantemente entre os parafusos, com isto não ocorrem golpes e oscilações de pressão, uma vez que não há válvulas de oscilação de pressão e aspiração fornecendo um fluxo de ar imensamente contínuo. São de menores portes e permitem alta rotação, apresentando um alto consumo de potência. Apesar do seu valor mais alto são os mais usados no mercado por fornecer um fluxo contínuo de ar. Devem operar a seco com ar comprimido isento de óleo (SILVA, 2002).

2.2 ATUADORES PNEUMÁTICOS LINEARES

Atuam com a movimentação de cargas entre posições bem definidas limitadas por batentes mecânicos, o que define o movimento de um ponto a outro. Para seu bom funcionamento, o ideal é a instalação de unidades de preparação (filtro, dreno, regulador de pressão com manômetro e etc.) no circuito de ar comprimido antes da entrada deste nas válvulas direcionais (SILVEIRA, RAPPENTHAL 2009).

Os atuadores pneumáticos são elementos mecânicos que através de movimentos lineares ou rotativos, transformam a energia cinética em energia pneumática, gerada pela pressurização e assim produzindo trabalho, significa que são elementos responsáveis pela execução do trabalho realizado pelo ar comprimido (FIALHO, 2011).

Um ponto importante é a compressão do ar. Se considerarmos um atuador pneumático que é basicamente um pistão acionado pelo ar, não conseguimos fazer esse pistão parar em posições programadas com precisão, pois o esforço na haste do pistão comprime o ar retirando o pistão da sua posição inicial até a posição final. Sendo assim, os atuadores pneumáticos têm apenas duas posições limitadas por batentes mecânicos e não possibilita atingir posições intermediárias com precisão. Isso não ocorre com os atuadores hidráulicos, pois o óleo é incompressível. Outra dificuldade exigida pela compressibilidade do ar é o controle e estabilidade da velocidade dos atuadores. Os atuadores pneumáticos não apresentam velocidades uniformes ao longo de seu curso (SILVA, 2002).

2.2.1 Cilindro de dupla ação

Usufri do ar comprimido para produzir trabalho nos dois sentidos de movimento. É o modelo mais comum de utilização. Sua principal característica é de poder utilizar tanto o avanço quanto o retorno para realização de diversificados tipos de trabalho. Existe, no entanto, uma diferença quanto ao esforço desenvolvido: as áreas efetivas de atuação da pressão são distintas; a área da câmara traseira (avanço) é maior que a da câmara dianteira (retorno), pois nesta deve se levar em conta o diâmetro da haste, que impede a ação do

ar sobre toda a área. O ar comprimido é recebido e liberado alternadamente pôr portas conectoras existentes na camisa, uma no cabeçote traseiro e outra no cabeçote dianteiro (FIG 01A) que quando está agindo sobre o êmbolo, provocam os movimentos de avanço e retorno. Quando uma conexão de entrada está recebendo ar à outra está retirando do seu compartimento. Esta atuação é mantida até o momento de alteração da válvula de comando, invertendo a admissão do ar nas câmaras, o pistão se desloca em sentido contrário (UERJ, 2012). Na Fig. 01A podemos observar um tipo mais comum de atuador de dupla ação e na Fig. 01B nos mostra a força de trabalho de cada cilindro conforme seu diâmetro e pressão do sistema.

Figura 01A: Cilindro pneumático



Fonte: MTIBrasil (2021)

Figura 01B: tabela de força do cilindro

DIÂMETRO interno da camisa (mm)	Diâmetro haste (mm)	Rosca da haste	Rosca para conexões	↓ FORÇA DO CILINDRO em kgf ↓									
				2 bar		4 bar		6 bar		8 bar		10 bar	
				Extensão	Retração	Extensão	Retração	Extensão	Retração	Extensão	Retração	Extensão	Retração
10	4	M4x0,7	M5	1,6	1,3	3,2	2,7	4,8	4,0	6,4	5,4	8,0	6,7
12	6	M6x1,0	M5	2,3	1,7	4,6	3,5	6,9	5,2	9,2	6,9	11,5	8,6
16	6	M6x1,0	M5	4,1	3,5	8,2	7,0	12,3	10,6	16,4	14,1	20,5	17,6
20	10	M8x1,25	G 1/8"	6,4	4,8	12,8	9,6	19,2	14,4	25,6	19,2	32,0	24,0
25	10	M10x1,25	G 1/8"	10,0	8,4	20,0	16,8	30,0	25,2	40,0	33,6	50,1	42,0
32	12	M10x1,25	G 1/8"	16,4	14,1	32,8	28,2	49,2	42,3	65,6	56,4	82,0	70,5
40	16	M12x1,25	G 1/4"	25,6	21,5	51,3	43,1	76,9	64,6	102,5	86,1	128,1	107,6
50	20	M16x1,5	G 1/4"	40,0	33,6	80,1	67,3	120,1	100,9	160,2	134,5	200,2	168,2
63	20	M16x1,5	G 3/8"	63,6	57,2	127,1	114,3	190,7	171,5	254,3	228,7	317,9	285,8
80	25	M20x1,5	G 3/8"	102,5	92,5	205,0	185,0	307,5	277,5	410,0	370,0	512,6	462,5
100	25	M20x1,5	G 1/2"	160,2	150,2	320,3	300,3	480,5	450,5	640,7	600,7	800,9	750,8
125	32	M27x2,0	G 1/2"	250,3	233,9	500,5	467,7	750,8	701,6	1.001,1	935,5	1.251,4	1.169,4
160	40	M36x2,0	G 3/4"	410,0	384,4	820,1	768,8	1.230,1	1.153,3	1.640,2	1.537,7	2.050,2	1.922,1
200	40	M36x2,0	G 3/4"	640,7	615,1	1.281,4	1.230,1	1.922,1	1.845,2	2.562,8	2.460,3	3.203,5	3.075,3
250	50	M42x2,0	G 1"	1.001,1	961,0	2.002,2	1.922,1	3.003,3	2.883,1	4.004,4	3.844,2	5.005,5	4.805,2
320	63	M48x2	G 1"	1.640,2	1.576,6	3.280,4	3.153,2	4.920,6	4.729,8	6.560,7	6.306,5	8.200,9	7.883,1






















Fonte: MTIBrasil (2021)

2.3 VÁLVULA DIRECIONAL

É um componente que tem como função controlar a direção, pressão e a vazão do ar comprimido. Ao receber um impulso pneumático podendo também ser mecânico ou elétrico, possibilita que tenha um fluxo de ar pressurizado para alimentar um elemento de automatismo. Desta forma, a válvula pneumática, pode ser considerada como aqueles elementos que servem para orientar, impor bloqueios ou controlar a vazão e pressão de ar. (SILVEIRA, RAPPENTHAL 2009).

Corroborando com o parágrafo anterior o autor Pavani (2011) diz que o seu funcionamento tem como função limitar a pressão de um reservatório, evitando seu aumento além do ponto pré-determinado. Pode ser ajustada através uma mola calibrada que é comprimida por parafuso, assim transmitindo sua força sobre um êmbolo e mantendo contra a sede. Na Fig. 02 é apresentada a simbologia para algumas válvulas direcionais e os principais tipos de acionamentos.

Figura 02: Simbologia de válvulas direcionais e acionamentos

<u>Símbolos de válvulas direcionais</u>	<u>Símbolos dos atuadores da válvula</u>
 2 portas / 2 posições	 Manual
 3 portas / 2 posições	 Botão
 4 portas / 2 posições	 Alavanca
 4 portas / 2 posições	 Pedal
 4 portas / 3 posições (centro fechado)	 Mecânico
 5 portas / 3 posições (centro fechado)	 Mola
 5 portas / 3 posições (centro pressurizado)	 Trava na posição
 5 portas / 3 posições (centro aberto)	 Solenóide
<u>Símbolos de outras válvulas comuns</u>	 Piloto interno
 Válvula de retenção	 Piloto externo
 Válvula de controle de fluxo	
 Válvula de alívio	

Fonte: Pavani (2011)

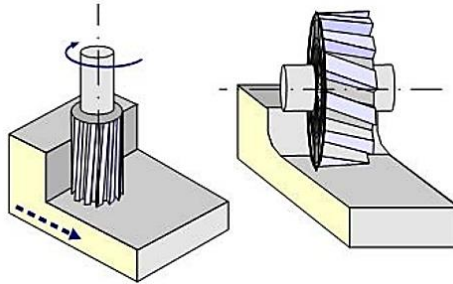
2.4 PROCESSOS DE USINAGEM

De acordo com Silva (2008), a operação de usinagem representa um processo de fabricação mecânica que tem como principal objetivo dar formas a peça retirando o excesso de material, utilizando ferramentas específicas para o processo. Com isso os processos de usinagem conseguem dar medidas e o acabamento desejado do produto.

Segundo Cavalheiro (1988) o material retirado é chamado de cavaco, que representa a quantidade de material que é retirada pelas ferramentas de usinagem. O processo de usinagem é considerado o método de fabricação mais popular do mundo, a reutilização do cavaco de matérias ferrosas está em torno de 10 % de toda a produção de metais, quando bem designado seu descarte gera emprego para milhões de pessoas em todo o mundo.

Na Fig. 03 pode ser observado algumas etapas de usinagem:

Figura 03: geometrias obtidas por fresamento



Fonte: (STOETERAU, 2021)

2.5 RASTREABILIDADE

A rastreabilidade pode ser definida como a habilidade para seguir a história, as aplicações ou a localização de produtos desde sua origem até o consumidor final (ISO 9000: 2000 cláusulas 3.5.4 apud Santos, Andréa 2011).

Seguindo com o pensamento das referências da autora anterior a rastreabilidade tem a habilidade de seguir o caminho do fluxo de produção através da identificação minuciosa desse fluxo. Podendo assim ter um controle registrando as informações dos processos de produção.

Ela tem sido utilizada em muitos setores produtivos, este processo é de suma importância e exigida pelos clientes. Para assim trazer mais segurança e confiança com o fabricante, podendo assim influenciar no desenvolvimento da empresa em relação à valorização dos seus produtos. (MOURA, 2017). Na Fig. 04 pode ser observado o registro do lote gravado na etiqueta, na empresa em questão.

Figura 4: Rastreamento por data no lote de produção



Fonte: Do Autor (2021)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

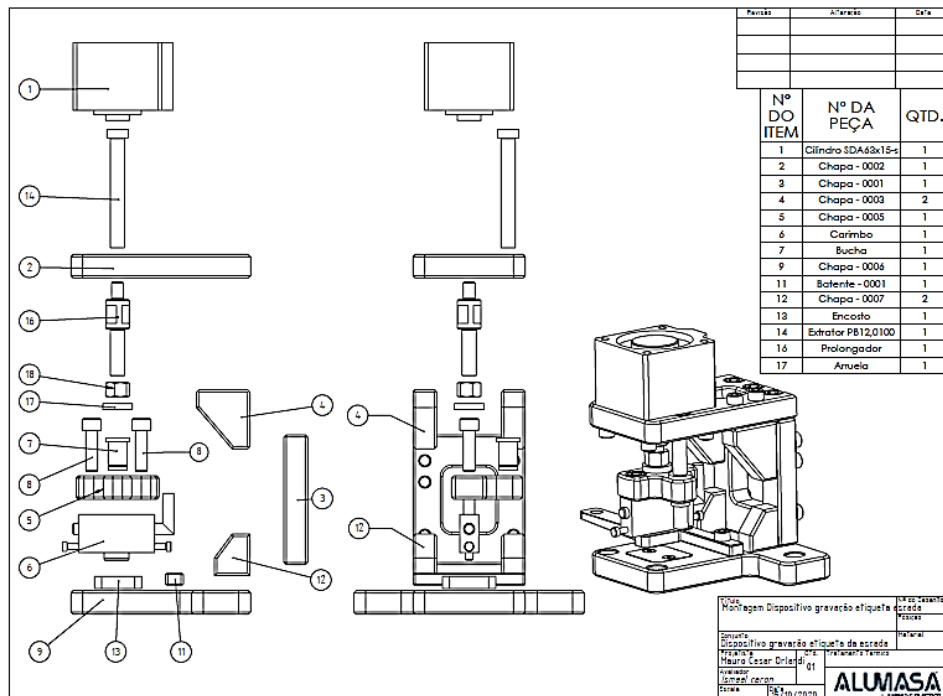
Para a montagem e fabricação da prensa pneumática foram utilizados diversos materiais, sendo eles disponibilizados e fabricados na Indústria de alumínio e plástico localizada em Urussanga – SC.

Para desenvolver o projeto CAD foi utilizado o software SolidWorks, ele é um programa de computação gráfica. Por meio dele é possível criar esboços, construir máquinas e observar seu funcionamento, simular movimentos, criar animações, entre outros.

3.1 DESENHO DE MONTAGEM

O projeto teve início elaborando-se os desenhos em software CAD, a fim de se determinar o material necessário, evitar perdas, e se obter uma simulação de montagem e funcionamento. Na Fig.05 podemos observar a vista explodida na versão final do dispositivo.

Figura 05: Vista explodida do dispositivo marcador



Fonte: Do autor (2021)

Tabela 1: Materiais utilizados

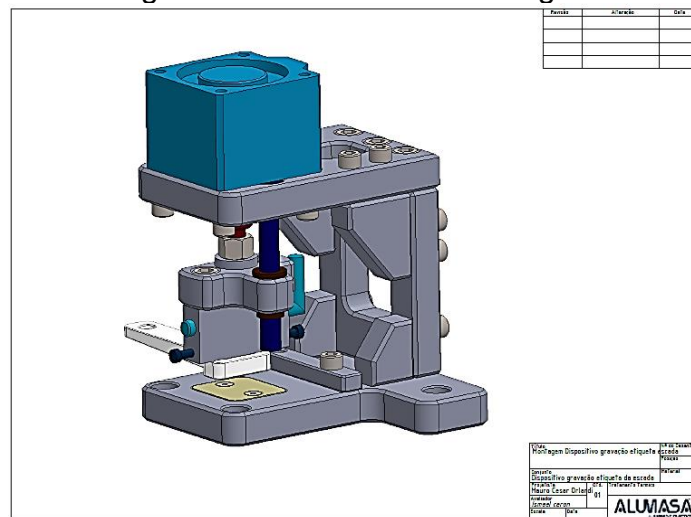
Quantidade	Insumo	Medida(m m)	Função
2	Aço SAE 1045	35x30x20	Mão francesa para reforço da Estrutura parte superior
1	Poliuretano rígido	40x45x10	Encosto para marcação de datas
2	Aço SAE 1045	50X45X20	Mão francesa para reforço da estrutura parte inferior
1	Tecnil	95x15x10	Guia para adesivo
1	Bronze	85x32x20	Carimbo térmico
1	Aço SAE 1045	60X70X20	Placa para fixação do carimbo Térmico
1	Aço SAE 1045	152X95X20	Placa base superior
1	Aço SAE 1045	110x95x20	Placa suporte
1	Aço SAE 1045	195x152x20	Placa base inferior
1	Aço SAE 1045	Ø20x80	Prolongador para ligação da haste Do cilindro com a placa de fixação do carimbo térmico
1	Bronze	Ø20x24	Bucha para guia na placa de fixação do carimbo
1	Extrator cimentado	Ø12 x90	Coluna utilizada para o guia na placa de suporte do carimbo
1	Anel elástico	Ø16x1,2	Fixação da bucha de bronze
1	Válvula controladora de fluxo		Acionamento por pedal para Cilindro
1	Controlador de temperatura		Para controlar a tempera da Da resistência na marcação de datas
1	Datadores		Jogo de datas para marcação de datas
1	Resistência		Aquecimento do carimbo térmico
4	Conexão	¼ x10	Ligação das mangueiras
3 metros	Mangueira flexível	Ø10	Ligação entre cilindro e válvula Controladora de fluxo
1 metro	Mangueira flexível	Ø10	Ligação entre lubrífil e válvula Controladora de fluxo
1	Unidade lubrífil		Unidade combinada para Preparação do ar com filtro, Regulador de pressão e lubrificador
1	Cilindro dupla ação	Ø interno 63	Movimento de avanço e retorno com 15mm de curso para o sistema de marcação de datas

Fonte: autor (2021)

Na Tabela 1 estão apresentados todos os materiais utilizados para a montagem da prensa, junto com sua determinada função e quantidades. Boa parte do material foi aproveitado do estoque do almoxarifado, representando assim pouco custo de investimento para desenvolvimento e montagem do dispositivo.

Após definidos os materiais e dimensões, chegou-se a versão final que pode ser observada na Fig. 06.

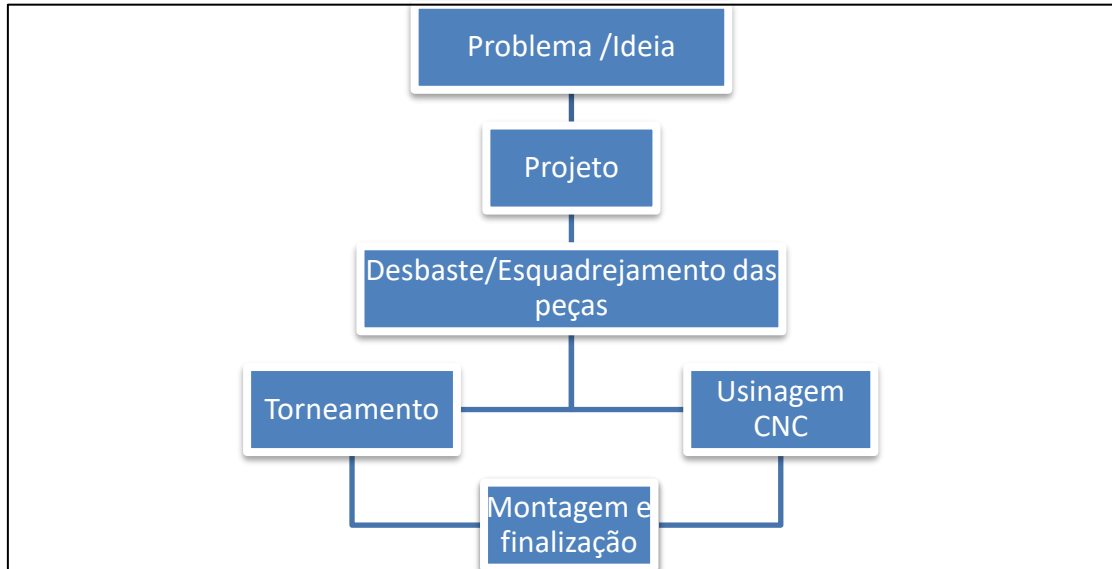
Figura 06: Desenho de montagem



Fonte: Do autor (2021)

3.2 FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Quadro 1: Fluxograma do projeto



Fonte: Autor(2021).

No Quadro 1 foi apresentado pelo fluxograma a ordem seguida para a realização do projeto. Sendo utilizados os métodos de fabricação como furação, fresamento torneamento e usinagem CNC. Logo após foi feita a montagem das peças usinadas e os componentes comerciais. Em seguida foi feito o alinhamento e ajuste final dos mesmos.

3.2.1 Furação

Devido ao fato de reutilizar as placas, várias delas estavam com medidas e formatos variados, por isso foram feitas furações em contorno das medidas para facilitar o corte da mesma e assim o desbaste ser mais rápido.

3.2.2 Fresamento

O desbaste e esquadrejamento do batente em poliuretano rígido, guia em tecnil, as mãos francesas, placa base inferior, placa base superior, placa suporte, placa de fixação do suporte para datador foram usinados em uma

fresadora ferramenteira da própria ferramentaria da empresa. Na Fig. 07 pode ser visto a máquina utilizado nessa etapa.

Figura 07: fresadora

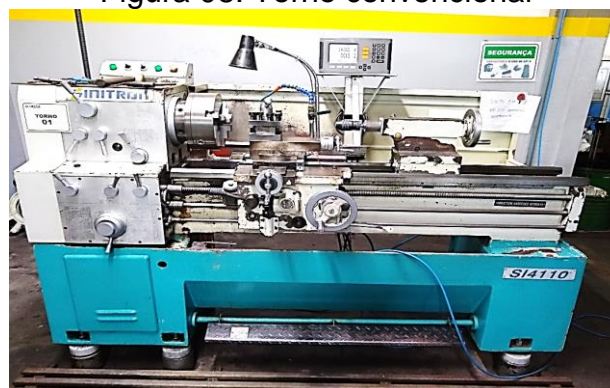


Fonte: Autor (2021)

3.2.3 Torneamento

Foram fabricados no torno convencional uma bucha de bronze, um extrator temperado que servirão de guia no trabalho da prensa para que não desalinhe no seu processo de trabalho e também um parafuso com roscas M12 na sua parte superior para fixar na haste do cilindro e na parte inferior do parafuso uma rosca M10 para fixar a placa de fixação do suporte do datador. Na Fig.08 está apresentada a imagem do torno utilizado.

Figura 08: Torno convencional

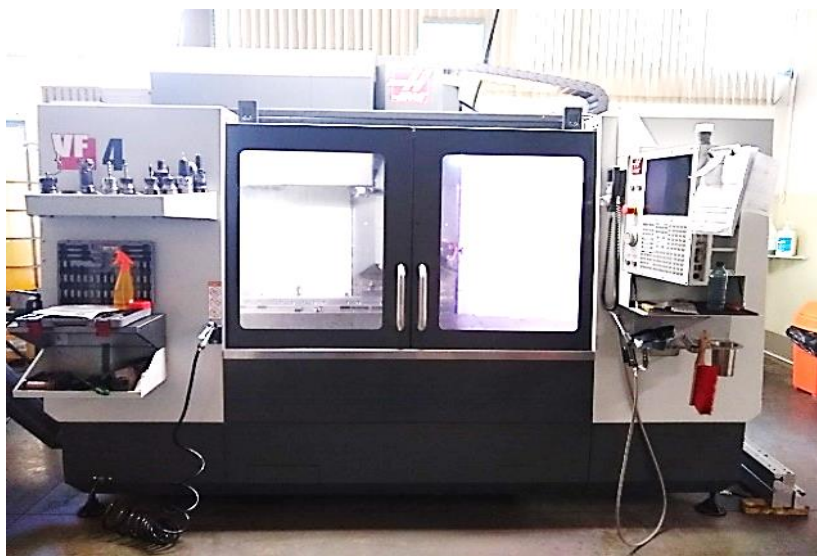


Fonte: Autor (2021)

3.2.4 Usinagem CNC

A usinagem da placa base inferior, placa base superior, placa suporte e placa para fixação do suporte e suas furações foram realizadas no centro de usinagem com a programação do software EDGE CAM, conforme pode ser visto na Fig. 09.

Figura 09: Centro de Usinagem



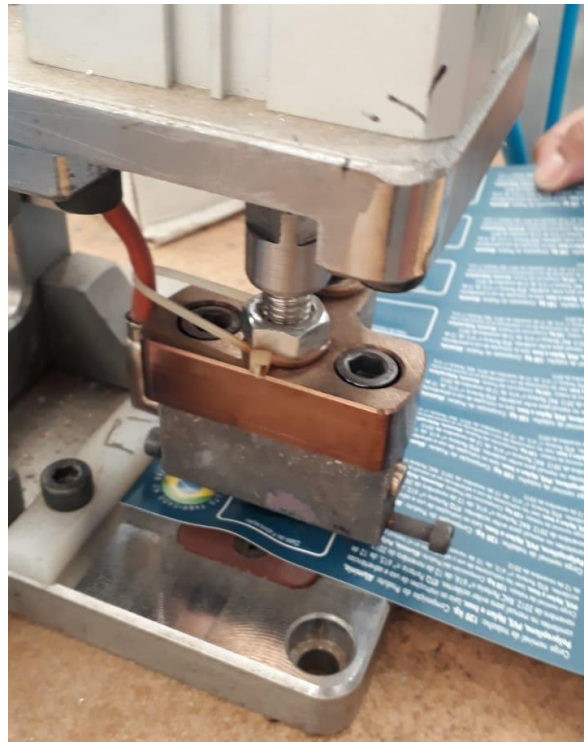
Fonte: Autor (2021)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos para a otimização do tipo de trabalho realizado foram positivos, que além de melhorar o tempo do processo melhorou também a qualidade da marcação das datas. A implantação do dispositivo também foi benéfica do ponto de vista ergonômico, contribuindo com a boa postura do colaborador, e evitando os esforços repetitivos para o determinado trabalho.

O equipamento deixou o processo ágil e com melhor qualidade, evitando erros e interpretação de leituras. A forma de impressão pode ser conferida na Fig. 10.

Figura 10: Impressão de etiquetas



Fonte: Do autor (2021)

Na Tab. 02, podemos ver como ficou a produção em um determinado tempo de trabalho, mostrando a quantidade produzida em 5 minutos nos processos manual e otimizado.

Tabela 02: Produção de etiquetas

	Folhas	Etiquetas por folha	Tempo (min)	Total
Modo Manual	30	8	5	240
Modo Otimizado	34	8	5	272

Fonte: Do autor (2021)

Na Fig. 11, pode ser visto como o processo era desempenhado antes da melhoria ser realizada, para seu funcionamento o porta datador é ligado a uma resistência elétrica, a temperatura da resistência é controlada por um controlador de temperatura, com o aquecimento do carimbo térmico e das datas, a marcação era feita de forma manual, pressionando o dispositivo contra o adesivo e assim obtendo a marcação permanente, na Fig. 12-A, o colaborador

fazendo uso da prensa pneumática. Na Fig. 12-B, podemos ver o resultado da impressão.

Figura 11: Modo manual na marcação de data em escadas



Fonte: Do autor (2021)

Figura 12 : modo automatizado na marcação de data em escadas



Fonte: Do autor (2021)

Na Tab. 03 são listadas as horas trabalhadas para o processo de produção e montagem da prensa, desde a criação até a finalização o projeto.

Tabela 03: tempo utilizado para fabricação da prensa

	Horas trabalhadas
Projeto	20 horas
Fresamento\torno	8 horas
Usinagem cnc	8 horas
Montagem \ finalização	13 horas
Total	49 horas

Fonte: Do autor (2021)

5 CONCLUSÕES

Conforme foi descrito no decorrer do trabalho, vimos a importância de otimizar processos que eram realizados de forma manual. A tendência no mercado mundial é o crescimento, no ano de 2015 até o ano de 2020 a empresa relatou um aumento de 90% nas vendas de todos os segmentos de escadas, assim para se manter competitivo com produtos de qualidade levando em conta todas as normas vigentes em cada produto, e também pensando na saúde de seus colaboradores se faz necessário estudos de aprimoramento dos meios utilizados.

Cabe reforçar que a produtividade é movida pela adoção de novas tecnologias, o que se dá pela expectativa de aumento de rentabilidade.

A otimização empregando operação evolutiva, mostrou ser uma técnica eficaz, tanto do ponto de vista da otimização de processos já existentes, assim como ferramenta para o desenvolvimento de novos processos. Além de permitir uma avaliação real de todos os métodos envolvidos no processo, possibilitam otimizações gradativas, justificando desta forma sua implementação em processos já em operação. É necessário que sempre se busque através de estudos e discussões de ideias formas de facilitar e melhorar o tempo de produção em todos os processos, absorvendo todas as opiniões que venham a agregar qualquer modificação a ser feita.

Apesar do método antigo ter mostrado um resultado muito próximo de produção, o equipamento permitiu um ganho em torno de 13 % na produção de etiquetas além da melhora na qualidade da impressão. O projeto da prensa permite um fácil ajuste na altura e na troca de datas, assim qualquer pessoa com o treinamento básico conseguirá de forma sucinta realizar tais afazeres.

Conclui se então que todo estudo e trabalho feito em cima do tema escolhido foi realizado com sucesso, tendo gerado efeito satisfatório dos envolvidos, incentivando a sempre buscar por aprimoramentos e inovações nos setores.

REFERÊNCIAS

CAVALHEIRO, Andrei Zwetsch. **Sistematização do Planejamento da Programação via CAM do Fresamento de Cavidades de Moldes para Peças Injetadas**. Dissertação de Mestrado. Engenharia Mecânica Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1998.

DUL, Weerdmeester. **Ergonomia Prática**. 3 Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 2012

DERRICK and Dillon (2004) apud Santos, Andréa . **Rastreabilidade “do laboratório à mesa”** – um estudo da cadeia produtiva da indústria de carne suína na empresa Doux. Universidade de Caxias do Sul. 2011.

Educamundo, **O que é SolidWorks e por que ele é interessante para a modelagem 3D**. Disponível em < <https://www.educamundo.com.br/blog/programa-/solidworks>> Acesso em: 17 de maio de 2021. Silva, André, et al. **Prensa Hidráulica automatizada**. São José dos Campos, 2017.

FIALHO, A.B. Automação pneumática. 7ª Ed. São Paulo: Érica, 2011.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

International Trade Centre. An introduction to ISO 9000:2000. Nov. 2001.

MOURA, Juliano Bertolotti. **A engenharia de produção quanto gestão e a Rastreabilidade de produtos ortopédicos: um estudo de caso em uma indústria de produtos ortopédicos.** Centro Universitário Ingá – Uningá, Maringá – PR. 2017

MASTER TECNOLOGIS INDUSTRIAL. Cilindro pneumático de dupla ação. Disponível em: <https://www.mtibrasil.com.br/artigos/cilindro-pneumatico-dupla-acao.php>. Acesso em: 28 de maio de 2021

NR-12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Guia trabalhista**, S.D. Disponível em: http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12_anexoVIII.htm. Acesso em: 17 de maio de 2021.

SILVA, André, et al. **Prensa Hidráulica automatizada.** São José dos Campos, 2017.

SILVA, M. A. Investigação experimental da formação do cavaco na usinagem do aço ABNT 1045 e do ferro fundido nodular. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

SILVEIRA, Marcos. RAPPENTHAL, Janis. **Pneumática: uma abordagem aplicada ao desenvolvimento de uma prensa em um processo de reciclagem de latas de alumínio.** Disponível em: < <http://ecoinovar.com.br/cd2013/arquivos/artigos/ECO243.pdf> >. Acesso: 17 de maio de 2021.

PAVANI, Sergio. **COMANDOS PNEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS.** Disponível em: < https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/16_comandos_pneumaticos_hidraulicos.pdf > . Acesso: 12 de maio de 2021.

PARKER, Training. **Tecnologia Penumática Industrial. Apostila M1001-1 BR.** Disponível em < https://www.parker.com/literature/Brazil/apostila_M1001_1_BR.pdf > . Acesso: 17 de maio de 2021.

SILVA, Emílio Carlos Nelli. **Apostila de Pneumática.** Universidade de São Paulo. 2002. Disponível em: < <http://proalpha.com.br/onewebmedia/apostila%20de%20pneum%C3%A1tica%20OUSP.pdf> > Acesso: 23 de maio de 2021.

STOETERAU, Rodrigo Lima. **Introdução ao Projeto de Máquina - Ferramentas Modernas**. Disciplina de Projeto de Máquinas-Ferramentas. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Mecânica. Disponível em: . Acesso em: 04 jun. 2021.