



Proposta de melhoria de processo, fluxo produtivo e leiaute: um estudo de caso em uma empresa de reciclagem

Junio Bomcompane Garcia, Nayara Pavan Rodrigues e Ernesto Joel Penno

Resumo – A globalização econômica trouxe às empresas a necessidade de repensar suas atividades, dada competitividade e o acirramento da concorrência, tendo que buscar eficiência e eficácia cada vez maiores. Portanto, tomar a decisão certa no momento certo passa a ser algo primordial para a longevidade das empresas. As mesmas devem buscar o aprimoramento dos seus processos e produtos, reduzir custos mediante a eficiência produtiva e a racionalização dos recursos de manufatura, além de alcançar excelentes níveis de qualidade. Isso pode ser obtido através de melhorias organizacionais e operacionais, de forma a rever constantemente os procedimentos executados no ambiente de trabalho, bem como a gestão que conduz essas empresas, na tentativa de adequá-las às necessidades do mercado. Este trabalho tem como objetivo, através de um estudo de caso, demonstrar as melhorias que o aprimoramento do fluxo produtivo, desenvolvimento logístico, gestão de estoques e leiaute trazem para um empreendimento. Também foi evidenciado o aumento do lucro líquido que o negócio teria caso determinadas máquinas fossem adquiridas. Como resultado foi observado que o leiaute atual da CH3, a empresa de reciclagem que foi estudada, pode ser modificado de maneira a diminuir o tempo de produção, melhorar a organização da estrutura física e aumentar a segurança e produtividade da indústria.

Palavras-chave – Fluxo produtivo, Desenvolvimento logístico, Gestão de estoques, Leiaute

Proposal for improvements on process, production flow and layout: a case study at a recycling company

Abstract – The economic globalization has made businesses rethink their activities, given competitiveness and increased competition, making them seek greater efficiency and effectiveness. Therefore, making the right decision at the right time becomes something vital to the longevity of companies. They must seek the improvement of its processes and products, reduce costs through increased production efficiency and the rationalization of manufacturing resources, and achieve excellent levels of quality. This can be achieved through organizational and operational improvements, in order to constantly review the procedures performed in the workplace, as well as management that leads these companies in an attempt to adapt them to market needs. The goal of this work is to demonstrate the progresses that the

improvement of the productive flow, logistic development, inventory management and layout brings to an enterprise using a case study. It was also shown the impact that productive process modernizations can have on companies profitability. As a result, it was observed that the current layout of CH3, the recycling company studied, can be modified in a way that decreases production time, improves the organization of its physical structure and increases the safety and productivity of the industry.

Index Terms – Production flow, Logistics development, Inventory management, Layout

I. INTRODUÇÃO

Atualmente a sobrevivência das empresas está ligada diretamente à competitividade e à produtividade destas comparadas a de seus concorrentes. Por este motivo, as mesmas procuram estar sempre aperfeiçoando o seu processo produtivo e diminuindo custos de produção, pois é fato que melhorar os processos é fator crítico para o sucesso de qualquer organização (ABPMP, 2013).

As empresas buscam retirar o máximo de rendimento dos seus recursos, bem como realizar novos investimentos para ampliar sua presença no mercado (OLIVEIRA, 2007). A administração de Produção e Operações, além de estar presente em todas as áreas funcionais de uma organização, tem evoluído muito nas últimas décadas, uma vez que se tornou mais estratégica.

É essencial que sejam conhecidos os clientes dos processos e o que cada rotina ou atividade adiciona de valor nos processos. Para um bom desempenho é necessário identificar os gargalos do processo, eliminando-os, transferindo-os para outro ponto, ou implementando melhorias, pois esses gargalos é que ditam o ritmo do processo (GUERREIRO, 1999).

É paradoxal observar a multiplicação das ferramentas em contraposição com sua baixa utilização e com a baixa capacidade de inovação das empresas, principalmente de empresas pequenas em países subdesenvolvidos. A despeito do vasto conhecimento acumulado na área de desenvolvimento de produtos e processos, uma boa parte dos novos produtos ainda fracassa e as empresas seguem perdendo clientes. Estes fatos encontram suporte em publicações do Instituto de Pesquisa

Econômica Aplicada – IPEA. Estudos mais recentes demonstram que o Brasil melhorou muito no que diz respeito a inovação (ARBIX, 2017), mas quando se fala em empresas pequenas o percentual de inovação ainda é baixo (TURCHI e ARCURI, 2017).

Segundo Naveiro et al. (2007) em estudo do setor de fundição no Brasil, o sucesso das empresas depende em grande parte da maneira como produzem, absorvem e utilizam conhecimentos científicos e inovações tecnológicas. As empresas que mais se desenvolvem são as que melhor gerenciam seus processos de inovação, obtendo como resultados produtos diferenciados dos concorrentes e maior lucratividade. A inovação pode permitir que a empresa atenda a novas necessidades, pode melhorar sua posição em relação aos substitutos e pode eliminar ou reduzir a necessidade de produtos complementares escassos ou dispendiosos. Portanto, a inovação pode melhorar as condições de uma empresa com relação às causas externas de crescimento e, dessa maneira, aumentar o seu índice de crescimento (NAVEIRO et al., 2007).

O arranjo físico (leiaute) é um dos elementos abordados na área de produção. A organização do arranjo físico preocupa-se em buscar a melhor combinação entre equipamentos e o homem com as fases do processo, de forma a permitir o máximo de rendimento das etapas envolvidas, através da menor distância e do menor tempo possível (NASCIMENTO et al., 2016).

Este trabalho propõe melhorias no processo organizacional e no fluxo produtivo, além do aperfeiçoamento na gestão de estoques e leiaute de uma indústria de reciclagem, localizada em Itaboraí – RJ. Foi proposto um novo leiaute melhorando a disposição das máquinas, fluxos de pessoas, materiais e produtos em conjunto com melhorias processuais e nos recursos produtivos.

A metodologia de pesquisa adotada nesse artigo foi tipo estudo de caso, que possui grande relevância no meio acadêmico. Este método enquadra-se como uma abordagem qualitativa e é frequentemente utilizado para coleta de dados na área de estudos organizacionais.

Este trabalho está dividido em 5 seções: na seção II são apresentados conceitos essenciais para a compreensão do estudo de caso; na seção III é abordado o estudo de caso explanando os principais problemas identificados na empresa estudada; na seção IV é realizada uma análise das propostas de melhoria e na última seção são apresentadas as conclusões.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, será realizada uma revisão sobre os temas: redução de desperdícios e arranjo físico (definição e principais tipos).

A. Redução de desperdícios

Para realização deste trabalho foi essencial compreender a respeito dos 7 (sete) desperdícios que devem ser eliminados. São eles (CHIAVENATO, 1993) (Figura 1):



Fig. 1. Os sete desperdícios que devem ser eliminados

- Desperdício de superprodução: A superprodução, ou seja, produzir mais do que o necessário, é considerada a categoria de desperdício mais grave, pois gera grande parte dos outros desperdícios e esconde problemas de eficiência operacional;
- Desperdício de tempo de espera na produção: Quando o operário permanece ociosamente assistindo uma máquina em operação, ou quando o processo precedente não entrega seu produto na quantidade, qualidade e tempo certos. A espera do homem é considerada mais grave que a da máquina devido ao custo/hora da mão-de-obra;
- Desperdício de transporte nas operações: Transporte é uma atividade que não agrega valor. As melhorias referentes a esta categoria de desperdício devem buscar eliminar, ou pelo menos reduzir a necessidade do transporte de materiais. Isto se dá, principalmente, através de alterações de leiaute;
- Desperdício de movimentos no processo: Os desperdícios da categoria Movimentação referem-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores. A otimização desses movimentos pode ser obtida a partir de estudos de “Tempos e Movimentos”;
- Desperdício de operações no processamento: O processamento desnecessário refere-se a etapas do processo que poderiam ser eliminadas sem prejuízos para as características e funções do produto ou serviço. Melhorias desta categoria estão associadas à análise do que é “valor” para o cliente;
- Desperdício de produzir produtos defeituosos: Defeito refere-se à geração de produtos ou serviços que não atendem à sua especificação e que, portanto, geram retrabalho, sucateamento e altos custos. O potencial negativo dos produtos ou serviços defeituosos é enorme, podendo afetar, inclusive, o cliente externo, caso estes cheguem até o mesmo;
- Desperdício de estoques: Os estoques representam desperdício financeiro, uma vez que prejudicam a taxa de

giro de capital. No entanto, os estoques têm a capacidade de “aliviar” os problemas de sincronia entre os processos e realizar reduções drásticas em seus níveis costuma ser uma tarefa árdua.

B. Arranjo físico

Em tempos de rápida evolução tecnológica, é fundamental para qualquer empresa a busca por eficiência em seus processos, objetivando redução de custos e maximização de seus lucros, sem comprometer seu crescimento. Para tanto uma das ferramentas muito utilizadas é o planejamento do arranjo físico (NASCIMENTO et al., 2016).

Como definido por Moura (2009), arranjo físico é o planejamento e integração dos meios que concorrem para a produção obter a mais eficiência e a inter-relação entre mão-de-obra, máquinas e movimentação de materiais dentro de um espaço disponível.

Ou seja, o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. É a maneira em que se encontram dispostos fisicamente: máquinas, equipamentos e serviços de suporte em uma determinada área, com a finalidade de minimizar o volume de transporte de materiais no fluxo produtivo de uma fábrica, evitando qualquer desperdício ou custos adicionais com transporte, movimentação e processamentos desnecessários.

De acordo com Slack *et al.* (1999), existem 4 (quatro) principais tipos de arranjos físicos, são estes:

- [1] Arranjo Físico posicional
- [2] Arranjo Físico por produto
- [3] Arranjo Físico celular
- [4] Arranjo Físico por processo

O arranjo físico posicional costuma ser utilizado em situações específicas e não se aplicou ao estudo de caso realizado. Através de análise crítica, foi compreendido que os arranjos físicos que devem ser utilizados na empresa estudada são: os arranjos físicos por produto, por processo e celular. Segue o conceito destes três, respectivamente descritos, a seguir.

[1] *Leiaute em linha (ou por produto)*

De acordo com Sossanovicz (2010), os sistemas de produção que utilizam o posicionamento orientado ao produto possuem a característica de produzirem produtos com pequenas variações que apresentam o mesmo processo produtivo ou pelo menos parecido. Esta característica afeta a variedade de produtos que a planta pode produzir.

Neste sistema os produtos visitam os postos de trabalho que normalmente são arranjos em linha de produção contínua.

As máquinas são colocadas de acordo com a sequência de operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos (MARTINS e LAUGENI, 2005); as montadoras de automóveis são bons exemplos de instalação que usam esse tipo de arranjo físico.

[2] *Leiaute por processo (ou funcional)*

Esse arranjo é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o

processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. Ou seja, os recursos são organizados de acordo com as funções que desempenham e de acordo com suas necessidades comuns.

O motivo para isso é que pode ser conveniente para a operação mantê-los juntos, de forma que produtos, informações e clientes poderão percorrer pelas atividades de acordo com suas necessidades (SLACK *et al.*, 2009).

Este tipo de leiaute é comum quando a operação precisa atender a muitos tipos diferentes de clientes ou fabricar muitos produtos ou peças distintas, sendo os níveis de demanda baixos e imprevisíveis.

[3] *Leiaute celular*

Martins e Laugeni (2005) descrevem este leiaute como arranjar em um só local, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, desta forma o material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários.

Neste tipo de leiaute o material em processo é direcionado para operação onde ocorrerão várias etapas de seu processamento em um único espaço.

Com a célula procura-se confinar os fluxos (movimentação de materiais) a uma área específica, reduzindo assim os efeitos negativos de fluxos intensos através de longas distâncias e diminuindo-se o desperdício de transporte e, possivelmente, o de movimentos.

III. ESTUDO DE CASO

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória descritiva, subtipo estudo de caso, realizado em uma empresa de reciclagem localizada em Itaboraí no Rio de Janeiro.

O estudo envolveu a diretoria da empresa e iniciou-se com a obtenção de dados primários através de uma conversa realizada pessoalmente, visando informações mais abrangentes acerca do conteúdo pesquisado.

Os dados secundários foram conseguidos com a realização de 3 (três) visitas técnicas distribuídas no prazo de 6 (seis) meses, por meio de observação. Além disso, foi mantido contato por e-mail em todo o período de criação de monografia.

A. A empresa

A CH3 tem como atividade principal a reciclagem de resíduos não-perigosos, atuando na área de recuperação de materiais plásticos, como por exemplo, processando-os para granulagem.

Os termoplásticos utilizados como matéria prima na indústria são:

- PEAD - Polietileno de Alta Densidade
- PEBD - Polietileno de Baixa Densidade
- PP - Polipropileno

A CH3 utiliza tais plásticos para obter como produto final o granulado, fornecendo-o para outras empresas.

Os clientes da fábrica estudada costumam comprar Polipropileno para fazer caixa de óculos, roda de carrinho de supermercado, bateria de avião, bateria de carro, entre outros produtos.

B. Planta da empresa

A empresa possui 2400 m². Para simplificar, esta área pode ser dividida em: estacionamento, recepção e escritório, área 1, área 2, área externa, área *offshore*, estoque 1 e estoque 2 (Figura 2). Não houve uma análise prévia ou um estudo preliminar para a montagem desse leiaute, pois o mesmo foi construído ao longo do tempo conforme as necessidades do dia a dia da empresa.

Como pode ser visto na planta da empresa, o estacionamento fica localizado logo na entrada da empresa e para entrar na pequena recepção deve-se subir uma escada.

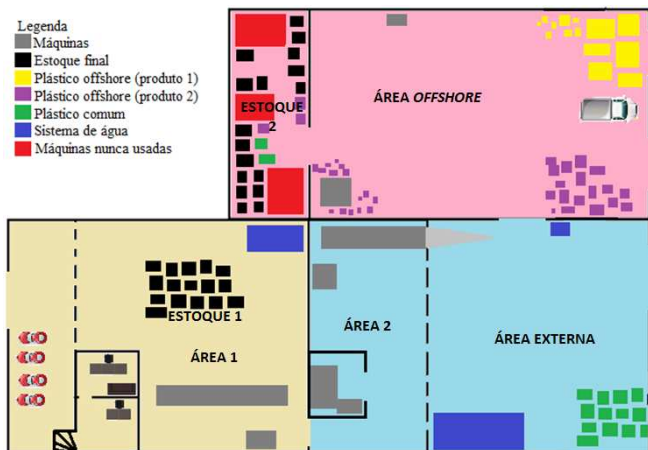


Fig. 2. Planta da empresa estudada

Importante citar que há um estoque do produto final localizado na área 1 junto com as máquinas do local, não havendo separação entre elas (Figura 3).



Fig. 3. Estoque de produto localizado na área 1

A área 2 possui 2 (duas) máquinas. Uma delas é muito grande e, por isso, sua esteira, localiza-se na área externa.

A área externa é o local onde são colocados os umbilicais (tubulações de aço usadas para controle hidráulico e serviços de injeção química) quando recebidos em excesso (Figura 4). Na primeira visita técnica a área estava vazia.



Fig. 4. Área externa da empresa

A área destinada ao 2º estoque é utilizada quando há excesso de produto no estoque 1 e é o local onde são armazenados equipamentos e materiais que não estão em uso (Figura 5).

Estas máquinas sem utilidade atualmente para a empresa, provavelmente serão danificadas devido ao longo tempo sem uso, além de dificultar a movimentação de pessoas e materiais neste estoque.



Fig. 5. Estoque 2 da empresa

O local que nomeamos como área de produtos *offshore* possui 2 (dois) portões onde tais produtos chegam e são despejados, reduzindo deslocamento e não necessitando chegar então pelo portão principal (Figura 6).



Fig. 6. Área da empresa destinada a produtos *offshore*

Devido ao leiaute ter sido construído ao longo do tempo conforme as necessidades do dia a dia da empresa e a experiência do proprietário, este se encontra deficiente, existindo uma grande desorganização dos estoques iniciais, intermediários e finais além das máquinas não estarem distribuídas adequadamente.

C. Processos

Para facilitar o entendimento dos processos da empresa CH3, o tópico será dividido de acordo com seus tipos de plásticos: produtos de origem *offshore* e plásticos comuns.

Os plásticos de origem *offshore* são vendidos por determinadas empresas para a CH3 reciclar, enquanto os plásticos ditos comuns devem ser comprados pela mesma.

A seguir, será detalhado o processo de cada um destes produtos.

[1] Origem offshore

- Produto 1 (PEAD)

Inicialmente, o material que é vendido por empresas de origem *offshore* à CH; chega em caminhões pelo portão dos fundos da empresa e é descarregado por uma empilhadeira pois os produtos são pesados. Estes são armazenados em uma área aberta: área esta que chamamos de *offshore*.

O termoplástico tem uma aparência amarelada, é leve e com grande volume, porém sem padrão de tamanho (acima de 50x50 cm) (Figura 7).

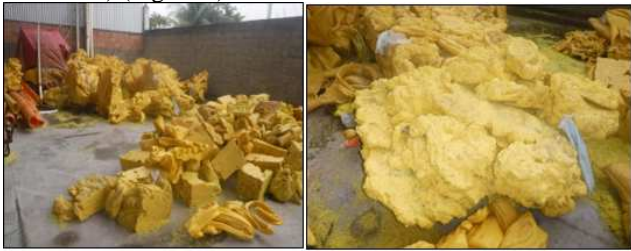


Fig. 7. Plástico 1 quando descarregado na área destinada à produtos *offshore*

A dimensão do material (insumo) é grande demais para a máquina moedora da empresa. Assim, o corte é realizado manualmente por um colaborador utilizando uma máquina de serra. Entretanto, não há padrão de corte ou tamanho, buscando-se obter pedaços de 30x30 cm aproximadamente (Figura 8).

Devido ao corte com serra, muitos resíduos são gerados, dando trabalho aos funcionários para aglomera-los em um único local. Além da perda de tempo, alguns resíduos não são reaproveitados, se perdendo no chão do local.



Fig. 8. Plástico 1 após corte com serra (sem padrão de corte)

Em seguida, o plástico é cortado em um tamanho menor e ainda sem padrão, para então ser levado para outra área (área 2), onde um funcionário o despeja em uma máquina utilizada para triturar o material (Figura 9).



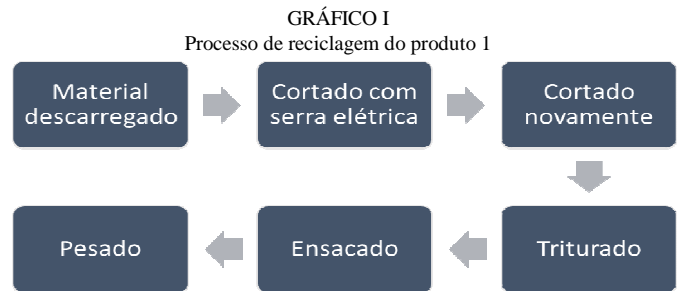
Fig. 9. Máquina onde plástico 1 é triturado

O produto final (Figura 10) será ensacado e finalmente pesado em uma balança na área dos fundos da fábrica (local onde o produto inicial é armazenado).



Fig. 10. Produto final 1 que será ensacado

Todo o processo pôde ser esquematizado de maneira simplificada, como pode ser observado a seguir.



- Produto 2 (PEAD)

O material (insumo) que será utilizado no processo é recebido com outras camadas que serão descartadas. Para separar tais camadas, a empresa utiliza um maçarico, apesar deste processo queimar as bordas do plástico.

Após separação das camadas, o plástico é acomodado próximo à máquina que será utilizada em seguida.

Então, com um funcionário utilizando a máquina de serra fita, o material é cortado em pedaços menores. Interessante citar que este equipamento foi comprado já usado, há 3 anos, e parou de funcionar apenas 1 (uma) vez em toda sua vida desde que foi comprado pela empresa.

Após esta fase, o material é triturado pela mesma máquina que é usada com o produto 1, citado anteriormente. Por fim, o produto final é ensacado e aferido o peso. Não foram identificados problemas devido a mistura de insumos diferentes na mesma máquina.

Processo de reciclagem do produto 2 esquematizado no Gráfico 2.



[2] Plástico comum

Os plásticos chamados “comuns” comprados pela empresa CH3 são de embalagens/frascos produzidos com defeitos/anomalias ou com o formato errado quando a produção era para ser padronizada. Além disso, também são recebidos garrafões de água mineral.

Este plástico chamado comum é o que mantém a empresa ativa quando não há entregas do material dito *offshore*. O lucro líquido obtido com este produto é ínfimo quando comparado com o lucro do *offshore*, porém, este pode ser considerado um bom *stand-by*, ou seja, o mesmo sempre estará de prontidão

caso as entregas do *offshore* sejam interrompidas por um pequeno período de tempo.

O processamento do plástico na indústria é feito em 3 (três) máquinas: a primeira corta, lava, seca e armazena o material; a segunda pré-aquece e a terceira derrete colocando-o no formato desejado, esfria, corta, ensaca e pesa o mesmo. Segue abaixo a explicação mais detalhada.

- 1ª máquina

Primeiramente, 2 (dois) funcionários colocam o material (insumo) manualmente em uma esteira (Figura 11). Esta esteira se encontra na área externa e a sequência da máquina fica na área 2 que é protegida do tempo.



Fig. 11. Esteira onde material é despejado por funcionários

Este plástico é levado automaticamente para a máquina moedora, onde o mesmo será picado e em seguida lavado em um tanque, retirando assim as impurezas. Lembrando que a água utilizada neste processo é reciclada.

No passo seguinte, o produto resultante é secado (Figura 12), para então ser finalmente despejado em sacos (Figura 13).



Fig. 12. Máquina onde é realizada a secagem do plástico comum



Fig. 13. Material é despejado em sacos (máquina ensacadora)

Este produto intermediário será em seguida levado à outra máquina para continuar seu processamento.

- 2ª máquina

Ao fim do processo descrito acima, funcionários carregam os sacos do material produzido pela primeira máquina e o

despejam em um equipamento para pré-aquecer, localizado na área 1 (Figura 14). Esta segunda máquina pré-aquece o plástico para jogá-lo na máquina seguinte mais quente, facilitando assim o derretimento do material.



Fig. 14. Máquina utilizada para pré-aquecer o produto da máquina anterior

- 3ª máquina

O terceiro equipamento inicia aquecendo ainda mais o material da máquina 2 para assim poder derretê-lo. Através de um painel de controle os funcionários podem supervisionar e controlar a temperatura desejada.

Derretendo o plástico pode-se então colocá-lo no formato desejado de macarrão (Figura 15).



Fig. 15. Plástico após ser derretido é posto com formato de macarrão

Em seguida, dado que o plástico está extremamente quente, este é colocado em um tanque com água para assim resfriar (Figura 16). O produto sai da água, é secado, e então cortado em granulados.



Fig. 16. Plástico em tanque com água para resfriar

Então, ele é ensacado, com o padrão de 25 kg por saco. Embaixo do saco, existe uma balança que pesa o mesmo; quando chega ao peso desejado a máquina para de liberar granulados (Figura 17). Por fim, o produto final é estocado, sendo transferido para a área ao lado.



Fig. 17. Material final sendo ensacado

Por fim, para melhor clareza do processo, o mesmo segue esquematizado no gráfico 3.



D. Sugestões de melhoria

Diversos pontos que precisam ser melhorados na empresa foram levantados. Seguem sugestões de possíveis melhorias para tais pontos negativos:

[1] Leiaute proposto

Sabe-se que o leiaute atual da empresa necessita ser reestruturado. Como dito anteriormente, percebeu-se que a empresa se divide em 2 (dois) tipos de produtos: o com origem plástico comum e o *offshore*. Portanto, decidiu-se dividir o local em duas grandes células, utilizando o arranjo físico celular e assim diminuindo a distância entre as máquinas.

A seguir, observa-se a divisão proposta (Figura 18). Em rosa, a célula 1 responsável pelos 2 (dois) produtos de origem *offshore* e em amarelo, a célula 2, responsável apenas pelo granulado de plástico comum. Dentro da célula 1, pode ser considerado um leiaute de processo, onde as mesmas máquinas são utilizadas para diferentes tipos de produtos. Já a célula 2, pode ser considerada como leiaute em linha.

Pode-se perceber que com tais mudanças, o deslocamento e movimentação serão reduzidos, obtendo-se assim um menor tempo de produção.

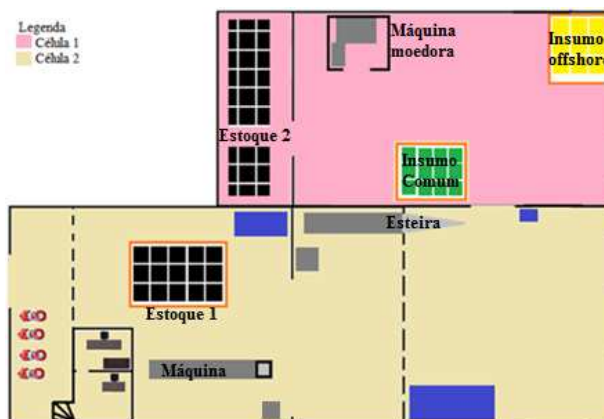


Fig. 18. Leiaute proposto para empresa estudada (Em azul: sistema de água. Em laranja: demarcação de local para disposição do material)

Segue nos Quadros abaixo (Quadro 1 e 2), mudanças que devem ser feitas, em relação ao processamento dos plásticos desde que estes chegam na empresa:

QUADRO 1
Melhorias relacionadas ao leiaute da empresa – Plástico *offshore*

Problemas identificados	Soluções/Melhorias
O local onde o plástico <i>offshore</i> é descarregado não é demarcado, não possuindo organização.	Demarcação proposta pode ser visualizada em laranja na figura anterior (Figura 18).
A serra elétrica e a serra fita não são seguras e nem mesmo possuem precisão de corte.	Duas são as opções: substituir as máquinas por outra mais segura e precisa, ou adquirir uma máquina moedora com capacidade de triturar o material da forma que ele é recebido. A primeira opção é mais barata, porém a segunda elimina etapas no processo diminuindo o <i>lead time</i> total da produção.
O produto final não possui um local específico para estoque, com controle de entrada e saída dos produtos.	Utilizar o estoque 2, que atualmente é desorganizado e possui materiais e equipamentos que não tem uso. Separar o estoque 1 para o produto final do plástico comum, e estoque 2 para plástico <i>offshore</i> finalizado (granulado).
A balança utilizada para pesar o produto final se encontra muito longe da máquina ensacadora, levando-se tempo para movimentar material.	Sabe-se que após o plástico comum ser transformado em granulado, este é imediatamente pesado, pois embaixo da ensacadora existe uma balança. Foi notado então, que a mesma ideia poderia ser utilizada para o plástico <i>offshore</i> , já que há duas balanças na empresa, uma para cada tipo de processo. Colocar a balança onde é pesado o produto final (embaixo da máquina ensacadora), reduzirá deslocamento e tempo.
Máquinas distantes.	Rearranjar o leiaute para aproximar as áreas entre as etapas e melhorar o fluxo dos materiais (local de chegada da matéria prima e posicionamento das máquinas). Colocar a última máquina utilizada, próximo à entrada, reduzindo distâncias.
Máquinas sem uso ocupando espaço no estoque 2.	Vender ou desvencilhar-se do estorvo.

QUADRO 2
Melhorias relacionadas ao leiaute da empresa – Plástico comum

Problemas identificados	Soluções/Melhorias
Passagem pequena da área 1 para a área 2.	Aumentar a abertura da área 1 para área 2, quebrando a parede, facilitando assim o

	deslocamento e locomoção do produto intermediário.
Estoque final sem demarcação, atrapalhando o deslocamento de pessoas.	Demarcar estoque, como na figura 30.
Funcionário mover os materiais da máquina de pré-aquecimento para a de aquecimento propriamente dita.	Eliminar tal etapa. Para isso, seria necessário comprar uma máquina aglutinadora, que substituiria a máquina de pré-aquecimento e automatizaria o processo de movimentação de produto intermediário desta máquina para a seguinte. Essa alternativa é discutida na seção IV.

É fato que atualmente é utilizado uma máquina de serra para corte do produto 1, porém esta não traz segurança ao funcionário e não possui precisão de corte do material. Foram propostas duas soluções: na primeira é utilizado um moedor com capacidade de triturar o material da forma que ele é recebido, eliminando as fases de corte com serra elétrica e serra fita. Todas as alternativas serão discutidas na seção IV.

Nesta solução, a máquina, antes localizada na área de plástico comum, deve ser substituída pela de maior capacidade e deslocada para a célula 1 (rosa), pois só é utilizada para a produção *offshore*.

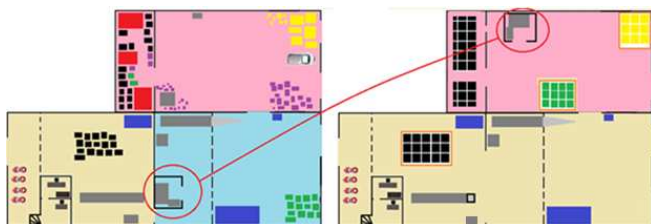


Fig. 19. Mudar a localização da máquina moedora atual (1ª proposta)

Outra proposta possível caso a compra do moedor fosse inviável, seria adicionar uma nova máquina na célula 1, substituindo a serra elétrica (Figura 20).

Foi notado que após o material *offshore* do produto 1 ser descarregado, este era cortado de maneira não-padroneada. Portanto, utilizar uma máquina que é usualmente operada para cortar madeira seria uma solução. Foi visto que como o plástico é um material com menor dureza, não haveria problemas de corte na mesma.

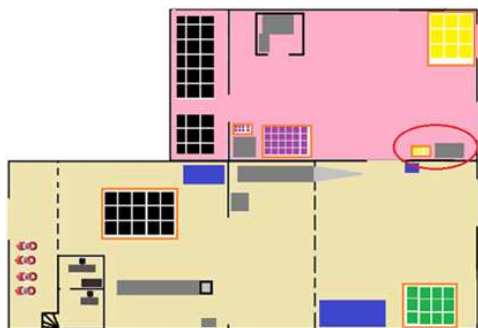


Fig. 20. Local onde máquina de corte seria posicionada (2ª proposta de compra de máquina de corte)

Com o leiaute proposto, o deslocamento dos funcionários e materiais diminui significativamente. Segue abaixo a ilustração do deslocamento (em linha vermelha) para a produção do granulado *offshore* (produto 1 e 2) e granulado de plástico comum. As distâncias foram medidas com trena.

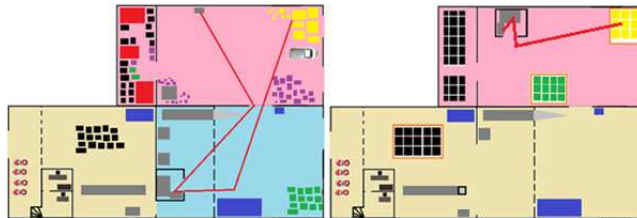


Fig. 21. Comparação de deslocamento atual e proposto (produto *offshore* 1)

A distância entre as máquinas, para a produção do produto 1, que era de 100 metros passou a ser de apenas 18 metros.

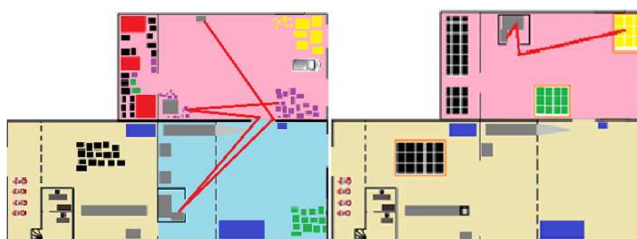


Fig. 22. Comparação de deslocamento atual e proposto (produto *offshore* 2)

O produto 2 tinha que ser deslocado por 93 metros, sem necessidade, e com a proposta passou a ser de apenas 18 metros.

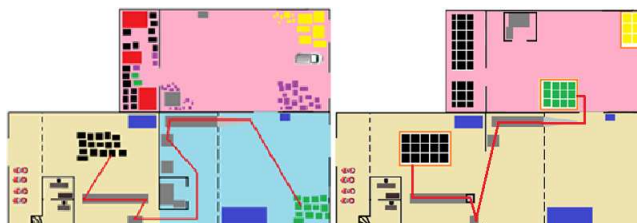


Fig. 23. Comparação de deslocamento atual e proposto (Plástico comum)

E finalmente, o deslocamento do plástico comum que era de 69 metros, ficou com 45 metros. Pode-se notar, que a maior mudança será para os produtos *offshore*, que são os que geram maiores lucros para a empresa.

No Quadro 3 nós podemos identificar os resultados encontrados em termos de deslocamentos.

QUADRO 3
Deslocamento atual e proposto (em metros)

Deslocamento	Atual (m)	Proposta (m)
Plástico <i>offshore</i> (produto 1)	100	18
Plástico <i>offshore</i> (produto 2)	93	18
Plástico comum	69	45

A velocidade de cada processo foi estabelecida pela contagem dos passos que o funcionário realiza durante 1 minuto: adotou-se assim o padrão de aproximadamente 100 pés/minuto. Os tempos de carga e descarga foram padronizados para todo o fluxo com o valor de 0,5 minuto

[2] Deslocamento: antes x depois

(Quadro 4). Valores foram baseados no que pôde ser visto na visita técnica à empresa.

QUADRO 4
Deslocamento atual e proposto (em minutos)

Deslocamento	Atual (min)	Proposta (min)
Plástico offshore (produto 1)	5,28	1,59
Plástico offshore (produto 2)	6,05	1,59
Plástico comum	6,26	4,47

Portanto, com menor tempo de produção, mais sacos de granulados poderão ser produzidos, havendo assim uma redução perceptível de 3,69 min no produto 1 do plástico offshore, 4,46 min do produto 2 e 1,79 min do plástico comum. Hoje, devido ao volume de vendas estagnado, os tempos produtivos maiores não geram acúmulo de insumos ou problemas de programação de produção. Entretanto, em cenários de crescimento da atividade econômica, esse tipo de problema seria observado.

QUADRO 5
Tempos de produção (em minutos)

Plástico Offshore 1	
Atual	$3,28 + 4(0,5) = 5,28$ min
Proposta	$0,59 + 2(0,5) = 1,59$ min
Plástico offshore 2	
Atual	$3,05 + 6(0,5) = 6,05$ min
Proposta	$0,59 + 2(0,5) = 1,59$ min
Plástico Comum	
Atual	$2,26 + 8(0,5) = 6,26$ min
Proposta	$1,47 + 6(0,5) = 4,47$ min

Como se pode notar, nem sempre os maiores deslocamentos (maiores distâncias) possuem os maiores tempos de produção. Os tempos de carga e descarga de material tem grande influência no resultado final, ou seja, uma produção mais automatizada, sem necessitar de funcionários para colocar o produto na máquina reduz muito o tempo de produção. Esse ganho reflete uma maior capacidade produtiva e a possibilidade de mais vendas.

IV. ANÁLISE DAS PROPOSTAS

Sistemas arcaicos, máquinas e equipamentos defeituosos, métodos e ferramentas inadequadas de gestão e inúmeros outros fatores levam muitas empresas a encontrar dificuldades para se manterem sustentavelmente ativas.

Portanto, investir em modernização é uma das soluções que otimizam os processos internos levando a uma maior eficiência operacional e uma melhoria nos métodos de gestão, na produção e até mesmo no atendimento ao cliente.

Conforme afirmam Machado-da-Silva e Fonseca (1999), quando a competitividade é analisada do ponto de vista microeconômico ou empresarial, a explicação dos fatores de competição recai sobre "as características da organização ou de um produto, relacionadas a aspectos de desempenho ou de eficiência técnica dos processos produtivos e administrativos".

Este trabalho propôs diversas melhorias no processo com mudança de recursos produtivos. Segue então uma discussão sobre a viabilidade dessas melhorias, diante de um cenário restritivo, que muitas empresas enfrentam, de não ter condições de realizar investimentos muito elevados.

A. Nova máquina para corte

Houve 2 (duas) propostas para a melhoria da primeira etapa do produto 1 (offshore). A primeira seria a troca da máquina atual por uma de corte de madeira, havendo assim mais segurança, rapidez e melhor precisão de corte. Mesmo sendo uma máquina de fácil manuseio, o funcionário responsável por ela, deve ser treinado.

Com essa máquina seria necessário realizar apenas 1 corte na peça eliminando o corte com a serra elétrica. Foi conversado com a direção da empresa e seria economicamente viável ter tal máquina.

A segunda opção seria a aquisição de um triturador com moinho de repasse, ou seja, uma máquina moedora maior com capacidade de triturar o material da forma que ele é recebido. Com essa máquina seria possível reduzir duas etapas no processo (seria retirada a máquina de serra elétrica, máquina de serra fita e substituído o moedor atual existente na empresa seria trocado por este). Segue quadro com comparação de máquinas propostas (Quadro 6).

QUADRO 6
Comparação entre máquina de corte de madeira e triturador

Máquina de corte de madeira	Triturador
Custo: R\$15.000,00	Custo: R\$225.000,00
Funcionários devem ser treinados	Não necessita treinamento
Reduziria 1 etapa do produto 1	Reduziria 2 etapas do produto 1 e 1 etapa do produto 2.
Maior espaço necessário	Utilizaria o espaço do moedor atual
Menor segurança	Maior segurança
Mesmo número de funcionários necessários, quando comparada a situação atual da empresa	Menor número de funcionários necessários. Apenas um funcionário necessário para operar a máquina trituradora.

Foi realizado uma comparação quanto ao aumento de produtividade com a utilização das novas máquinas (Quadro 7):

QUADRO 7
Comparação de equipamentos (custo para aquisição e produtividade)

Equipamento	Custo para aquisição	Produção diária (kg/dia)
Máquina Atual (Serra de fita)	Já existente na empresa	3.000
Máquina de corte de Madeira	R\$ 15.000,00	5.000
Triturador proposto	R\$ 225.000,00	10.000

Levando em conta os dias produtivos da empresa, 22 dias por mês, a produção atual é de 66.000 kg/mês. Com o implemento da máquina de corte de madeira, a CH3 teria uma produção de 110.000 kg/mês, ou seja, um aumento de 66,67% (aproximadamente 67%).

Sabendo que cada saco de 25 kg do granulado final é vendido por R\$ 115,00, em um caso ideal onde todos os sacos são vendidos por mês, com a máquina de corte de madeira, a empresa obterá um lucro de R\$ 506.000,00 por mês, ou seja, a máquina já será paga no primeiro mês em que estiver trabalhando. Todos os dados de lucro deste estudo foram calculados a partir das despesas listadas no quadro 9.

A segunda opção seria o implemento da nova máquina moedora, que iria proporcionar uma produção de 220.000 kg/mês. Sabendo que cada saco de 25kg do granulado final é

vendido por R\$ 115,00 pode-se observar que em 1 mês a empresa terá um lucro de R\$ 1.012.000,00 (aumento de 333,33%), justificando o investimento com a nova máquina (Quadro 8).

QUADRO 8

Comparação de lucro bruto dos equipamentos (cenário otimista)

Equipamento	Produção mensal (kg/mês)	Lucro bruto	%
Máquina Atual (Serra de fita)	66.000	R\$ 303.600,00	100
Máquina de corte de Madeira	110.000	R\$ 506.000,00	167
Triturador proposto	220.000	R\$ 1.012.000,00	333

Somando as despesas mensais da empresa com a compra do triturador, é obtido um total de R\$ 263.020,00 à pagar (Quadro 9). Diminuindo deste total, o lucro com a produção de granulado *offshore*, ou seja, sem colocar o lucro obtido com granulado de plástico comum, a empresa já obtém um lucro líquido de R\$ 748.980,00 no primeiro mês, sendo possível a obtenção da nova máquina moedora. Nos meses seguintes a empresa lucraria R\$ 973.980,00/mês.

QUADRO 9

Despesas da empresa estudada

DESPESAS	VALOR
Folha Salarial	R\$ 16.000,00
Conta de energia	R\$ 12.000,00
Aluguel Galpão 1	R\$ 3.500,00
Aluguel Galpão 2	R\$ 2.000,00
Manut. Preventiva de Máquinas	R\$ 1.500,00
Cilindros P/ Empilhadeira	R\$ 650,00
Manutenção Veículos	R\$ 250,00
Combustível de Veículos	R\$ 2.000,00
EPI	R\$ 120,00
Compra do triturador	R\$ 225.000,00
TOTAL	R\$ 263.020,00

Também seria viável a compra da máquina de corte de madeira, porém, a empresa obteria um lucro menor: somando as despesas mensais da empresa com a compra da máquina, é obtido um total de R\$ 53.020,00 à pagar. Diminuindo deste total, o lucro com a produção de granulado *offshore*, a empresa obtém um lucro líquido de R\$ 452.980,00 no primeiro mês. Nos meses seguintes a empresa lucraria R\$ 467.980,00/mês.

Após tal comparação, foi decidido que a melhor opção, caso todos os sacos produzidos fossem vendidos, seria utilizar o triturador, pois além das diversas vantagens que o mesmo apresenta quando comparado as outras máquinas, com ele seria obtido o maior lucro líquido.

Entretanto, em um caso não ideal, as máquinas propostas não produziram o máximo possível devido à falta de demanda, podendo a aquisição do triturador não ser a melhor opção. A decisão dependerá fortemente de quantos kg/dia a mesma pode vender. Não foram observadas restrições para aumentos de produção por parte dos fornecedores dos insumos necessários. Considerou-se os insumos como abundantes em todos os cenários.

Com a premissa de um aumento de demanda de apenas 10%, ou seja, com produção de 3.300 kg/dia (72.600 kg/mês), a empresa obteria um lucro estimado (considerando apenas as despesas do quadro 9) de R\$ 333.960,00 devido cada saco de 25 kg do granulado custar R\$ 115,00. Reduzindo o custo das

respectivas máquinas e as despesas, pode ser encontrado o lucro no primeiro mês, como pode ser visto no quadro a seguir (Quadro 10):

QUADRO 10

Comparação de lucro líquido dos equipamentos (cenário pessimista)

Equipamento	Lucro Líquido (primeiro mês)
Máquina Atual	303.600,00 – 38.020,00 = R\$ 265.580,00
Máquina Corte de Madeira	333.960,00 – (38.020,00 + 15.000,00) = R\$ 280.940,00
Triturador	333.960,00 – (38.020,00 + 225.000,00) = R\$ 70.940,00

Nos meses seguintes, a máquina atual terá o mesmo lucro líquido. Já a máquina de corte de madeira estaria paga no primeiro mês em que estivesse trabalhando, sendo os seguintes, o resultado da subtração do lucro bruto e despesas. No caso do triturador, o mesmo só teria o lucro acumulado maior que o da máquina utilizada atualmente, no oitavo mês, como mostrado no Quadro 11.

QUADRO 11

Comparação de lucro líquido nos meses seguintes (cenário pessimista)

MÊS	ATUAL (R\$)	CORTE DE MADEIRA (R\$)	TRITURADOR (R\$)
1	265.580,00	280.940,00	70.940,00
2	265.580,00	295.940,00	295.940,00
3	265.580,00	295.940,00	295.940,00
4	265.580,00	295.940,00	295.940,00
5	265.580,00	295.940,00	295.940,00
6	265.580,00	295.940,00	295.940,00
7	265.580,00	295.940,00	295.940,00
8	265.580,00	295.940,00	295.940,00
TOTAL	2.124.640,00	2.352.520,00	2.142.520,00

Portanto, ao comparar os lucros líquidos de cada uma das três máquinas, a melhor opção, caso a demanda sofresse aumento apenas de 10% em comparação a atual, seria a compra da máquina de corte de madeira. O triturador seria viável, porém, só ultrapassaria a máquina atual em lucro acumulado a partir do oitavo mês e ainda assim teria tal valor abaixo do obtido pela máquina de corte de madeira.

Para a máquina trituradora ser mais vantajosa que a máquina de corte de madeira, a mesma deve ultrapassar o lucro acumulado desta. Como pode se observar no quadro abaixo (Quadro 12), com a produção de 5.500 kg/dia (121.000 kg/mês), a trituradora se torna a melhor opção a partir do quinto mês de produção, pois o lucro total da máquina trituradora superou o da máquina de corte de madeira apenas neste momento.

QUADRO 12

Comparação de lucro líquido para produção de 5.500 kg/dia

Mês	Máquina de corte de madeira (R\$)	Máquina trituradora (R\$)
1	452.980,00	293.580,00
2	467.980,00	518.580,00
3	467.980,00	518.580,00
4	467.980,00	518.580,00
5	467.980,00	518.580,00
TOTAL	2.324.900,00	2.367.900,00

Portanto, a decisão de qual aquisição deve ser feita depende fortemente de quanto a empresa pode vender, sendo necessário estudar a previsão de demanda a longo prazo.

É importante lembrar que além do investimento para aquisição de novos maquinários também existem custos indiretos intrínsecos no resultado final, como custo de instalação, operação, manutenção, entre outros. Em relação aos custos indiretos de aquisição de bens também é necessário calcular os valores associados ao aumento ou redução de mão de obra, área de armazenagem dos materiais e logística.

Tais custos indiretos devido ao aumento de produção não foram considerados nas tabelas e cálculos apresentados neste capítulo. Portanto, caso a empresa deseje colocar as mudanças e melhorias deste trabalho em prática, deve-se primeiro avaliar estes custos. Um planejamento falho pode impactar diretamente no lucro líquido final idealizado.

B. Substituir máquina de pré-aquecimento

Atualmente, a máquina de pré-aquecimento é antiquada: após produto intermediário passar por este equipamento, um funcionário deve move-lo até a próxima máquina. A proposta para tal problema seria a compra de uma nova máquina aglutinadora: o material seria despejado nela e a mesma pré-aqueceria e já moveria o produto para a aquecedora.

Segue comparação de máquina atual e máquina proposta no quadro a seguir (Quadro 13).

QUADRO 13

Comparação de máquina de pré-aquecimento atual e máquina proposta

Máquina de pré-aquecimento atual	Máquina aglutinadora proposta
Precisa de uma escada para o funcionário subir e despejar o produto	Não precisa de funcionário
Há deslocamento do funcionário	Etapa automatizada: possui uma ventoinha para aquecer o plástico
Menos Seguro	Mais seguro
Produção: 1600 kg/dia	Produção: 2100 kg/dia
Já existente na empresa	Custo de aquisição: R\$ 12.000,00

Levando em conta os dias produtivos da empresa, 22 dias por mês, a produção atual é de 35.200 kg/mês. Com o implemento da máquina aglutinadora, a CH3 teria uma produção de 46.200 kg/mês, ou seja, um aumento de 31,25% (Quadro 14).

QUADRO 14

Comparação de máquinas (custo para aquisição e produtividade)

Equipamento	Custo para aquisição	Produção diária (kg/dia)	Produção mensal (kg/mês)
Máquina atual	Já existente na empresa	1.600	35.200
Máquina proposta	R\$ 12.000,00	2.100	46.200

Sabendo que cada saco de 25 kg do granulado final é vendido por R\$ 115,00 em um caso ideal onde todos os sacos são vendidos por mês, a empresa obtém atualmente um lucro bruto de R\$ 161.920,00 por mês.

Com o implemento da máquina proposta, a empresa obterá um lucro bruto de R\$ 212.520,00.

Sabendo que a despesa mensal da empresa tem o total de R\$ 38.020,00, no primeiro mês após a aquisição da máquina aglutinadora, a empresa obterá um lucro líquido de R\$

162.500,00 (já adicionando o custo da máquina comprada), e nos meses seguintes de R\$ 174.500,00/mês. A máquina atual traz a empresa um lucro de R\$ 123.900,00/mês (Quadro 15).

QUADRO 15

Comparação de lucro bruto e líquido de máquina atual e proposta

Equipamento	Lucro bruto	Lucro líquido no primeiro mês	Lucro líquido nos meses seguintes
Máquina atual	R\$ 161.920,00	R\$ 123.900,00	R\$ 123.900,00/mês
Máquina proposta	R\$ 212.520,00	R\$ 162.500,00	R\$ 174.500,00/mês

Portanto, foi decidido que a melhor opção seria a aquisição da máquina aglutinadora, pelas diversas melhorias que esta traria a empresa.

Já em um cenário pessimista, onde o aumento de demanda é de apenas 10%, ou seja, a máquina proposta não consegue produzir o máximo possível, a produção seria de 1.760 kg/dia (38.720 kg/mês). Com isso, a empresa obterá um lucro bruto de R\$ 178.112,00; reduzindo o custo da máquina e as despesas, pode ser encontrar o lucro líquido, como observa-se no quadro a seguir (Quadro 16).

QUADRO 16

Comparação de lucro líquido (cenário pessimista)

Mês	Máquina atual (R\$)	Aglutinadora proposta (R\$)
1	123.900,00	128.092,00
2	123.900,00	140.092,00

Logo, mesmo em um mercado não ideal, a máquina aglutinadora proposta obterá lucro superior ao investimento necessário já no primeiro mês de operação.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo de caso em uma indústria de reciclagem, localizada em Itaboraí, no Rio de Janeiro, propondo possíveis melhorias nos processos e no fluxo produtivo da empresa, além de mudanças no leiaute. Tais objetivos foram alcançados, demonstrando a importância da redução de custos, através de aperfeiçoamentos no processo produtivo, no cenário econômico atual.

Sabe-se que o mercado de reciclagem de plástico no país está bastante aquecido, logo, tanto as micro, pequenas e grandes empresas devem estar preparadas para atender a demanda do mercado buscando sempre meios de aperfeiçoar seus processos e eliminar perdas desnecessárias oferecendo sempre produtos confiáveis, inovadores e de alta qualidade com custo baixo para seus clientes.

A modernização dos processos de uma empresa passa necessariamente pelo investimento constante em tecnologia. Investir em tecnologia não necessariamente implica em algo unicamente dispendioso, tendo em vista que o retorno que se tem em economia de tempo e recursos quase sempre justifica o dinheiro empregado.

Através da medição de distâncias e tempo de locomoção, notou-se que nem sempre os maiores deslocamentos possuem os maiores tempos de produção. Os tempos de carga e descarga de material tiveram grande influência nos resultados finais, ou seja, uma produção com menos etapas e mais automatizada reduziria o tempo de operação consideravelmente.

A teoria estudada contribuiu de maneira notória para a elaboração deste estudo, auxiliando na escolha do leiaute mais adequado as características da indústria de reciclagem. Foi constatado a importância do planejamento de um arranjo físico.

A realização desse estudo de caso na empresa CH3 aborda tema importante dentro do campo de estudo da Engenharia de Produção e traz contribuições na área.

REFERÊNCIAS

- [1] ABPMP. Association of Business Process Professionals. Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo – Corpo Comum de Conhecimento. Versão 3.0. BPM CBOK, 2013.
- [2] ARBIXI, Glauco, “Dilemas da Inovação no Brasil”. In: TURCHI, L. M. e MORAIS, J. M. (eds), Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações, capítulo 2, Brasília, IPEA, 2017.
- [3] CHIAVENATO, Idalberto. Teoria geral da administração, 4º edição. Editora Makron books do Brasil, 1993
- [4] GUERREIRO, R. A meta da empresa: seu alcance sem mistérios. São Paulo: Atlas, 1999.
- [5] MACHADO-DA-SILVA, C. L.; FONSECA, V. S. Competitividade organizacional: conciliando padrões concorrenciais e padrões institucionais. In: VIEIRA, M. M. F.; OLIVEIRA, L. M. B. Administração contemporânea: perspectivas estratégicas. São Paulo: Atlas, 1999.
- [6] MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. “Administração da Produção”. São Paulo: Saraiva, 2005.
- [7] MOURA, R. A. Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais. 6. Ed. Instituto IMAM: São Paulo, 2009.
- [8] NASCIMENTO, Renata. FARIAS, Anderson. GENTIL, Rafaelli. Planejamento do arranjo físico: uma análise bibliométrica. In: ENEGEP XXXVI, João Pessoa. ABEPRO, 2016.
- [9] NAVEIRO, R. M., et al., 2007. O Setor de fundição no Brasil: perfil produtivo e tecnológico. Rio de Janeiro, FINEP.
- [10] OLIVEIRA, José Benedito de. “Simulação computacional: análise de um sistema de manufatura em fase de desenvolvimento”. [Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção]. Universidade Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá, 2007.
- [11] SANTIN, Antônio. “Dossiê Técnico: Tipos de *layout* e sua aplicação na indústria moveleira”. Centro Tecnológico do Mobiliário, SENAI/CETEMO, RS, 2007.
- [12] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. “Administração da Produção”. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [13] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. “Administração da produção”. São Paulo: Atlas, 1999.
- [14] SOSSANOVICZ, R. H.; “Vantagens da aplicação da logística Lean no *layout* de estoques e transportes de materiais”. [Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção e Sistemas], 2010. Disponível em: <http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/2010-02/2010_2_tcc03.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2016.
- [15] TURCHI, Lenita Maria e ARCURI, Marcos, “Interação Institutos Públicos de Pesquisa e Empresas: avaliação de parcerias”. In: TURCHI, L. M. e MORAIS, J. M. (eds), Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações, capítulo 3, Brasília, IPEA, 2017.