

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Rafael Itsuo Custódio Dias

**PROJETO AUTOMATIZADO DE COMPACTAÇÃO DE
LATAS DE ALUMÍNIO ATRAVÉS DE ALAVANCAS
PNEUMÁTICAS**

Taubaté – SP
2021

Rafael Itsuo Custódio Dias

**PROJETO AUTOMATIZADO DE COMPACTAÇÃO DE
LATAS DE ALUMÍNIO ATRAVÉS DE ALAVANCAS
PNEUMÁTICAS**

Monografia de TCC do curso de
Especialização em Engenharia de
Automação e Controle Industrial do
Departamento de Engenharia
Mecânica (JUTA) da Universidade
de Taubaté.

Orientador: Prof. Marcelo Werneck

**Taubaté – SP
2021**

Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi
Universidade de Taubaté - Unitau

D541p Dias, Rafael Itsuo Custódio
Projeto automatizado de compactação de latas de alumínio através de alavancas pneumáticas / Rafael Itsuo Custódio Dias. -- 2021.
29 f. : il.

Monografia (especialização) – Universidade de Taubaté, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Taubaté, 2021.
Orientação: Profa. Me. Marcelo Pinheiro Werneck, Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Automação. 2. Qualidade. 3. Redução de custo. 4. Meio ambiente. 5. Controle. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Pesquisa e Pós-graduação. Especialização em Controle e Automação. II. Título.

CDD – 629.8

Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995

PROJETO AUTOMATIZADO DE COMPACTAÇÃO DE LATAS DE ALUMÍNIO ATRAVÉS DE ALAVANCAS PNEUMÁTICAS

Rafael Itsuo Custodio Dias ¹ – rafaitsuo@gmail.com

Marcelo Pinheiro Werneck ² – mpwerneck@gmail.com

(1) Aluno da Pós-Graduação de Automação e Controle Industrial da Universidade de Taubaté

(2) Professor da Pós-Graduação de Automação e Controle Industrial da Universidade de Taubaté

Resumo

Este trabalho apresenta uma alternativa para o reaproveitamento de latas de alumínio, sendo elas umas das primeiras coisas que se vem à mente ao falar de reciclagem. Ao se reciclar 1 kg de alumínio evita-se a extração de 5 kg da bauxita, minério na qual o alumínio é extraído, uma lata reciclada volta ao mercado consumidor em cerca de 3 meses tornando-o economicamente mais viável de ser reaproveitado do que fabricado. Este trabalho tem o objetivo de facilitar e tornar o processo de reciclagem mais eficiente reduzindo o volume inicial das latas e proporcionando menos tempo de compactação, causando assim uma melhora nos sistemas de linha de reciclagem. Foi desenvolvido um compactador pneumático mecânico e automatizado, funcionando através de um sistema fundamentado na pneumática. Com isso espera-se uma contribuição no processo de reciclagem através da redução de custos operacionais, melhoria nas condições de trabalho e aumento na produção. A introdução da prensa pneumática em um processo de reciclagem irá proporcionar melhores resultados no processo de reaproveitamento do alumínio, diminuir o risco de lesões, diminuir o esforço físico do operário além de preservar o meio-ambiente. Os benefícios deste trabalho foram apresentados em forma de indicadores de melhoria e redução de custos nos processos operacionais de reciclagem.

Palavras-Chaves: Reciclagem, latas de Alumínio, Redução de Custo, Meio Ambiente, Automação, Qualidade, Acionamentos, Atuadores, Controle

AUTOMATED PROJECT FOR COMPACTING ALUMINIUM CANS THROUGH PNEUMATIC LEVERS

Abstract

This work shows an alternative way to reuse aluminum cans, this being the first thing to pass through your mind when we talk about recycling. When we recycle 1 kg of aluminum this avoid the extraction of 5 kg of bauxite, an ore where the aluminum is extracted. A recycled soda can return to the consumer market in three months, it makes economically more viable to be reuse than fabricated. With the objective of ease up and make the recycle process more efficient by reducing the initial volume of the cans, providing less time of compression and a improvement in the recycling line system. It will be developed a pneumatic and mechanical compressor, being run by a pneumatic system. Thus, it is expected a contribution on the recycling process by reducing the operational costs, improves in the work condition and production increase. The introduction of the pneumatic compressor on a recycling process it will provide best results in a reusable process of the aluminum, diminish the body's effort of the worker, in addition of preserve the environment. The benefits of this project will be presented by the improvements indicators, and the cost reduction in the recycling process.

Keywords: *Recycling, Aluminum Can, Cost Reduction, Environment, Automated, Quality, Actuators, Actuation, Control*

Lista de Figuras

Figura 1 – Atuador Pneumático	12
Figura 2 – Atuador Linear.....	13
Figura 3 – Componentes de um Atuador Linear	13
Figura 4 – Atuador Rotativo.....	14
Figura 5 – Componentes de um Atuador Rotativo	14
Figura 6 – Válvulas de Controle Direcional	15
Figura 7 – Válvulas de Controle de Fluxo	16
Figura 8 – Válvula de Bloqueio	17
Figura 9 – Válvula de Controle de Pressão.....	18
Figura 10 – Diagrama de Compressores Industriais	18
Figura 11 - Rede de Distribuição.....	19
Figura 12 – Prensa Pneumática Compactadora de Latas.....	20
Figura 13 – Índice de Reciclagem de Latas de Alumínio	21
Figura 14 – Design de uma Prensa Pneumática.....	24

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação dos Sistemas Hidráulico e Pneumático	20
Tabela 2 – Componentes Necessários para o Compactador	22
Tabela 3 – Custos dos Componentes	23
Tabela 4 – Funcionamento dos Atuadores em Tabela	25

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	9
2 - SUSTENTAÇÃO TEORICA	10
2.1 – Automação	10
2.1.1 - Automação Industrial	10
2.2 - Elementos de Automação da Prensa Pneumática	12
2.2.1 - Atuadores Pneumáticos	12
2.2.1.1 - Atuadores Lineares	13
2.2.1.2 - Atuadores Rotativos	13
2.2.2 - Válvulas Pneumáticas	14
2.2.2.1 – Válvulas de Controle Direcionais	15
2.2.2.2 -Válvulas de Controle de Fluxo	15
2.2.2.3 - Válvulas de Bloqueio	16
2.2.2.4 - Válvulas de Controle de Pressão.....	17
2.3 - Compressor.....	18
2.3.1 - Características Importantes de um Compressor.....	19
2.3.2 - Secadores de Ar	19
2.3.3 - Redes de Distribuição.....	19
2.4 - Prensa Pneumática	20
2.5 – Reciclagem.....	21
3 – METODOLOGIA.....	22
3.1 - Análise de Custo da Produção.....	23
3.2 - Funcionamento de um Compactador Pneumático	24
4 - RESULTADO E DISCUSSÕES.....	25
5 – CONCLUSÃO	26
6 – REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A automação pode ser definida como um sistema que emprega processos automáticos, controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos. Com base nisso, é considerada fundamental no mercado contemporâneo, pois utiliza recursos que aceleram a produção, além de reduzir ou remover movimentos manuais repetitivos e dispensáveis, contribuindo assim para a obtenção da eficácia na gestão.

Durante o século I, Heron de Alexandria, registrou o primeiro uso da pneumática, descrevendo o uso do vento para gerar energia e transportar objetos. Mas somente no século XVI com a invenção da primeira bomba de vácuo a utilizar pressão do ar, criada pelo físico alemão Otto Von Guericke, que a técnica ganhou notoriedade. Derivada da palavra grega “Pneuma” (vento ou fôlego), a pneumática refere-se ao ramo da física que estuda as propriedades dos gases e do ar, podendo utiliza-los como meio de transmissão de potência, a fim de reduzir esforços físicos na execução de diversos trabalhos.

Tratando-se de produção, um dos setores da economia que mais vem crescendo é a indústria, por consequência disso é necessário uma demanda de bons equipamentos, bem como também funcionários qualificados, para assim garantir uma boa produtividade com níveis de qualidade aceitáveis.

A preocupação das empresas devido ao aumento da demanda, gerou uma necessidade de produzir mais, investindo assim em melhorias para o setor produtivo. (JUNIOR et.al., 2008).

Com o objetivo de atender a grande demanda dos mercados, as empresas estão investindo em processos automatizados, prevenindo assim custos futuros e identificando causas e falhas nos equipamentos. Com o investimento e aquisição de máquinas automatizadas, juntamente com a capacitação de operadores de manipular esses maquinários, ocasionará gastos e custos, mas que serão reduzidos com o tempo e compensados conforme a produção aumenta. (VERRAN *et.al.*, 2007).

Com os investimentos citados há uma melhora na qualidade do produto, pouco desperdício de matéria prima, melhoria da qualidade de vida dos operadores, sistema de segurança, entre outros benefícios. (LAYARGUES, 2012).

Os sistemas pneumáticos, que dependem da força do ar comprimido para transmitir energia, podem ser encontrados em inúmeras aplicações industriais, desde ferramentas elétricas operadas pneumaticamente até motores a diesel.

Considerando as características juntamente com as vantagens e desvantagens da pneumática em processos automatizados, este artigo sugere o desenvolvimento de um compactador automático de reciclagem em latas de alumínio com utilização de atuadores pneumáticos, com intuito de poupar esforço muscular e redução de tempo da mão de obra.

Este estudo baseia-se na justificativa de introduzir uma forma de contribuição para o trabalho realizado pelos operadores que atuam nesses processos de reciclagem, na qual está em grande expansão perante o aumento da consciência ambiental.

2. SUSTENTAÇÃO TEÓRICA.

2.1 Automação

A Automação, do latim *automatus*, significa mover-se por si, e pode ser definida como um sistema que emprega processos automáticos que comandam e controlam os mecanismos para seu próprio funcionamento. Está ligada diretamente com a ideia de máquinas que agilizam tarefas, quase sempre sem interferência humana.

Com o objetivo de gerar uma alta produtividade com uma eficiência e padrão de qualidade elevados, permitindo uma redução de tempo e custo final, foi criado o termo automação industrial, designando assim um conjunto de estudos e métodos para substituir operadores em determinadas atividades.

2.1.1 Automação industrial

A revolução industrial estabeleceu a transição entre uma sociedade em que prevalecia a produção de bens de consumo de forma agrícola, para uma sociedade mais produtiva, voltada para os avanços tecnológicos com intuito de afetar técnicas e processos de produção. (SILVEIRA; SANTOS, 1998)

Segundo Moraes e Castrucci (2001) a introdução de máquinas fornece ao operador: melhores condições de segurança, maiores níveis de qualidade de conformação e flexibilidade, produção com menor custo, planejamentos que exigem raciocínio lógico em tarefas, e maior controle e qualidade dos processos industriais.

A automação trouxe inúmeras vantagens para a indústria, pois a mesma reduz as fadigas manuais e assegura uma característica constante no produto fabricado, garantindo qualidade e precisão dos produtos.

Vários autores denominam as diversas formas de automação industrial. Podemos distinguir os seguintes tipos:

1) Automação Fixa:

A automação fixa é um sistema na qual os processos de produção e montagem automatizados são predefinidos para produzir um único produto. A sequência de produção e operação é caracterizada pela configuração de ferramentas, equipamentos e máquinas alocadas para necessidades de alta produção.

Tem como meta efetuar operações definidas e repetitivas, apropriada a se usar em produções contínuas de grande escala.

Um exemplo de sistema desse tipo é as primeiras linhas de montagem de automóveis. (Ex: Linha de produção do Ford Model T, 1913).

É caracterizada pela severidade da configuração do equipamento e é projetada para a fabricação de um produto específico. (Ex: Sistemas de transporte de material, Linhas de transferência de usinagem, Processos de fabricação química).

Suas principais características são:

- Investimento elevado;
- Taxa de produção elevada;
- Configuração rígida dos equipamentos;
- Operação Simples;

2) Automação Programável

Mais adequado em processos de produção, onde há um volume de produção entre o médio e elevado, ela permite a produção de produtos em quantidades de lotes que variam de várias dezenas de produtos a até milhares de unidades produzidas em uma corrida, o seu funcionamento exige um certo grau de regularidade.

Semelhante a automação fixa, a automação programável é caracterizada pelo alto investimento em equipamentos de uso geral. Baseada em um equipamento com disponibilidade de se ajustar a alterações na sequência de produção, gerando uma capacidade de fabricar produtos com características diferentes. (Ex: Máquinas de Comando Numérico “CNC”, Robôs industriais, Máquina de controle numérico “NC”).

Ela se diferencia das outras por proporcionar:

- Investimento elevado;
- Taxas de produção inferiores à automação fixa;
- Flexibilidade para alterações no produto (Reprogramação);
- Apropriada para produção de lotes;

3) Automação Flexível

A automação flexível é um método projetado para ser adaptar e responder facilmente às mudanças nas necessidades de produção, como o tipo e a quantidade do produto. Sendo uma extensão da automação programável, ela nos cede o equipamento de controle automático, oferecendo uma grande abrangência na alteração do design do produto através de comandos via códigos.

Fundamentada no conceito de sistemas flexíveis de fabricação criado pelo engenheiro industrial americano Jerome H. Lemelson. É capaz de produzir com características ou configurações diferentes várias combinações de produtos sem perder tempo de produção para ajustamentos, e sem necessidade de organizar em lotes separados.

As máquinas são controladas por sistemas computadorizados programados e operados por humanos, utilizando codificação de computador ou IHMs (*Interface Homem Máquina*). O sistema é ideal para processos em lote para empresas que produzem uma variedade de produtos em séries de baixa a média produção. (Ex: Robótica, Sistemas de montagem, Sistema de manuseio de materiais).

Apresentando aspectos como:

- Investimento elevado;
- Produção contínua;

- Taxa de produção média;
- Configuração flexível;

4) Automação integrada

A automação integrada incorpora todo o sistema de manufatura em um sistema coordenado, digitalizado e controlado computacionalmente.

Os sistemas de automação integrados funcionam através de um banco de dados de sistema de manufatura comum, permitindo a integração de processos industriais e não industriais, tal como a integração de robôs por meio de tecnologias de produção automatizadas

Nesse sistema é possível adaptar o projeto de acordo com as necessidades do cliente, podendo assim aprimorar as operações afim de garantir mais competitividade, produtividade e eficiência.

Um sistema integrado bem programado abre a porta para implementação de tecnologias avançadas que poderiam aumentar drasticamente a eficiência e a produtividade da fábrica inteira, podendo utilizar por exemplo:

- Planejamento do Processo Assistido por Computador (CAPP)
- Sistema de Execução de Manufatura (MES)
- Controlador lógico programável (CLP)

2.2 Elementos de automação da prensa pneumática

Essa seção descreve a base teórica sobre atuadores e válvulas usados no projeto.

2.2.1 Atuadores Pneumáticos

Pode-se dizer que por definição é um dispositivo que converte energia normalmente na forma de ar comprimido em movimento mecânico.

São Elementos de trabalho que realizam por meio de movimentos rotativos ou lineares transformação da energia do ar comprimido em energia mecânica. Seu principal tipo de atuadores são o linear e o rotativo

Consistindo em um pistão, cilindro e válvulas ou portas, um atuador pneumático converte energia em movimentos mecânicos lineares ou rotativos.

Figura 1 – Atuador Pneumático



Fonte: https://www.festo.com/cms/pt-br_br/16792.htm

2.2.1.1 Atuadores Lineares

São dispositivos mecânicos que convertem energia pneumática em movimentos lineares. Eles se baseiam no deslocamento e é derivado de um suprimento de energia facilmente acessível

Um atuador linear pode ser empregado em todas as situações em que seja necessária a ajuda de uma máquina para transportar ou deslocar uma carga ou peso.

São adequados para instalações em válvulas de controle de assento angular construídas para aplicações de alta temperatura e vapor. (Ex: Pistões hidráulicos, solenoides, transdutores).

Figura 2 – Atuador Linear



Fonte: <http://blog.parker.com/know-your-pneumatics-hints-tips-for-specifying-linear-actuators>

Figura 3 – Componentes de um atuador linear pneumático



Fonte: <https://www.mtbrasil.com.br/guia-do-atuador-pneumatico.php>

2.2.1.2 Atuadores Rotativos

Um atuador rotativo é um cilindro pneumático usados para fornecer um movimento de giro ou angular, permitindo um curso em um movimento oscilante através de um ângulo definido. Eles são duráveis e oferecem um força de torque relativamente alta para o tamanho, podendo simplificar um projeto e a reduzir os problemas de

manutenção.

Eles são frequentemente utilizados para automatizar e controlar remotamente válvulas de um quarto de volta ou multivoltas. (Ex: válvulas de esfera, válvula borboleta).

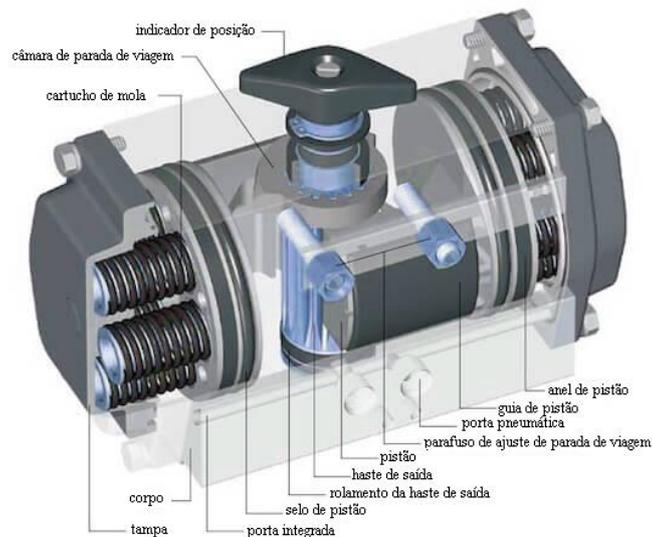
Um atuador rotativo pneumático consiste em uma ou mais câmaras de ar com pressão ou diafragma.

Figura 4 – Atuador Rotativo



Fonte: <https://tameson.co.uk/pneumatic-rotary-actuators.html>

Figura 5 – Componentes de um atuador rotativo



Fonte: <https://tameson.com/pneumatic-rotary-rack-and-pinion-actuators.html>

2.2.2 Válvulas Pneumáticas

As válvulas pneumáticas fazem parte de uma série de componentes responsáveis por controlar a pressão, a taxa e a quantidade de ar à medida que ele se move através de um sistema pneumático.

Também conhecida como válvulas em ângulo, as válvulas pneumáticas controlam a direção, pressão e/ou vazão do ar comprimido.

Com base em outros componentes de um determinada aplicação e no tipo de sistema pneumático usado, um dos vários tipos de válvulas pneumáticas pode ser encontrado no coração do dispositivo.

2.2.2.1) Válvulas de Controle Direcionais:

As válvulas de controle direcionais iniciam, param ou mudam a direção do fluxo em aplicações de ar comprimido.

Tem como papel orientar a direção que o ar que o ar deve seguir para executar um trabalho proposto, são caracterizadas pelo: Número de posições, número de vias, tipo de comando, tipo de retorno e tipo construtivo da válvula.

Figura 6 – Válvulas de Controle Direcional



Fonte: <https://hidraulicaepneumatica.com/como-selecionar-uma-valvula-direcional-pneumatica/>

2.2.2.2) Válvulas de controle de fluxo:

Frequentemente usadas para reduzir a taxa de fluxo em uma seção de um circuito pneumático, resultando em uma velocidade mais lenta do atuador.

Sua função é restringir a quantidade de ar para regular a velocidade do cilindro. Pode ser: Fixa ou variável, unidirecional ou bidirecional.

Figura 7 – Válvula de Controle de Fluxo



Fonte: <http://www.unitecparker.com.br/valvula-controle-fluxo-pneumatica>

2.2.2.3) Válvulas de Bloqueio:

A válvula de bloqueio é um válvula 2/2 de retorno por mola de ação simples em formato de encaixe. O dispositivo requer um sinal piloto pneumático para abrir, permitindo o fluxo de ar para o dispositivo acoplado.

Após a remoção do ar para o controle do piloto, a válvula de bloqueio pode ser totalmente bloqueada (duas vias), permitindo que nenhum ar passe pela válvula.

São válvulas que interrompem o fluxo de ar em um sentido, funcionando somente se estiverem completamente abertas ou completamente fechadas.

Figura 8 – Válvula de Bloqueio



Fonte: <https://www.dantrade.com.br/valvula-bloqueio-pneumatica>

2.2.2.4) Válvulas de controle de pressão:

Uma válvula pneumática de controle de fluxo circula o ar por um sistema pneumático maior, permitindo ou inibindo o fluxo de ar pressurizado, cuja força é então usada para alimentar um dispositivo.

Como as válvulas podem ter vários números de entradas de ar, criando diferentes padrões de fluxo, as válvulas são classificadas de acordo com o número de portas que possuem e os caminhos de fluxo que criam.

Tem influência ou são influenciadas pela intensidade de pressão de um sistema. Segundo PAVANI (2011), ela funciona como um limitador de pressão, evitando assim um acréscimo além do ponto pré-determinado.

Figura 9 – Válvula de Controle de Pressão



Fonte: <https://steula.com.br/produto/acessorios/259/valvula-de-controle-de-pressao-vcp-10.html>

2.3 Compressor

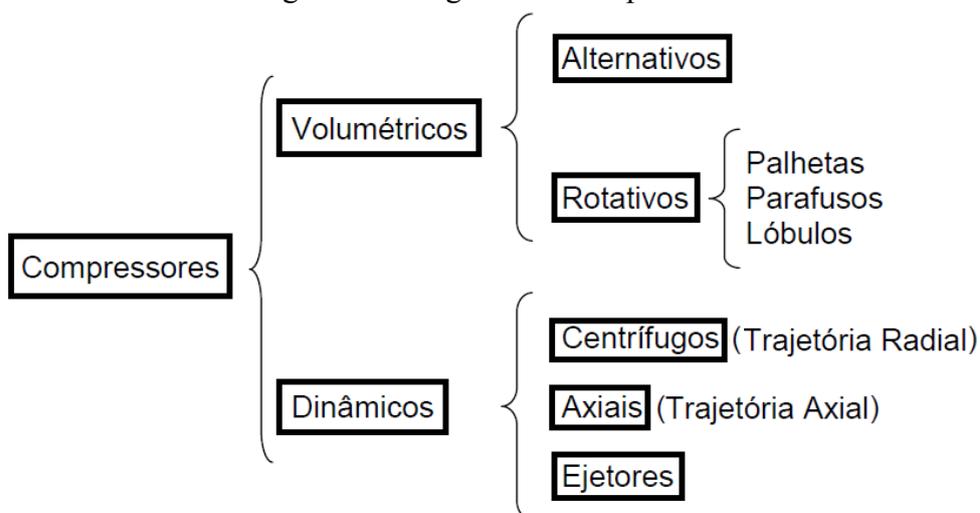
É um equipamento industrial usado para elevar a pressão de fluidos em seu estado gasoso, até a pressão exigida para executar os trabalhos realizados com ar comprimido.

Segundo FIALHO (2011), a fim de conseguir uma distribuição equitativa sem perdas, é necessário o uso de compressores com um reservatório mais amplo, para assim conseguir atender a demanda.

Nos Estados Unidos (SENNIAPPAN, 2004) e na União Europeia (SAIDUR et al., 2010), 10% da energia industrial total provém de sistemas de ar comprimido.

Segue abaixo um diagrama, na qual os compressores estão classificados conforme sua concepção, sendo os dois primeiros (Volumétricos e Dinâmicos) aqueles em que todos os tipos de compressores de uso industrial se baseiam.

Figura 10- Diagrama de compressores industriais



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Tipos-de-Compressores-O-compressor-utilizado-nos-ensaios-feitos-para-a-realizacao-desse_fig1_299993158

2.3.1 Características importantes de um compressor

Ao escolher um compressor deve se estar atento a algumas características que são importantes e devem ser observada, tal como volume de ar fornecido em m³, a pressão tanto de regime quanto de trabalho, o acionamento podendo ser por motor a combustão ou elétrico, e o sistema de regulagem que mantém o compressor operando entre uma pressão máxima e mínima, sendo que um compressor operando de modo ineficiente para a necessidade gera um maior custo de operação e manutenção, aumentando os gastos de energia.(SCHMIDT, KISSOCK, 2005; COMPRESSED AIR CHALLENGE, 2002).

2.3.2 Secadores de ar

Devido à presença de água ser sempre prejudicial a automatizações, esse equipamento distribuí o ar com um valor de umidade baixo, mas não zero.

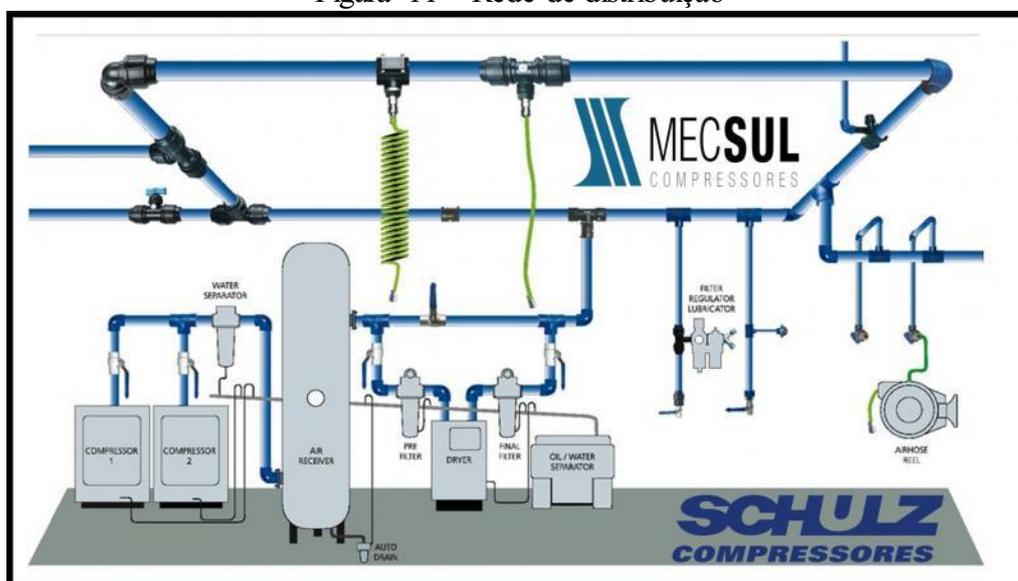
Podem ser utilizados através da refrigeração, absorção, e adsorção, tem valor de importância alto, pois aumento a vida útil dos componentes utilizados.

2.3.3 Redes de distribuição

Está presente em todos os tubos que saem do reservatório, trabalha junto com o secador, orientando o ar até os pontos de utilização.

Tem como função (1) comunicar a fonte com os equipamentos consumidores, (2) servir como reservatório para atender qualquer exigência.

Figura 11 – Rede de distribuição



Fonte: <https://www.mecsulcompressores.com.br/rede-ar-comprimido>

2.4 Prensa pneumática

Baseado no princípio de pascal, na qual se implica que o acréscimo de pressão produzido num líquido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido.

$$P = \frac{F}{A}$$

Diferente das prensas hidráulicas em que os circuitos compostos de óleo geram alta pressão ganhando força, mas perdendo em deslocamento. As prensas pneumáticas possui um funcionamento a ar comprimido com baixa pressão e força, que impulsiona o cilindro, podendo se mover dez vezes mais rápido do que as prensas hidráulicas.

Figura 12 – Prensa pneumática compactadora de latas



Tabela 1 – Comparação dos sistemas hidráulico e pneumático

Características do Sistema	Sistema Hidráulico	Sistema Pneumático
Fluido pressurizado	Óleo (ou emulsão água-óleo)	Ar comprimido
Compressibilidade	Incompressível	Compressível
Nível típico de pressão do fluido	20Mpa (3,00 lb/poP)	0,7Mpa (100 lb/poP)
Forças aplicadas pelos dispositivos	Altas	Baixas
Velocidade de atuação dos dispositivos	Baixas	Altas
Controle de velocidade	Controle de velocidade preciso	Difícil de controlar com precisão
Problemas com Vazamento de fluidos	Sim, danos potenciais na segurança	Sem problemas quando o ar vaza
Custos relativos dos	Altos (de cinco a dez	Baixo

dispositivos	vezes)	
Construção e manufatura dos dispositivos	Necessários bons acabamentos de superfície e tolerâncias	Em vez de componentes de alta precisão, anéis de vedação são utilizados na prevenção de vazamentos
Aplicação em automação	Preferíveis quando forças intensas e controle preciso são necessários	Preferíveis quando o custo baixo e a alta velocidade de atuação são necessários

O funcionamento de uma prensa pneumática se inicia através da compressão do ar pelos compressores, onde o mesmo passa pela rede com sua devida distribuição, após isso o ar comprimido chega até a válvula direcional, e ao ser acionada libera a passagem de ar comprimido para o cilindro, para que possa ocorrer o movimento do atuador.

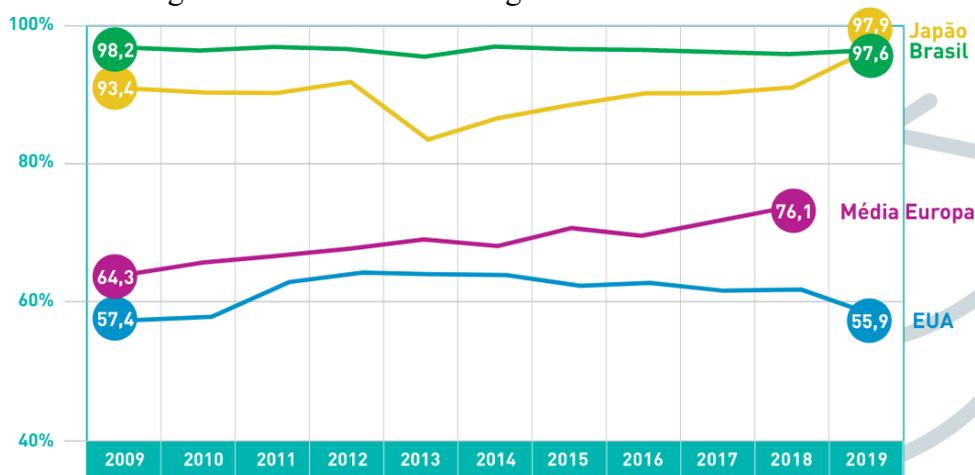
2.5 Reciclagem

Reciclagem é o processo que tende transformar materiais usados em novos produtos com vista a sua reutilização, trata-se de pegar algo que não possui mais utilidade e transforma-lo em matéria-prima para que se forme um item igual ou com relação ao anterior.

Conforme um estudo da (FGV), até 2019 o consumo mundial de alumínio ira aumentar em torno de 4% ao ano, o Brasil segue em terceiro lugar no consumo de latas de alumínio, mas possui um alto índice de reciclagem, com cerca de 95% de toda produção.

Reciclar o metal requer 95% menos de energia e emite 95% menos gases de efeito estufa. O consumo de energia do metal reciclado é bem mais barato que se comparado ao alumínio primário. Além do fato de a reciclagem do alumínio ser benéfica para o meio ambiente, o metal pode ser reciclado quase que infinitamente. (GARDNER, 2013)

Figura 13 – Índice de reciclagem de latas de alumínio.



Fontes: ABAL; Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio; The Japan Aluminum Can Recycling Association; The Aluminum Association; EAA - European Aluminium Association.

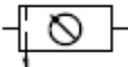
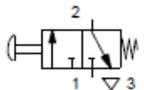
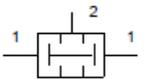
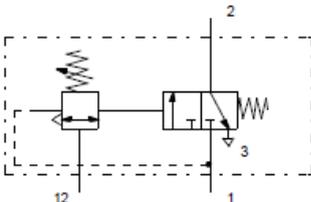
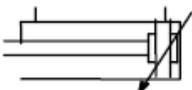
3. METODOLOGIA

Neste capítulo será feita a descrição das etapas a serem cumpridas para a realização desta pesquisa, após a conclusão desse item será possível escrever sobre a automatização, e os procedimentos para o desenvolvimento da máquina sugerida.

Este projeto caracteriza-se por ser uma pesquisa aplicada, apresentando o conceito de um compactador de latas com funcionamento através de válvulas pneumáticas.

Negri (2011) enfatiza a presença da pneumática nas indústrias, por esta realizar as ações necessárias de forma rápida e segura. Com base nisso, foi realizado um estudo buscando selecionar os componentes mais indicados e necessários para o funcionamento da prensa a ser desenvolvida.

Tabela 2 – Componentes necessários para o funcionamento do compactador.

Componentes	Característica
	Unidade de condicionamento
	Válvula de controle direcional
	Válvula de simultaneidade
	Válvula de sequência
	Válvula redutora de vazão
	Cilindro pneumático com amortecimento
	Indicador de Pressão
	Compressor

Foi necessário realizar o cálculo da pressão preliminar necessária para deformar a lata, tendo o valor da massa e da aceleração descobriu-se que o valor real de compressão de uma lata é de aproximadamente 60 kgf. Com base nesse dados foi feito um levantamento de componentes que fossem capazes o suficiente para o esmagamento da lata, obtendo assim melhores resultados.

Nessa pesquisa encontrou-se que o alumínio e o aço SAE 1020 e 1045 são os mais recomendados para serem utilizados na construção de um protótipo dessa máquina.

Após o levantamento dos componentes necessários para o desenvolvimento do equipamento, estabeleceu-se um estudo econômico do projeto, iniciando uma pesquisa de preços com os fornecedores das peças requeridas para o funcionamento da máquina, com o intuito de reduzir o custo durante o desenvolvimento da prensa.

3.1 Análise de custo da produção

Segundo OSCAR (2011) Custo é o valor pago ao trabalho necessário para a aquisição, conversão e produção de bens ou serviços. É o valor gasto para produzir o produto na linha de produção

Tabela 3 – Custos dos Componentes

Item	Descrição do Produto	Preço Total
1	Haste SAE 1045 Cromado	R\$ 285,20
2	Válvulas de Controle Direcional	R\$ 77,39
3	Válvula Controle de Fluxo	R\$ 35,72
4	Manômetro Painel	R\$ 36,50
5	Unidade de condicionamento	R\$ 46,72
6	Válvula de sequência	R\$ 62,10
7	Válvula de simultaneidade	R\$ 58,72
8	Compressor	R\$ 367,90
9	Custo de mão de obra	R\$ 1000,00
	Valor Total	R\$ 1970,25

Conforme mostra a tabela, podemos analisar o custo total da produção, percebe-se que o investimento necessitado é de aproximadamente mil novecentos e setenta reais e vinte e cinco centavos. Esse valor pode ser alterado devido à necessidade de mais de um conjunto de componentes. Contudo, por se tratar de um equipamento que visa à

redução do esforço humano, faz com que haja um aumento na produção, retornando assim o capital investido.

Outra vantagem deste equipamento está na simplicidade de manuseio do mesmo, descartando a necessidade de uma mão de obra especializada para sua manipulação. Em função disso a máquina pode ser implantada em qualquer ambiente de reciclagem.

Esse projeto visa à construção do equipamento focando em ajudar no meio ambiente, pois o consumo de energia elétrica é reduzido em 95%, ou seja, usam-se apenas 5% da energia consumida no processo primário de fabricação do alumínio, esse mesmo valor é comparado com as emissões de gás efeito estufa.

Ao analisar e pesquisar as prensas desenvolvidas pelo mercado é comum encontrar equipamentos semelhantes aos propostos neste trabalho, entretanto o custo de venda pode variar entre cinco mil e até cem mil reais, dependendo do tamanho e do material para fabricação.

Contundo, essa pesquisa visa desenvolver uma prensa para utilização em centros de reciclagem menores, com intuito de aumentar a produtividade com um custo menor de produção, sendo assim competitiva e eficiente.

3.2 Funcionamento de um compactador pneumático

Considerando funcionalidade, foi feito um estudo sobre o funcionamento da prensa, a base de estudos foi feita sobre uma prensa capaz de reduzir o volume de latas de alumínio com especificação técnica de 65 mm de diâmetro e 160 mm de altura. Foi utilizado nessa prensa os componentes citados na Tabela 3

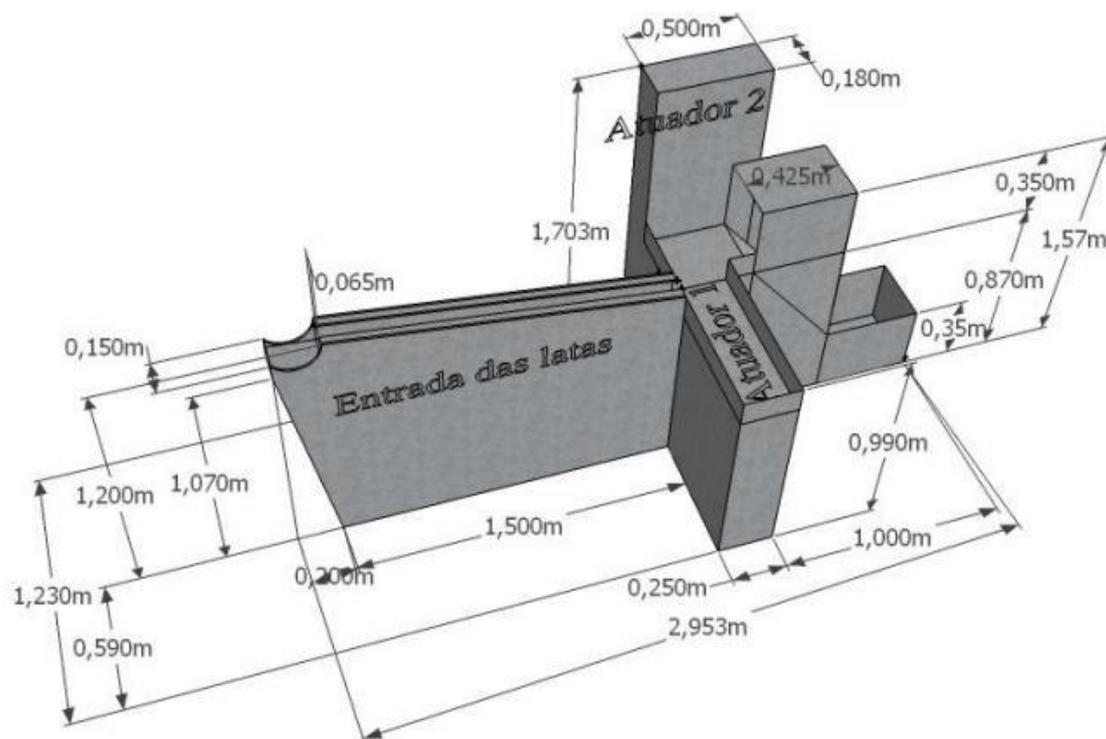


Figura 14 – Design de uma prensa pneumática para latas com diâmetro de 65 mm

O método de funcionamento consiste na introdução das latas de alumínio no reservatório, o possui uma inclinação para que a lata possa descer. Após isso, um cilindro pneumático (A) posiciona a lata até um segundo cilindro (B), na qual tem a função de amassar a lata na espessura desejada, para enfim um jato de ar finalizar o processo impulsionando a lata amassada para o reservatório.

Sua indicação algébrica pode ser dada como (A+ B+ A- B-), pois a partir do momento que a haste B avança para esmagar a lata, a haste A retrocede, e a haste B executa o mesmo funcionamento com o mesmo intuito.

Tabela 4 – Funcionamento dos atuadores em forma de tabela

Movimento	Haste A	Haste B
1	Avança	Parado
2	Parado	Avança
3	Retorna	Parado
4	Parado	Retorna

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa pesquisa apresentou o conceito da criação de um compactador de latas de alumínio funcionando através da pneumática, com intuito de promover melhores condições de trabalho, minimizando o tempo e esforço, a fim de melhorar na produtividade em pequenos centros de reciclagem.

Em seguida foi verificado se alguns objetivos específicos foram alcançados e de que maneira foram obtidos, para assim alcançar o objetivo geral do projeto.

Verificar se há vantagem no uso de um prensa pneumática em relação ao trabalho manual;

A prensa pneumática apresenta vantagens como: maior rendimento financeiro, maior eficácia e melhoria na qualidade de vida. Por se tratar de um processo automatizado há uma redução de tarefas repetitivas que contribuiriam para a exaustão dos funcionários, permitindo também menor tempo de operação do processo.

Analisar o custo econômico do projeto;

Conforme os dados visto na tabela 3, verificou-se que o custo total de produção de uma prensa pneumática para pequenos centros de reciclagem é em média dois mil reais, podendo esse valor aumentar ou diminuir devido a necessidade de mais componentes para a prensa, ou de algum material diferente. No entanto, devido a prensa produzida reduzir o esforço humano, diminuindo assim as lesões e posteriormente o afastamento dos funcionários, isso faz com que haja um aumento de 40% na produção em comparação com o trabalho manual;

Verificar a eficiência e eficácia da operação.

A eficiência do projeto foi comprovada nas vantagens descritas acima, como redução dos custos de operação, redução de atividades repetitivas possibilitando um aumento no ritmo de trabalho e aumento na produção e qualidade. A eficácia desse projeto

está na capacidade de fácil manuseio do equipamento, junto com a fácil implantação e auto rendimento, pois é possível deformar dezenas de quantidades de latas em poucos segundos.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos desse projeto, conclui-se que a implementação de um compactador pneumático nos processos de reciclagem oferece inúmeras vantagens, podendo beneficiar: os operários, pois reduz o esforço braçal e conseqüentemente uma exaustão muscular; a produção, podendo incrementar até 40% em relação ao trabalho manual, e ao próprio meio ambiente, pois o processo de reciclagem requer 95% a menos de energia.

Tratando-se do ponto de vista econômico, conclui-se que o custo total de produção de uma prensa é relativamente baixo em comparação com outras prensas semelhantes vendidas atualmente.

Pode-se concluir que o projeto de pesquisa sobre um compactador pneumático baseado em estudos de casos de aplicações, referências e procedimentos, poderá render a criação de um compactador economicamente viável, eficiente e eficaz.

Alcançando assim os objetivos estipulados nesse trabalho.

6. REFERÊNCIAS

FIALHO, B.F; **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de circuitos.** 2011

SENNIAPPAN, A.P. “**Baselining a compressed air system—an expert systems approach**”. Dissertação, Morgantown, West Virginia University, USA, 2004.

SAIDUR, R., RAHIM, N.A., HASANUZZAMAN, M., “**A review on compressed-air energy use and energy savings**”, Renewable and Sustainable Energy Reviews14, 1135–1153 (2010). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.013>.

SCHMIDT, C., KISSOCK, K. “**Modeling and simulation of air compressor energy use**”. ACEEE Summer Study on Energy in Industry, West Point, NY, July 19–22.2005.

http://aceee.org/files/proceeding/2005/data/papers/SS05_Panel01_Paper13.pdf. Acesso em: 01 de Março 2021

JUNIOR, O.P.G.et.al **Automação de ponte rolante utilizando rede industrial.** Belém, 2008. IESAM - Instituto de Estudos Superiores da Amazônia. <http://www3.iesampa.edu.br/ojs/index.php/controlado/article/view/621>. Acesso 28 de fevereiro 2021.

LAYARGUES, P. P. **O cinismo da reciclagem:** o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. http://www.cpd1.ufmt.br/gpea/pub/philippe_latinhas.pdf. Acesso 01 de março 2021.

PAVANI, S.A; **Comandos Pneumáticos e Hidráulicos.** 2011

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, Winderson E. **Automação e controle discreto.** 1998

VERRAN, G. O *et, al.* **Reciclagem de latas de alumínio usando fusão em forno elétrico à indução.** Estudos Tecnológicos, 2007. Vol. 3, nº 1:01-11 http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/5726/2925. Acesso 14 de fevereiro 2021.

NEGRI, Victor Juliano de. **Sistemas hidráulicos e pneumáticos para atuação e controle:** parte II – Sistemas pneumáticos para automação. Centro Tecnológico Universidade Federal de Santa Catarina, registro 358.561 - livro 602, Florianópolis, 2011. Acesso 20 de fevereiro 2021.

GUIMARÃES NETO, Oscar. **Análise de custo.** Curitiba, 2008.

GARDNER, JOHN. **Diretor de sustentabilidade da empresa Novelis.**
<https://www.oeco.org.br/noticias/27149-reciclar-pode-ser-a-saida-para-fabricantes-de-aluminio/>

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial.**
Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001.

