

O IMPACTO DO USO DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS NO RAMO DA RECICLAGEM

SPINELLI, Dharlla Grazielly de Souza

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. dharllagrazy@gmail.com

SOUZA, Mateus Lobo

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. mtslbsz@gmail.com

SANTOS, Cláudia Gomes de Oliveira dos

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. claudia.santos@docente.unievangelica.edu.br

Resumo

A produção diária de lixo é altamente preocupante tendo em vista questões ambientais e sociais, requerendo urgentes medidas de tratamento, como a reciclagem. No Brasil, este processo está longe de ser ideal em resíduos sólidos, entretanto, devido a emergência deste assunto, engenheiros e gestores buscam formas de otimização. Atentando a essa área, a engenharia mecânica vem contribuindo ao proporcionar diversos meios para controle e execução de planos de ação visando a organização, melhor desempenho, projetos e tecnologias relacionadas, como é o caso do uso de automatização nas máquinas, que promove melhor desempenho, praticidade e versatilidade aos procedimentos. Por meio deste trabalho busca-se expor os impactos que as ferramentas da engenharia mecânica geram no ramo da reciclagem, ressaltando a automação, os maquinários comumente atribuídos e a trajetória histórica do país, além de exemplificá-los na realidade de empresas do cenário municipal. A apuração de informações teóricas, que estruturam a pesquisa descritiva, embasou-se em livros, artigos e documentos relacionados, como panoramas nacionais. Já o conteúdo prático deu-se através de visitas em três plantas de firmas recicladoras na cidade de Anápolis-GO, onde foi possível analisar a realidade local. Os dados apurados no decorrer das três atividades de campo evidenciam o quão essencial a contribuição da engenharia mecânica é ao desenvolver-se as atividades demandadas. Os principais resultados comprovam que o saldo é positivo quando há investimentos em aparatos tecnologicamente avançados, pois otimizam a realidade produtiva das empresas.

Palavras-chave: Engenharia mecânica; Meio ambiente; Maquinários; Empresas.

1. Introdução

Devido ao desenvolvimento industrial, o mercado consumista fabrica produtos com um curto prazo de validade visando a troca destes, tornando o controle do lixo, tanto líquido quanto sólido, um grande desafio, principalmente em regiões com alta taxa de crescimento populacional. A falta de eficácia e eficiência no manejo desses resíduos resulta em danos ambientais com grande impacto negativo, estendendo-se além dos limites geográficos das grandes cidades [1].

Com base nos impactos causados pelo excesso de lixo no panorama de resíduos sólidos publicado em 2019, percebe-se que o Brasil produz, em média, 79 milhões de toneladas de lixo, podendo gerar 100 milhões de toneladas até 2030, o que acarretará um enorme problema ao país, visto que 40,5% deste é descartado em locais inapropriados e sem passar por processos de reciclagem adequados. Considerando a emergência da situação, o tratamento de resíduos alerta para intensificação da exploração de meios para seu desenlace. Dessa forma, a reutilização e a reciclagem apresentam-se como soluções bastante viáveis à questão, favorecendo a natureza e reduzindo o impacto ambiental [1].

Com embasamento no código de ética do profissional da engenharia do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA, o engenheiro, como agente do saber, deve contribuir e explorar recursos a diversos fatores que impactam de forma direta ou indireta a humanidade, seu bem-estar e desenvolvimento. Prontamente, através da tecnologia a engenharia contribui com máquinas e equipamentos que facilitam diversas atividades na reciclagem. Estes maquinários são desenvolvidos através da utilização de conteúdos como por exemplo de resistência dos materiais, mecânica estática e dinâmica aplicada, elementos de máquinas e, uma das mais relevantes para os avanços relacionados, a automação. Tais oferecem às construtoras

significativos fundamentos teóricos para elaboração de aparelhos cada vez mais aprimorados [2].

Por meio deste busca-se expor os impactos que as ferramentas da engenharia mecânica geram no ramo da reciclagem, ressaltando a automação, os maquinários comumente atribuídos e a trajetória histórica do país, além de exemplificá-los na realidade de empresas do cenário municipal.

2. Revisão da literatura

A reciclagem tem como objetivo reutilizar um material descartado, para fabricação de novos produtos, como matéria-prima inicial após passar por um tratamento adequado. Os materiais mais comuns de serem reciclados são papel, papelão, plástico, vidros e metais. Este processo produz inúmeros efeitos econômicos e ambientais positivos, como por exemplo minimizar a exploração de matéria prima e recursos naturais, reduz o custo de produção por se tratar de material barato, reduz a poluição de solos, águas, nascentes e ar como é o caso em lixões, ameniza a emissões de gases à atmosfera, além de garantir renda para famílias através da venda, transporte ou coleta do resíduo [3].

Devido a emergência existente neste assunto e o auto crescimento de produção de lixo anual, cada vez mais, cooperativas, indústrias e ações governamentais buscam formas de otimizar o processo de reciclagem, e é através da linha de processos e maquinários que tal otimização ocorre. A indústria de reciclagem cada vez mais recebe máquinas qualificadas que fazem a separação de material de forma eficiente e rápida, além de ser possível encontrar muitas linhas totalmente automatizada, mas ainda existem cooperativas nesta área que não possuem muitos maquinários [3].

A Espanha tem se destacado no ramo da reciclagem com a Ecocentral granada, localizada em Alhendin, com uma planta cuja capacidade é de 450mil t/ano, e linha que possui duas frentes permitindo que a fábrica trabalhe com dois tipos de materiais diferentes. Conta com quatro linhas de tratamento e dez separadores automático Autosort (sistema de seleção que combina a detecção de cores e de informações aprimoradas dos materiais, resultando em um sistema multifuncional) demonstrado na figura 1. Essa automação permitiu que esta unidade se tornasse referência em automação e reciclagem [4,5].

Figura 1 – Separadores de materiais



Fonte: <https://ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/central-automatizada-na-espanha>

O engenheiro de resíduos da Ecocentral granada, Alonso define como vantagens a alta disponibilidade e alta eficiência de separação, destacando que a máquina já vem preparada para os diversos

tipos de novos produtos que vem lançando no mercado, um diferencial nessa máquina é justamente poder reconfigurar a cascata de seleção dos materiais, demonstrando as vantagens em que possui uma linha altamente automatizada, e o quanto a engenharia tem para oferecer nesse ramo de reutilização [4].

2.1 Automação

Refere-se à condição do sistema capaz de executar suas atividades e tarefas, detectar anormalidades e corrigi-las de forma automática, sem participação constante do operador durante sua operação, concentrando-se na programação que rege tal comportamento. Estes mecanismos são constituídos de diversos elementos elétricos, pneumáticos, mecânicos e hidráulicos. Através da interface homem-máquina (IHM), possibilitam a visualização do levantamento de meios de informação como relatórios, gráficos e históricos de tendências, donde extrai-se uma visão ampla sobre o processo e suas variáveis [6,7].

Automatizar um sistema é trabalhar e controlar as variáveis de maneira a obter melhor rendimento ou melhor cenário para dada situação. Sendo o principal desafio efetuar com segurança o controle lógico, dinâmico com a comunicação visual/digital do mesmo, de forma a ficar mais agradável e compreensível para o operador do maquinário automatizado. O principal sistema lógico se dá pelos dados (on-off ou sim-não), mas também são utilizados sistemas de time-driven que são acionadores por tempo, ambos participam da linguagem usual de automação [8].

Sua viabilidade deve-se aos consideráveis benefícios que traz consigo, sendo alguns: otimização do processo e conseqüentemente do produto final, aumento na garantia da preservação da integridade do trabalhador, viabilizar atividades manualmente impossíveis [7].

Modalidades de processos diferentes divergem no campo da automação, sendo os processos contínuos e de manufatura. A figura 2 trata de controle e pouco movimento dos componentes, como numa estação de tratamento de água, onde pressão, temperatura e vazão, são variáveis comumente foco de análise [7].

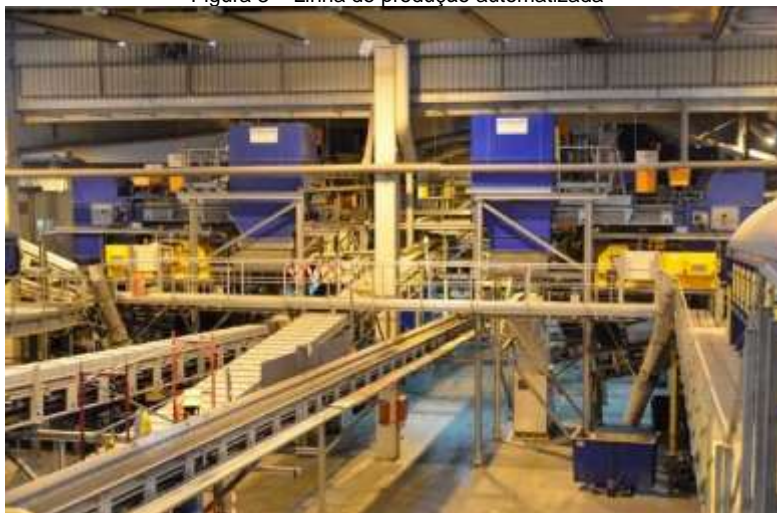
Figura 2 – Estação de tratamento de água



Fonte: <https://www.pepperl-fuchs.com/brazil/pt/28217.htm>

Quanto a figura 3, percebe-se alta movimentação de seus elementos, como numa linha de reciclagem, onde maquinários mecânicos e esteiras continuamente se deslocam para trabalhar em separação de materiais. Velocidade e deslocamento são principais aspectos deste processo [7].

Figura 3 – Linha de produção automatizada



Fonte: <https://ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/central-automatizada-na-espanha>

Alguns ramos industriais mesclam ambos modelos, a ver as fábricas de bebidas que estocam, armazenam e tratam os líquidos em ambientes controlados, e em seguida os direcionam a processos de envase, rotulagem e traslado [7].

Outro fator que segmenta a automatização industrial é o grau de flexibilidade, neste caso em três cenários: rígida, programável e flexível. A primeira, trata da produção restrita a itens específicos, a seguinte é adaptável a situações distintas possibilitando a alteração na manufatura desta linha, já a última combina características das anteriores, permitindo variações no fabrico, todavia estas são menos vastas em comparação à adaptável [7].

2.2 Maquinários

São diversos os ramos onde a engenharia mecânica se encontra aplicada, desde cálculos dimensionamento de aviões, foguetes, estrutura metálicas, geração de energia até objetos mais simples encontrados cotidianamente, como sistema de refrigeração de uma geladeira, uma máquina de lavar. Inúmeros são os maquinários presentes no nosso dia-a-dia, e todo objeto mesmo sem aplicações mecânicas é produzido por suas ferramentas. E é claro que não poderia ser diferente nas questões ambientais, como é o caso da reciclagem [9].

Os principais maquinários utilizados para compor uma linha de produção eficiente na indústria de reciclagem são as prensas hidráulicas, sejam elas verticais ou horizontais, esteiras de transporte, moinhos, tanque separadores, lavadoras, secadoras, extrusoras, trituradoras, entre outros, exibido nas figuras 4, 5 e 6. Entretanto a engenharia já tem se destacado até no processo de chegada dos materiais, onde muitas empresas já investem na qualidade do resíduo antes mesmo da chegada na planta, como é o caso de caminhões com carroceria metálica fechada para transporte de papel e papelão, como caminhões roll on/roll off, e balanças conferentes de cubagem e empilhadeiras adaptadas para determinadas ações de movimentação de fardos [10].

Mesmo sem participação direta na linha de reciclagem os diversos dispositivos que contribuem para o resultado final, também levam consigo uma carga de engenharia e suas diversas aplicações, por mais simples que pareçam como por exemplo uma linha de vida para lonamento de um caminhão carregado, é a materialização de um estudo de vigas e estruturas metálicas em resistência dos materiais [10].

Figura 4 – Prensa enfardadeira vertical



Fonte: <https://www.enfardadeira.com.br/>

Figura 5 – Prensa hidráulica horizontal



Fonte: <http://www.inovaprensas.com.br/prensa-horizontal-enfardadeira>

Incluindo automação nos maquinários a engenharia passa a estar ainda mais presente, com o uso de sensores, válvulas, controladores lógicos programáveis também conhecidos como CLP's que são itens bastante utilizados no processo de automatização de um equipamento [8].

2.3 Reciclagem no Brasil

No início da indústria de reciclagem no Brasil, por volta do fim dos anos 80, a taxa total de resíduos sólidos urbanos (RSU) reciclados não atingia 1% da quantidade gerada, principalmente devido à falta de investimentos governamentais, pois a atividade não era assimilada como necessidade pública. Somente após a conferência das nações unidas sobre o meio ambiente e o desenvolvimento, Cumbre do Rio de 1992, sobre o preocupante crescimento de geração de RSU que o cenário foi visto como importante e impactante. Desde então, a reutilização e reciclagem tem sido fundamentais nas pautas dos principais eventos relacionados à meio ambiente [11].

Nas primícias, poucos materiais eram definidos como recicláveis e os maquinários apresentavam diversas limitações quanto à alguns tipos. Desde então, mecanismos adaptados e metodologias de processo vem sendo elaborados e atribuídos, com isso havia a expectativa de que a porcentagem de reciclagem total sobre os RSU aumentasse. Entretanto, em 2018, através do anuário de reciclagem, mostrasse notório que o Brasil reciclou somente 1% do lixo produzido, média similar a dos anos 80. Há alguns empecilhos que bloqueiam o funcionamento pleno dos processos de reciclagem no país, dentre eles: falta de conscientização pessoal, coletiva, empresarial e industrial sobre segregação e descarte de materiais; apoio e participação insuficientes por parte de órgãos governamentais, instituições e secretarias; carências em gestões ambientais públicas e privadas [3,12].

Com base nos dados apresentados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), é possível notar que os resíduos sólidos urbanos alcançaram a marca de 216,619 toneladas/dia e per capita 1,039 kg/habitante/dia, apresentando aumento respectivo de 0,82% e 0,39%, em comparação aos anos de 2017 e 2018, quanto aos números de reciclagem não houve alteração, segundo o IBGE [1,11].

3. Metodologia

O artigo foi desenvolvido em quatro partes, sendo elas: problematização da temática, seleção de referências compatíveis ao tema abordado, realização de visitas em empresas de reciclagem e organização da estruturação do trabalho. A revisão da literatura deu-se acerca do tema da contribuição da engenharia mecânica na área da reciclagem, destacando seu impacto e evolução. As palavras chaves utilizadas para a pesquisa geral foram: engenharia mecânica, meio ambiente, maquinários e empresas, as fontes de busca foram Scielo, Science Direct, e Google Scholar.

As principais referências utilizadas na reciclagem publicações de ONG's ou de cunho governamental de estudos específicos dessa área, de no máximo 3 anos anteriores (2017-2020), utilizando as publicações mais recentes de cada situação. Já na parte específica de engenharia utilizou-se artigos e livros para descrever sua aplicação. A pesquisa apresenta caráter descritivo, pois ressalta as características das situações, entretanto, conta com aspectos qualitativos no preenchimento do levantamento de dados, apresentados nas tabelas 2, 3 e 4.

Na pesquisa em campo pretendeu-se buscar informações diretamente com a realidade da situação em questão, num encontro direto. Nesse caso, visitou-se três diferentes empresas do ramo da reciclagem no município de Anápolis-GO, que são onde os fenômenos ocorrem, e reuniu-se um conjunto de informações com fim de documentação. Devido sigilo estas serão tratadas como empresas A, B e C. Escolheu-se esses locais para contemplação da engenharia mecânica em diferentes portes empresariais, compreendendo de cenários simplórios à bem estruturados com linhas semiautomatizadas, evidenciando sua presença e contribuição.

As visitas seguiram padrões, com o acompanhamento dos responsáveis pelo setor de produção que sanavam as dúvidas enquanto direcionavam a excursão pela planta da empresa. As perguntas realizadas para o recolhimento de informações foram padronizadas e abrangem temas como tipo de material reciclado, etapas do processo de acordo com a estrutura do ambiente, maquinários envolvidos e produção diária, sendo assertivas em relação ao objetivo da análise. Todas as empresas avaliadas reciclam material classe B, segundo a classificação geral de resíduos, disponibilizada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, publicação 307 art 3º [13, 14].

Ao final de cada visita, foi solicitado ao responsável da planta o preenchimento da tabela 1.

Tabela 1 – Levantamento de dados padrão

EMPRESA				
ÚLTIMO MAQUINÁRIO ADQUIRIDO:				
ASPECTOS AVALIADOS	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
AGILIDADE				
TEMPO NO PROCESSO				
PRODUTIVIDADE				
SEGURANÇA				
IMPACTO NA MÃO DE OBRA				

Fonte: do autor

O levantamento de dados foi baseado no parecer de experiência do acompanhante da visita, pois as empresas não possuem o método de métrica por indicadores tabelados, os aspectos para avaliação aconteceram de forma parametrizada. O fator de discussão foi o impacto do último maquinário obtido por cada estabelecimento, para identificar se a aplicação destes trouxeram aos estabelecimentos resultados relevantes na produção e no cotidiano do processo, o que é esperado ao investir-se. Os critérios utilizados foram: agilidade, que se refere ao dinamismo; tempo no processo; produtividade, que se atenta ao aumento de rendimento; segurança aos colaboradores e impacto na mão de obra humana. As informações técnicas foram aferidas durante as visitas, nos diálogos e em consultas às fichas técnicas expressas nas próprias máquinas.

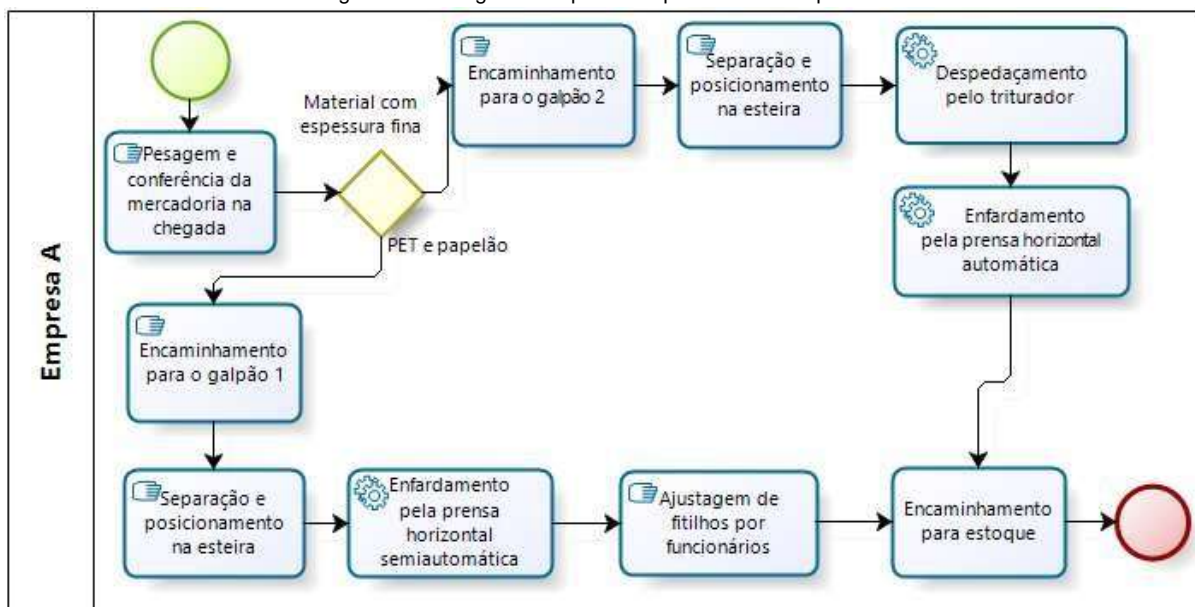
4. Resultados

Com base nas informações abordadas na revisão descritiva, analisa-se que a engenharia mecânica vem contribuindo efetivamente no ramo da reciclagem, propondo meios e soluções para resolução e/ou otimização de questões e cenários da área, principalmente, com máquinas automatizadas que operam isoladamente ou compõem linhas de produção [4].

As análises de cada empresa realizaram-se com ilustrações do processo, por meio do software Bizagi, observações das etapas, ressaltando a participação do maquinário e levantamentos tabelados, visando examinar alguns aspectos que expõe as mudanças na realidade após a aquisição de novas máquinas, e figuras que demonstram as aplicações da mecânica.

Presente no mercado há aproximadamente 40 anos, a empresa A compartilhou experiências de mercado, processos aplicados, listagem de itens comprados e desenvolvidos com participação de engenheiros mecânicos. Realizou sua primeira compra de maquinário no ano de 1989. Os materiais separados para reciclagem são PET's, papelão e papel. O processo inicia-se com a chegada de caminhões na planta, estes são pesados numa balança rodoviária e tem suas cargas conferidas. Descarregam o material com uso de empilhadeiras com garfos adaptados, e de acordo com o produto seguem-se diferentes procedimentos. Essa tem capacidade de produção de 120 fardos/dias contando com o seguinte fluxo da figura 7:

Figura 7 – Fluxograma do processo produtivo da empresa A



Fonte: do autor

Vale destacar que a diferença entre a semiautomática e a automática está na amarração dos fitilhos que prendem os fardos. A semiautomática posiciona-os, mas não ocorre a ajustagem final necessária para a sustentação do mesmo, fazendo-se necessária mão de obra humana. No caso da automática esse processo é finalizado na máquina. A colocação dos materiais nas esteiras é realizada humanamente em ambos casos, visando evitar diversidade de materiais no mesmo fardo.

O envolvimento da engenharia mecânica está presente na construção dos galpões de estrutura metálicas, e no maquinário investido como balança rodoviária, empilhadeiras com garfo modelo Clamps, estrutura de linha de vida, prensas automáticas, esteiras, triturador, caminhões guinchos e caminhões roll on/roll off, sendo estes proporcionadores de evolução ao panorama da empresa devido a agilidade em que trabalham, como discrimina a tabela 2.

Tabela 2 – Levantamento de dados empresa A

EMPRESA A				
ÚLTIMO MAQUINÁRIO ADQUIRIDO: CAMINHÃO MERCEDES BENZ 1113 ROLL ON/ROLL OFF				
ASPECTOS AVALIADOS	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
AGILIDADE				X
TEMPO NO PROCESSO				X
PRODUTIVIDADE				X
SEGURANÇA			X	
IMPACTO NA MÃO DE OBRA			X	

Fonte: do autor

O caminhão empregado na ocasião tem capacidade de transporte de 22500 kg. Logo observa-se que o impacto do uso de ferramentas e maquinários no processo mesmo que indiretamente a linha de produção, que é o caso de caminhões para coleta dos resíduos, melhorou o desenvolver das atividades relacionadas ao recolhimento do material.

Com as figuras 8 e 9 a/b é possível visualizar com alguns dos equipamentos mecânicos disposto na empresa A:

Figura 8 - Balança rodoviária



Fonte: do autor

Figura 9 - Esteira de acesso a prensa horizontal (a) / Empilhadeiras com garfos modelo Clamps (b)

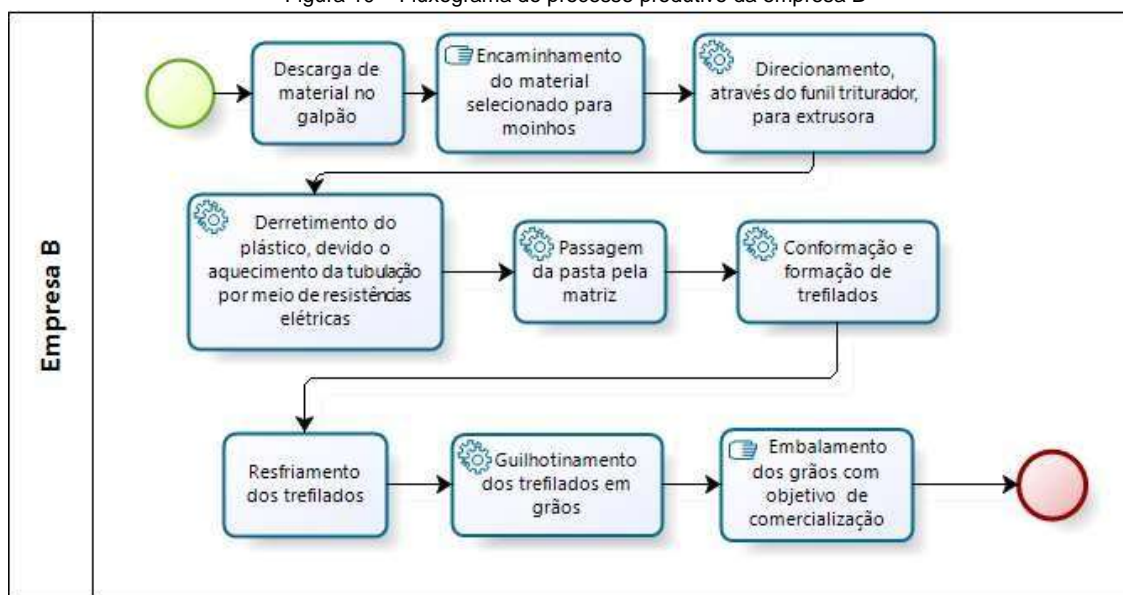


Fonte: do autor

A empresa A já conta com uma grande gama de maquinários atuais, mas se tratando de equipamentos mecânico sempre há espaço para melhorar a eficiência. Logo propõe-se que a planta utilize de um layout onde a esteira de acesso, a prensa de papelão e PET seja disposta em paralelo com a esteira de acesso a prensa de materiais finos, como papel, bulas e caixas de remédio, na entrada das duas seja posto um separador automático para seleção do material, evitando assim 4 mãos de obras empregue nessa atividade.

A empresa B atua exclusivamente no segmento de reciclagem de plásticos há aproximadamente 4 anos, tendo capacidade de produção diária de 1500 kg de grãos geralmente atendendo à demanda de produção de sacolas plásticas e conta com aproximadamente oito funcionários. O processo inicia-se com a segregação dos materiais chegados a planta, estes se já selecionados seguem fluxo direto aos moinhos, caso não sejam são separados para depois prosseguir com o fluxo. Essa tem capacidade de produção de 1500 kg/dias de grãos para fabricação de sacolas recicladas. Seguindo o processo descrito na figura 10.

Figura 10 – Fluxograma do processo produtivo da empresa B



Fonte: do autor

Os principais destaques da engenharia nessa planta são os moinhos e a extrusora. Os moinhos possuem tamanhos de facas diferentes, uma cisalha o plástico em tiras, o outro já transforma os plásticos em pedaços ainda menores. O processo de conformação e formação de trefilados se dá através da extrusora, onde o processo se encerra após tornar-se grãos.

Tabela 3 – Levantamento de dados empresa B

EMPRESA B				
ÚLTIMO MAQUINÁRIO ADQUIRIDO: MOINHO PLASTIMAX PM800				
ASPECTOS AVALIADOS	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
AGILIDADE				X
TEMPO NO PROCESSO			X	
PRODUTIVIDADE				X
SEGURANÇA				X
IMPACTO NA MÃO DE OBRA			X	

Fonte: do autor

O moinho referido conta com 50 cv de potência de motor, boca de alimentação de 390 x 815 mm, 3 facas rotativas e 2 facas fixas. Percebe-se, através da tabela 3, que houve potencialização do rendimento pois o equipamento exerce uma funcionalidade difícil para mão de obra humana, contribuindo inclusive para saúde ergométrica dos colaboradores, garantindo ótima produtividade e desenvoltura para exercer a atividade.

As figuras 11, 12 e 13 serão capazes de ilustrar ainda mais o decorrer do processo, esclarecendo a participação dos maquinários na planta B.

Figura 11 – Moinho antigo (a) / Último moinho adquirido (b)



Fonte: do autor

Figura 12 – Processo de extrusora de plástico



Fonte: do autor

Figura 13 – Material finalizado em grãos (a) / Fardos empacotados (b)

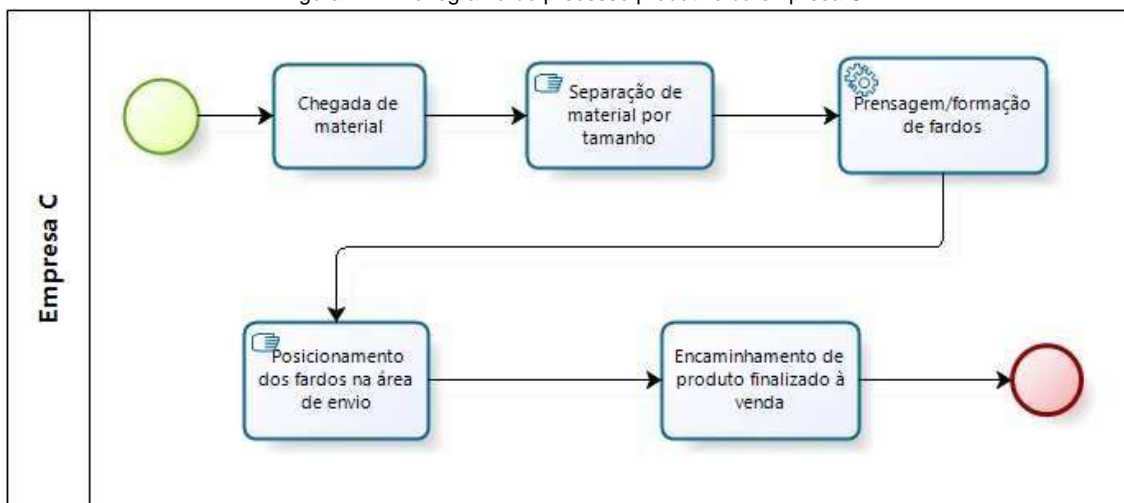


Fonte: do autor

Para a empresa B sugere-se que seja levantado a possibilidade de fazer com os maquinários um método de linha de produção com esteiras transportadora de material; assim será possível ganhar no custo de mão de obra, pois atualmente os colaboradores precisam se deslocar para buscar o material, o que é desperdício de horas homens, além de que com um processo de linha seria possível garantir melhor fluidez no processo em questões de tempo.

Já o segmento de reciclagem de papelão da empresa C opera numa sistemática simplória de funcionamento, mesmo sendo filial de uma marca com 22 anos de mercado. Contando com três prensas enfardadeiras verticais que, em média, produzem de 15 a 18 fardos por dia, segue uma organização de seqüência e fluxo conforme apresentado na figura 14.

Figura 14 – Fluxograma do processo produtivo da empresa C



Fonte: do autor

A mesma conta com três diferentes modelos de prensas enfardadeiras manuais. Mesmo se tratando de equipamentos mecânicos, para que funcione é demandada a utilização de mão de obra humana. Por dia são produzidos em torno de 15 a 18 fardos.

A prensa incrementou melhoria, contudo como há necessidade de participação constante de funcionários para posicionamento dos materiais nas enfardadeiras, sendo assim o levantamento de dados aferiu-se da seguinte forma, na tabela 4:

Tabela 4 – Levantamento de dados empresa C

EMPRESA C				
ÚLTIMO MAQUINÁRIO ADQUIRIDO: PRENSA ENFARDADEIRA ROBUST PHV-25tr				
ASPECTOS AVALIADOS	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
AGILIDADE				X
TEMPO NO PROCESSO		X		
PRODUTIVIDADE		X		
SEGURANÇA				X
IMPACTO NA MÃO DE OBRA	X			

Fonte: do autor

Esta prensa opera com potência hidráulica de recalque de 25 t e potência do motor trifásico de 10 cv, capaz de produzir fardos de 110 x 100 x 60 cm. Como é possível notar, o tempo no processo a agilidade e o impacto na mão de obra não atingiram notas boas, devido ser inviável prensar materiais sem a ajuda de equipamentos, porém como sempre, os maquinários comprovam que agilidade e segurança são itens essenciais. A figura 15 ilustra uma das prensas utilizadas.

Figura 15 – Prensa enfardadeira vertical



Fonte: do autor

Para a empresa C, suponha-se que a melhoraria da quantidade produzida por dia vem agregada a automatização do processo, utilizando prensas horizontais ou verticais automáticas para realizar o enfardamento de forma mais ágil, e para garantir ao mesmo ainda mais desenvoltura as esteiras transportadoras seriam essenciais.

Confrontando os dados recolhidos, é clara a compreensão de que a possuidora do maior número de ferramentas e maquinários mecânicos é a maior produtora e a única que possui o tempo de processo avaliado como ótimo, esclarecendo que os equipamentos são agentes essenciais desse dinamismo.

O presente trabalho ressaltou a participação da engenharia mecânica como auxílio em prol da evolução da importante questão socioambiental, a reciclagem/reutilização de resíduos. Demonstrando o quanto a engenharia tem se dedicado a oferecer maior tecnologia, com maquinários completos, linhas qualificadas e

dispositivos automatizados, com foco na situação local. Com os avanços tecnológicos nos diversos campos da ciência como robótica e mecatrônica, o nível de alcance da engenharia tende a expandir. Novas máquinas ainda mais elaboradas e automatizadas, métodos de produção e coleta de dados sofisticados com precisão e eficiência aumentadas, ampliando assim as opções e suporte ao mercado da reciclagem.

Através das visitas nos empreendimentos relacionados, observou-se que os impactos de aderir à maquinários foram relevantes, como fluidez e elevação de rendimento ao processo e segurança aos colaboradores, todavia, as aquisições persistem tímidas, expondo escassez de planejamentos a médio e longo prazo. Ao se levantar informações sobre históricos ou parâmetros de evolução nas empresas visitadas, notou-se que estas estatísticas não são adotadas, o que dificulta uma análise de reação produtiva à alterações ocorridas e adotadas, além de limitar a percepção do cenário com o passar do tempo, pois estas técnicas relatam o comportamento do alvo de estudo, apontando aspectos de desempenho satisfatório ou carentes de melhorias.

Como consequência ao temor em investimento em maquinários de última linha na esfera nacional e local, é possível notar que tem sido desproporcionais os avanços de reciclagem em relação à produção de lixo, visto que a porcentagem de resíduos sólidos reciclados atualmente se aproxima dos números obtidos em meados dos anos 90, onde o cenário tecnológico não dispunha de tanta versatilidade e eficiência. As perspectivas em relação a realidade contemporânea são catastróficas, fazendo-se necessários investimentos governamentais, disciplina popular e ações de profissionais capazes de exercer seus ofícios e integrar seus conhecimentos técnicos e teóricos a serviço da população e meio ambiente, visando o bem-estar comum e preservação dos recursos naturais para gerações seguintes. Tais iniciativas apelam não somente para retornos financeiros ou estabelecimento de influência comercial, mas principalmente, à empatia ao cuidado ecossistêmico.

5. Conclusão

A pesquisa descritiva permitiu o alcance de consideráveis conhecimentos sobre a contribuição relevante da engenharia no ramo para seu funcionamento e desenvolvimento, automatização nas máquinas comuns no meio e a cultura nacional histórica sobre o tema.

As visitas técnicas possibilitaram uma percepção realista, tanto sobre as vantagens e benefícios da presença de maquinários tecnologicamente atualizados nas empresas quanto da carência de estrutura que o cenário expõe. Esse contato direto com o cotidiano das firmas em seus expedientes rotineiros, demonstrando as realidades vivenciadas, agregou-se aos estudos e informações teóricas.

É nítida a necessidade de aprimoramentos e adoção a métodos de gestão e produção que padronizem qualidade, assegurem segurança aos colaboradores envolvidos e otimizem o processo.

6. Referências

- [1] Abrelpe, Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019, publicada em 2019, p.11,12,13,15
- [2] CREA, código de ética, resolução nº1002, publicado em 2002, p.13
- [3] Anuário da reciclagem, publicado em 2018
- [4] Ciclo vivo, Central automatizada na Espanha - disponível em:
<https://ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/central-automatizada-na-espanha-e-exemplo-de-eficiencia-em-reciclagem/>
- [5] Tomra, Especificações de Autosort - disponível em: <https://www.tomra.com/pt-pt/sorting/recycling/products/autosort>
- [6] Rosário, José Maurício, Automação industrial, São Paulo 2009, p.18
- [7] Automação industrial – disponível em:
<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/arteaumacaoindustrial.pdf>
- [8] Automação de sistemas de prensas hidráulicas para usinas de reciclagem - disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/103803.pdf>
- [9] Aplicações da Engenharia mecânica- Oerlikon - disponível em:
<https://www.oerlikon.com/balzers/br/pt-br/setores/engenharia/aplicacoes-de-engenharia-mecanica/>
- [10] Como montar uma empresa de reciclagem- Sebrae - disponível em:
<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-empresa-de-reciclagem,0f287a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>
- [11] Linha do tempo da reciclagem- REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES - disponível em: http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-387.htm#_edn5
- [12] Revista da Sustentabilidade, Quais os principais problemas que impedem a reciclagem? – disponível em: <https://revistadasustentabilidade.wordpress.com/2015/06/10/685/>
- [13] A pesquisa de campo – disponível em: <http://books.scielo.org/id/vwc8g/pdf/piana-9788579830389-06.pdf>
- [14] Classificação de resíduos - Ministério do meio ambiente - disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>