

Proposta de melhoria de *layout* em uma empresa de reciclagem de materiais de construção civil: um estudo de caso

Renan Cunha da Cruz, Adirley Rozek Morawski, Simone Geitenes Colombo

Resumo: O planejamento do arranjo físico/*layout* vem se tornando fundamental para as empresas que buscam racionalizar seu fluxo produtivo na tentativa de obter melhorias tais como: aumento da produtividade e da segurança dos colaboradores bem como aumento na eficiência do fluxo de pessoas e materiais. O planejamento do arranjo físico pode ser feito tanto para pequenas, médias e grandes empresas a fim de melhorar a empresa perante a intensa concorrência. Este artigo tem como intuito desenvolver uma proposta do arranjo físico utilizando algumas técnicas de melhorias de processos como, carta de processo e carta de-para na linha de produção de uma empresa de pequeno porte que recicla materiais descartados da construção civil. Para a realização do estudo de caso foram realizadas vistas *in loco* para analisar a estrutura produtiva da empresa. Por fim é apresentada uma nova proposta de *layout* com o objetivo de aumentar a eficiência do processo produtivo da empresa.

Palavras chave: *Layout*, Planejamento, Melhorias.

Proposal of layout improvement in a company of recycling of civil construction materials: a case study

Abstract: Physical arrangement / layout planning has become crucial for companies that seek to streamline their production flow in an attempt to achieve improvements such as increased productivity and safety of employees as well as increased efficiency in the flow of people and materials. Physical arrangement planning can be done for both small, medium and large companies to improve the company in the face of intense competition. This paper aims to develop a physical arrangement proposal using some process improvement techniques such as process chart and stop-to letter on the production line of a small business that recycles discarded materials from construction. In order to carry out the case study, site views were performed to analyze the productive structure of the company. Finally, a new layout proposal is presented to increase the efficiency of the company's production process.

Key-words: *Layout*, Planning, Improvements.

1. Introdução

Atualmente as empresas buscam reduzir os custos por meio de fatores que influenciam nos processos produtivos. Uma das maneiras de se conseguir aumento da eficiência dos processos são possíveis alterações do *layout* (arranjo físico), a partir da aplicação de técnicas para determinar a melhor alocação dos recursos dentro do espaço físico disponível.

A alteração de parte da instalação da empresa como máquinas, equipamentos e até mesmo os postos de trabalho pode ser aplicada a qualquer tipo de organização desde que seja feita a partir de um bom planejamento e execução. Essas mudanças nas localizações de máquinas e fluxo de pessoas afetam diretamente a eficácia geral da produção e redução dos custos. Neste sentido, melhorias de arranjo físico asseguram economia de tempo, fornecem melhor aproveitamento do espaço disponível, e, acima de tudo, proporcionam conforto e bem-estar aos colaboradores e/ou clientes.

Empresas de reciclagem desempenham um importante papel para a sustentabilidade, visto que reaproveitam materiais descartados no meio ambiente dando-lhes uma nova finalidade, além de gerarem empregos para a sociedade. À medida que o processo de reciclagem cresce, surge também a necessidade em aumentar a eficiência destes centros de reciclagem. Uma maneira de aumentar a eficiência é a adoção de estratégias, princípios e teorias da engenharia de produção (SUNDIN *et al.*, 2011).

Por este motivo, estudos vem sendo desenvolvidos para auxiliar tais empresas no aumento da eficiência de seus processos sob a ótica da otimização de *layouts*. Pode-se citar o estudo realizado por Santana e Silva (2010) em que os autores identificaram e descreveram modelos de *layout* de sistemas produtivos para usinas de reciclagem de sólidos inorgânicos com o objetivo de auxiliar estudos futuros sobre *layouts* ideais para este tipo de empresa. Já o estudo realizado por Sundin *et al.* (2011) identificou e descreveu os principais fluxos e tipos de *layout* em centros de reciclagem suecos lançando-se mão dos princípios da produção enxuta para desenvolver diretrizes para reciclagem eficiente.

A empresa estudada tem como foco reciclar materiais de construção descartados sendo uma de suas linhas de produção a fabricação de móveis de madeira. O estudo tem como propósito elaborar um novo *layout* da linha de produção dos móveis de madeira utilizando técnicas de planejamento de *layout*.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Arranjo físico/Layout de instalações

Para Slack, Jones e Johnston (2015, p.182) o arranjo físico pode ser definido como a maneira em que os recursos transformadores são colocados entre si e como as tarefas da operação são arranjadas em relação a esses recursos transformadores.

Araujo (2010) coloca o *layout* como o equilíbrio entre pessoas, máquinas, equipamentos e materiais, todos definidos através dos processos e viabilizados pelo planejamento do *layout*. Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2008) os *layouts* também afetam os processos em outros lugares e não apenas o fluxo de trabalho entre os processos em uma instalação, assim as decisões de *layout* de processo devem ser tomadas considerando-se seus efeitos em toda a cadeia de valor.

2.2 Tipos de Layout

Existem quatro tipos básicos de *layout* que podem ser implantados pelas empresas, são eles: arranjo físico de posição fixa, funcional, celular e em linha (SLACK, JONES e JOHNSTON, 2015; KRAJEWSKI, RITZMAN e MALOTRA, 2008):

- a) *Layout* de posição fixa: o local de serviço ou fabricação é fixo e os funcionários vêm ao local para fazer o trabalho juntamente com os equipamentos necessários (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALOTRA, 2008). Em essência, este tipo de *layout* adequa-se a produtos processados em lotes unitários e de grande tamanho ou baixa mobilidade (NEUMANN e SCALICE, 2015).
- b) *Layout* funcional: os processos e equipamentos do mesmo tipo são agrupados na mesma área e o material se desloca buscando os diferentes processos (MARTINS e LAUGENI, 2005). A razão para isso é que possa ser conveniente para a operação mantê-los juntos, ou que a utilização dos recursos seja beneficiada. Diferentes produtos terão diferentes necessidades e por isso percorrerão caminhos diferentes o que pode tornar o processo

bastante complexo. Alguns exemplos são: usinagem de peças utilizadas em motores de aviões, supermercados, hospitais, etc (SLACK, JONES e JOHNSTON, 2015).

c) *Layout* celular: consiste em arranjar em um só local máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. Assim o material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. A principal característica deste tipo de *layout* é a relativa flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto, permitindo elevado nível de qualidade e produtividade e diminuindo o transporte do material e os estoques (MARTINS e LAUGENI, 2005).

d) *Layout* em linha: este arranjo físico envolve alocar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado (SLACK, JONES e JOHNSTON, 2015). Os recursos são dispostos em torno da rota do cliente ou produto, em vez de distribuídos entre muitos deles.

Exemplos de indústrias que utilizam esse *layout* são: indústria de automóvel em sua linha de montagem; área da saúde quando surgem os programas de imunização em massa; no restaurante *self-service*, onde cada cliente passa por um trecho determinado.

3. Metodologia

Para a realização deste estudo os autores realizaram visitas a empresa lançando mão de observação direta do processo produtivo para aplicação das técnicas de melhoria de *layout*.

Para um projeto de *re-layout*, como neste caso, Neumann e Scalice (2015) definem três fases: a fase I, denominada preparação, delimita-se a área a ser estudada, forma-se o time de trabalho e definem-se os objetivos focando no processo escolhido; na fase II, denominada definição, realiza-se a coleta específica dos dados, trabalhando com as técnicas escolhidas e dimensiona-se as melhorias propostas; por último, na fase III, prepara-se a planta para as mudanças propostas.

Para a realização deste estudo, os processos escolhidos foram a produção de mesas e cadeiras, as ferramentas utilizadas para análise do *layout* atual foram a carta de processo e carta de-para. A partir da análise dos resultados após a aplicação das ferramentas procedeu-se a elaboração do novo *layout* como proposta de implemetação para a empresa. Entretanto, a terceira fase não foi abordada visto que necessitaria da aprovação da empresa.

4. Resultados e discussões

4.1 Caracterização do universo de pesquisa

O presente estudo foi realizado em uma empresa de reciclagem de materiais da construção civil, aqui denominada empresa ABC. Foi fundada no ano de 2007 e está instalada na cidade de Foz do Iguaçu no extremo oeste do estado do Paraná. A área do terreno onde está implantada é de 17.219,58 m², e a área total construída da instalação é de 3.232,80 m².

A captação dos recursos materiais que a empresa necessita para seus processos de produção se dá através de acordos com construtoras da cidade que já possuem Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC) em seus canteiros de obras, e também, acordo com moradores e empresas que estão realizando processos de cortes de árvores licenciados. Atualmente o portfólio de produtos que a empresa produz através do reaproveitamento de materiais descartados são os seguintes:

a) Agregados graúdos e miúdos para construção civil: pedra brita e areia gerados pela moagem de concretos.

- b) Tijolos e blocos ecológicos: utilizando os agregados gerados no outro processo de produção, são gerados tijolos e blocos que podem ser utilizados na construção civil.
- c) Biomassa: a geração de biomassa ocorre através do reaproveitamento de material lenhoso, originando assim lenha fracionada em tacos e cavaco, eles têm a finalidade de geração de energia através da queima, podem ser utilizados para fins domésticos e nas olarias.
- d) Móveis: a fabricação de mesas e cadeiras ocorre através do reaproveitamento de madeira de maior resistência.

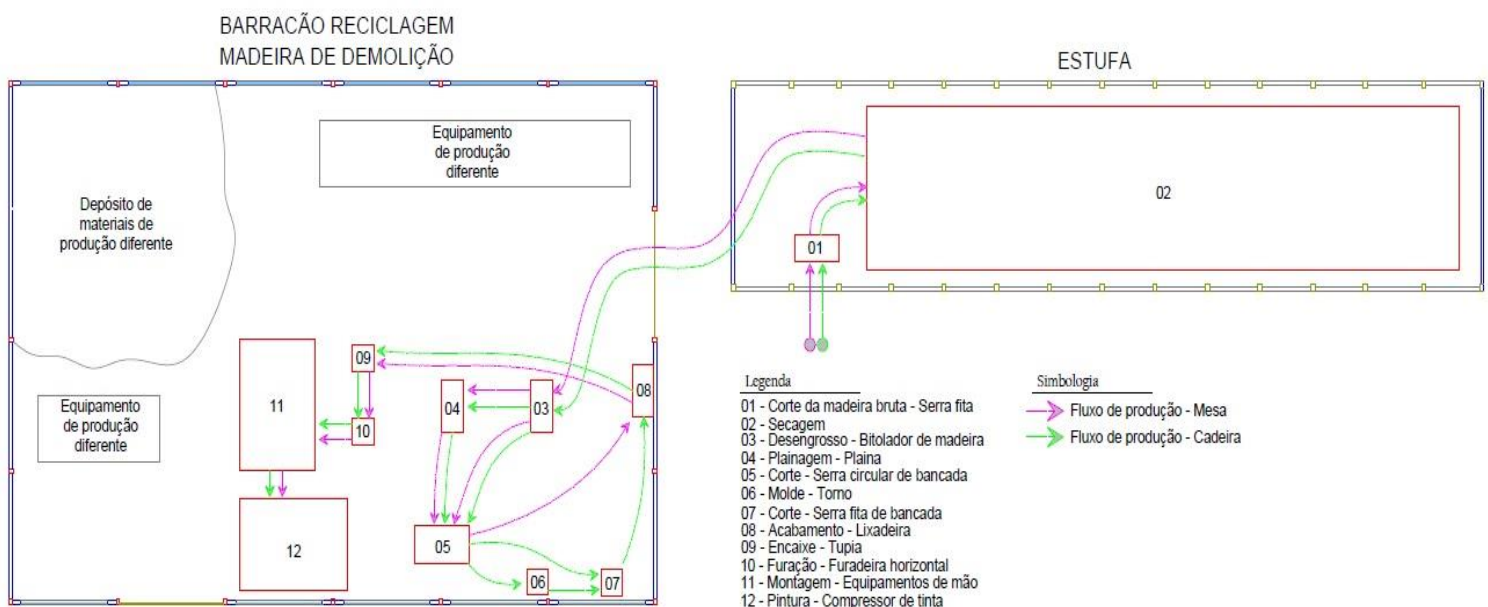
A linha de produção estudada, a qual foi gerada uma proposta de melhoria de *layout*, será a de mesas e cadeiras. Essa produção é realizada por 02 colaboradores, possuindo capacidade semanal de produção de 10 mesas e 40 cadeiras.

4.2 Análise do *layout* atual

A linha de produção de móveis da empresa ABC está localizada em um barracão específico dentro da indústria, onde estão instalados a maioria dos maquinários do processo, além da estufa que é utilizada na parte inicial do processo.

O sistema de produção em que pode-se classificar essa linha de produção de móveis seria do tipo *jobbing*, pois esta possui características peculiares desse sistema, como por exemplo, o baixo volume de produção, além de haver o compartilhamento de recursos tanto de transformação quanto recursos a serem transformados.

A Figura 1 apresenta o *layout* atual representando o fluxo de produção tanto da mesa quanto da cadeira, e os processos e maquinários utilizados.



Fonte: os autores (2018)

Figura 1 – Layout atual da empresa em estudo

O *layout* atual da linha de produção que está montada e que envolve a área do barracão e da estufa é categorizado como *layout* celular visto que apresenta características que se enquadram nas definições deste tipo de arranjo físico como, por exemplo, ter disponível em sequência quase todas ou todas as máquinas necessárias para executar o

processo de fabricação completo, e a maioria dos maquinários estarem em um mesmo local.

4.3 Elaboração da carta de processo

A carta de processo é uma ferramenta que pode ser encarada como outro modo de organizar e ilustrar as mesmas informações que estão no fluxograma, tendo como principal diferença as informações sobre o processo mais detalhadas no documento. Pode-se registrar a sequência de tarefas dos principais elementos de um processo, as relações de tempo de diferentes partes do trabalho e registrar fluxo de materiais, movimentação de pessoas ou informações do trabalho (NEUMANN e SCALICE, 2015). Nas figuras 2 e 3 estão representadas as cartas de processo criadas para a linha de produção de cada produto.

CARTA DE PROCESSO							
Símbolos	●	Operação	Totais	11	Rotina: Atual	<input checked="" type="checkbox"/>	Processo
	➡	Movimentação		13	Proposta	<input type="checkbox"/>	Fabricação de Cadeiras
	■	Inspeção		2	Objetivo: Melhoria do fluxo		
	▲	Espera		1	Efetuada por: Adirley, Renan		
	▼	Armazenamento		2	Data: 13/06/2018		
Ordem	Símbolos				Setor	Descrição dos passos	
1	○	➡	□	△	▼	Recepção da madeira	
2	○	➡	□	△	▼	Verificar estado de conservação da madeira	
3	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 1 - Serra Fita	
4	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 1 - Cortar a madeira bruta	
5	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Processo 2 - Secagem	
6	○	➡	□	△	▼	Esperar secar a madeira	
7	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 3 - Bitolador de madeira	
8	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 3 - Desengrosso	
9	○	➡	□	△	▼	Realizar inspeção da plainagem da madeira	
10	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 4 - Plaina	
11	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 4 - Plainar a madeira	
12	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 5 - Serra circular	
13	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 5 - Cortar a madeira	
14	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 6 - Torno	
15	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 6 - Moldar peças de madeira	
16	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 7 - Serra fita de bancada	
17	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 7 - Cortar a madeira	
18	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 8 - Lixadeira	
19	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 8 - Lixar	
20	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 9 - Tupia	
21	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 9 - Encaixe	
22	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 10 - Furadeira horizontal	
23	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 10 - Furração	
24	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Processo 11 - Montagem	
25	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 11 - Realizar os encaixes	
26	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Máquina 12 - Compressor de tinta	
27	○	➡	□	△	▼	Operação no posto de trabalho 12 - Pintura	
28	○	➡	□	△	▼	Movimentação para Estocagem	
29	○	➡	□	△	▼	Estocagem	

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Figura 2 - Carta de processo da produção de cadeiras

CARTA DE PROCESSO						
Símbolos	●	Operação	Totais	9	Rotina: Atual <input checked="" type="checkbox"/> Proposta <input type="checkbox"/> Processo: Fabricação de Mesas Objetivo: Melhoramento do fluxo Efetuated por: Adirley, Renan Data: 13/06/2018	
	➡	Movimentação		11		
	■	Inspeção		2		
	▲	Espera		1		
	▼	Armazenamento		2		
Ordem	Símbolos				Sector	Descrição dos passos
1	○	➡	□	▲	▼	Recepção da madeira
2	○	➡	□	▲	▼	Verificar estado de conservação da madeira
3	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 1 - Serra Fita
4	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 1 - Cortar a madeira bruta
5	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Processo 2 - Secagem
6	○	➡	□	▲	▼	Esperar secar a madeira
7	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 3 - Bitolador de madeira
8	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 3 - Desengrosso
9	○	➡	□	▲	▼	Realizar inspeção na plainagem da madeira
10	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 4 - Plaina
11	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 4 - Plainar a madeira
12	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 5 - Serra circular
13	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 5 - Cortar a madeira
14	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 8 - Lixadeira
15	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 8 - Lixar
16	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 9 - Tupia
17	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 9 - Encaixe
18	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 10 - Furadeira horizontal
19	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 10 - Furação
20	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Processo 11 - Montagem
21	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 11 - Realizar os encaixes
22	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Máquina 12 - Compressor de tinta
23	○	➡	□	▲	▼	Operação no posto de trabalho 12 - Pintura
24	○	➡	□	▲	▼	Movimentação para Estocagem
25	○	➡	□	▲	▼	Estocagem

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Figura 3- Carta de processo da produção de mesas

Nota-se que nas cartas de processo as informações estão mais detalhadas permitindo melhor visualização dos processos existentes para tomar decisões mais assertivas em relação ao novo layout.

4.4 Elaboração da Carta De-Para

A Carta De-Para é uma ferramenta para a minimização de custos de transportes entre os departamentos. São estruturadas na forma de matrizes, em que a primeira linha possui o mesmo conteúdo da primeira coluna, sendo os cruzamentos entre linhas e colunas o local de registro dos produtos que circulam de um local para outro (NEUMANN e SCALICE, 2015).

É muito utilizada para avaliação dos *layouts* funcionais. Porém, neste caso trata-se de um *layout* celular, mas a aplicação terá a mesma eficácia. Nesse caso os fluxos avaliados serão em relação ao pior caso possível na produção, ou seja, os dois móveis nos seus respectivos processos terão que passar pelo processo 4, e na produção da cadeira algumas partes da mesma terão que passar pelo processo 6 e outras partes vão diretamente pelo processo 7.

A fórmula utilizada para encontrar os custos totais de transporte em cada processo, está representada abaixo (NEUMANN e SCALICE, 2015):

$$C = \sum_i \sum_j T_{ij} \times C_{ij} \times D_{ij}$$

Sendo:

C = custo total das movimentações;

\sum_i = soma de departamentos i;

\sum_j = soma de departamentos j;

T_{ij} = número de movimentações entre processo i e processo j;

C_{ij} = custo por unidade de distância entre processo i e processo j;

D_{ij} = distância entre processo i e processo j;

Os dados utilizados como base para a aplicação da ferramenta foram em relação a produção de 01 unidade de mesa e 01 unidade de cadeira. Os dados necessários que foram coletados na empresa são: a distância entre os locais dos processos e máquinas, o número de movimentação entre os processos, além dos custos superficiais relacionados ao transporte, como salário dos colaboradores e hora/máquina da empilhadeira que é utilizada em algumas partes do processo.

A seguir serão apresentadas os Quadros de 1 a 4, com os dados e também os custos totais (em reais) da linha de produção para a fabricação de 01 cadeira da empresa ABC.

		Processos												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Processos	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	-	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	-	-	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	-	-	-	-	-	1	1	0	0	0	0	0	0
	6	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	0	0
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	0
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 1- Carta De-Para para Número de movimentações entre os processos da Cadeira

	Processos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-	0,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-	-	0,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-	-	-	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-	-	-	-	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-	-	-	-	-	0,008	0,008	0	0	0	0	0	0
6	-	-	-	-	-	-	0,008	0	0	0	0	0	0
7	-	-	-	-	-	-	-	0,008	0	0	0	0	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0	0	0	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0	0	0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 2 - Carta De-Para para o Custo (R\$)/m de movimentações entre os processos da Cadeira

	Processos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-	-	126,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-	-	-	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-	-	-	-	5,5	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-	-	-	-	-	4,75	8	0	0	0	0	0	0
6	-	-	-	-	-	-	3,5	0	0	0	0	0	0
7	-	-	-	-	-	-	-	7,5	0	0	0	0	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	13,25	0	0	0	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,85	0	0	0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,25	0	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	0
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 3 - Carta De-Para para a Distância (em metros) entre os processos da Cadeira

	Processos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-	0,452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-	-	3,466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-	-	-	0,065	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-	-	-	-	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-	-	-	-	-	0,038	0,065	0	0	0	0	0	0
6	-	-	-	-	-	-	0,028	0	0	0	0	0	0
7	-	-	-	-	-	-	-	0,061	0	0	0	0	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,216	0	0	0	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,046	0	0	0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,069	0	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,093	0
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo Total												4,69	

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 4- Carta De-Para para os Custos totais (R\$) de movimentação da Cadeira

A seguir estão apresentadas os Quadros de 5 a 8, com os dados e também os custos totais (em reais) da linha de produção para a fabricação de 01 mesa da empresa ABC.

		Processos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Processos	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	-	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	-	-	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0
	5	-	-	-	-	-	0	0	1	0	0	0	0
	6	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
	7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 5 - Carta De-Para para Número de movimentações entre os processos da Mesa

		Processos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Processos	1	-	0,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	-	-	0,027	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	-	-	-	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	-	-	-	-	0,016	0	0	0	0	0	0	0
	5	-	-	-	-	-	0	0	0,016	0	0	0	0
	6	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
	7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0	0	0
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0	0
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016	0
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,016
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 6 - Carta De-Para para Custo (R\$)/m de movimentações entre os processos para Mesa

		Processos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Processos	1	-	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	-	-	126,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	-	-	-	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	-	-	-	-	5,5	0	0	0	0	0	0	0
	5	-	-	-	-	-	0	0	11	0	0	0	0
	6	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
	7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	13,25	0	0	0
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,85	0	0
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,25	0
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 7- Carta De-Para para Distância (em metros) entre os processos para a Mesa

		Processos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Processos	1	-	0,452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	-	-	3,466	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	-	-	-	0,065	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	-	-	-	-	0,09	0	0	0	0	0	0	0
	5	-	-	-	-	-	0	0	0,179	0	0	0	0
	6	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
	7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,216	0	0	0
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,046	0	0
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,069	0
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,093
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo Total												4,68	

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Quadro 8 - Carta De-Para para Custos totais (R\$) de movimentação para a Mesa

A partir das Cartas De-Para representadas nos quadros 4 e 8, as quais abordam os custos de movimentação total em cada processo, foi possível ver que o custo final de movimentação para cadeira foi de R\$ 4,69 e para a mesa foi de R\$ 4,68.

Verifica-se também que na linha de produção da cadeira, os dados mais discrepantes em ordem do maior para o menor é a movimentação do processo 2 para o 3 com o custo de movimentação de R\$ 3,446, do processo 1 para o 2 com custo de R\$ 0,452 e do processo 8 para o 9 que possui custo de R\$ 0,216. Já na linha de produção da mesa, o dado mais discrepante foi a movimentação do processo 2 para o 3 com o custo de movimentação de R\$ 3,446 e do processo 1 para o 2 que possui custo de R\$ 0,452.

A partir dos resultados foi proposto um novo arranjo físico com foco em minimizar esses custos apresentados.

4.5 Layout proposto

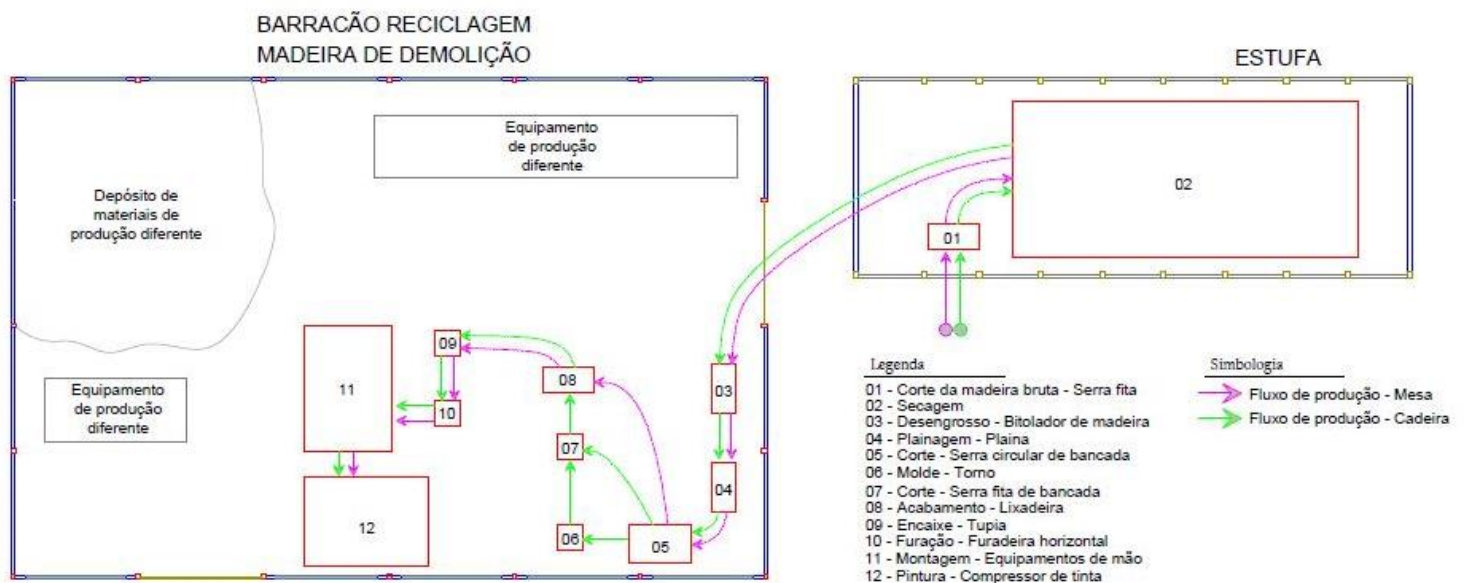
Para a geração do *layout* proposto de forma que houvesse uma redução nos custos de transportes nos processos produtivos havia três opções que poderiam ser abordadas para intervir: redução do número de movimentações entre os processos, redução dos custo por metro movimentado e redução de distância entre os processos.

A redução no número de movimentações não tinha como ser executada, visto que nas cartas De-Para apresentadas anteriormente o número de movimentações entre todos os processos era o mínimo, ou seja, um. Isso deve-se muito em função ao *layout* original ser do tipo celular, onde o processo já está sequenciado, e pelos tipos de máquinas que geralmente conseguem executar todo o serviço sem a necessidade do produto passar novamente por elas.

A redução dos custos por metro movimentado não foi levado em consideração devido a complexidade que envolve uma tomada de decisão para que tal fato ocorra, sendo necessários estudos nas áreas financeiras da empresa, não sendo o foco principal deste trabalho.

A última forma de abordar essa redução nos custos de movimentação, é minimizar a distância entre os processos, sendo esse o modo utilizado no trabalho para a geração de um novo *layout* para a empresa ABC.

As medidas propostas são: a redução do comprimento da estufa, onde diminui a distância percorrida do processo 1 para o 2, visto que a área de armazenamento será bem menor, outra medida proposta é aproximar o processo 2 do processo 3, transferindo assim a estufa do local onde se encontra localizado para uma região mais próxima do barracão onde está o restante da linha de produção dos móveis, e como última intervenção que pode ser feita é a aproximação do processo 8 com o processo 9. Um novo *layout* baseado nessas propostas pode ser visualizado na Figura 4.



Fonte: os autores (2018)

Figura 4 – Layout proposto

Ressalta-se que neste estudo não foram levantados dados para realizar a análise de viabilidade econômica da implantação das melhorias, sendo uma das limitações do estudo. As sugestões foram apresentadas com base apenas na análise de fluxo do processo produtivo. Portanto, por ser uma proposta para um possível *layout* futuro, não foi possível quantificar os ganhos com a readequação do arranjo físico analisado.

5. Considerações Finais

Por meio do estudo apresentado neste trabalho foi possível reforçar a importância do planejamento de *layout* para qualquer sistema produtivo, sempre focando no melhor desempenho de máquinas, equipamentos ou equipe de colaboradores, além da busca de obter os menores custos.

Este estudo foi realizado em uma empresa de pequeno porte e as melhorias sugeridas, caso implementadas, podem vir a aumentar a eficiência dos processos produtivos tornando-a mais competitiva em seu ramo de atuação.

Como conclusão, estudos relacionados a melhorias de arranjo físico podem se tornar importantes instrumentos de melhoria nas empresas elevando sua eficiência produtiva e

reduzindo seus custos de produção e devem ser desenvolvidos continuamente no ambiente organizacional.

Referências

ARAUJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KRAJEWSKI, L.; RITZMANN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da produção e operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SANTANA, J. A. S.; SILVA, C. E. Modelo de *layout* de sistema produtivo para usinas de reciclagem de resíduos inorgânicos sólidos para pequenos municípios. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v.1, n.1, dezembro, 2010. DOI: 10.6008/ESS2179-6858.2010.001.0004.

SLACK, N.; JONES, A. B; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M.; EKLUND, M.; EKLUND, J.; ENGVIST, I. L. Improving the layout of recycling centres by use of lean production principles. **Waste Management**, v. 31, n.6, p. 1121–1132, fevereiro. 2011. DOI:10.1016/j.wasman.2010.12.021.