

Proposta de *layout* e otimização do fluxo do processo de montagem de uma empresa de produtos hospitalares

Gustavo Henrique Nieland Müller (UFPR) gustavohnmuller@gmail.com

Mayara Bicalho da Rocha (UFPR) mayarabicalhor@gmail.com

Mayara Scheuer (UFPR) scheuermayara@gmail.com

Nicole Cristina Costa (UFPR) nicolecristinacosta@brturbo.com.br

Resumo:

A pesquisa tem como objetivo desenvolver uma proposta de rearranjo de layout com otimização de processos na montagem de produtos hospitalares. O estudo do layout pelo método *System Layout Planning* (SLP) permite identificar e otimizar gargalos e fluxos indesejáveis na linha de produção. O aperfeiçoamento na linha de produção traz benefícios como a diminuição de desperdícios, otimização de fluxos e processos e aumento da capacidade produtiva. Este estudo é caracterizado como aplicativo, qualitativo e estudo de caso instrumental da gestão dos fluxos de produção e arranjo físico na empresa X. A necessidade de afirmação no contexto competitivo do mercado foi o principal motivo para o desenvolvimento dos estudos na empresa. A aplicação do método permitiu a organização e identificação dos postos de trabalho, do fluxo de materiais e pessoas e a quantificação dos tempos de atravessamento. Os resultados obtidos demonstram que alterações simples com poucos investimentos permitem mudanças na linha de produção que geram vantagens competitivas, tais como: a eliminação de células ociosas, aumento de espaços para circulação e a economia de tempos e movimentos que, em conjunto, aumentam a capacidade produtiva.

Palavras chave: Arranjo Físico, Fluxo do Processo, Gestão da Produção.

Proposal for layout and process flow optimization in assembly line of a medical disposables company

Abstract:

The research objective is developing a proposal for layout rearrangement with flow process optimization in medical disposables assembly. The layout study by *System Layout Planning* (SLP) allows identification and optimization of inefficient flows in assembly line. Improvements at the assembly line reflect benefits as waste reduction, flow and process optimization, and increase productive capacity. This study is characterized as applicative, qualitative and as an instrumental case study of manufacturing flow management and physical arrangement in the company X. The necessity of an aggressive position at the competitive context of the market was the main reason for study development at the company. The method enforcement enables organization and identification of workstations, material and workers flow, and crossing times quantification. Results show that competitive advantages can be achieved with simple modifications, that require few investments, at the assembly line. The achieved benefits of the study such as, removal of unnecessary workstations, increase in circulation spaces, and time and movement economy, allowed an increase at the productive capacity.

Key-words: Physical Arrangement, Process Flow, Production Management.

1. Introdução

O estudo do layout é uma ferramenta importante no processo produtivo, pois está diretamente ligado com a programação, controle e organização da produção, levando a melhorias no fluxo produtivo (Britto et al., 2015). Movimentações desnecessárias, cruzamento de fluxos e má utilização da unidade produtiva podem não somente afetar a eficiência do processo, como também ocasionar perdas financeiras.

Na empresa em estudo, fábrica de descartáveis médico-hospitalares, a situação não é diferente. No mercado há mais de 10 anos, a empresa tem enfoque na produção de linhas de sangue para hemodiálise e realiza a maior parte do seu processo produtivo dentro da mesma planta. O grande desafio hoje é lidar com a subutilização da planta - resultante de uma queda na demanda - e consequentemente com a realocação dos funcionários e reorganização dos recursos produtivos. A área de montagem dos dois principais produtos da empresa, linha de sangue arterial e linha de sangue venosa, é que absorve maior parte da sua mão-de-obra e onde foram identificados alguns pontos de melhoria.

Diante deste panorama, a análise de layout para reorganização do espaço surge como solução para otimização da produção, e foi utilizada no presente estudo de caso.

2. Revisão da Literatura

A elaboração de um rearranjo de layout industrial pode ser dirigida por uma dificuldade interna, mas envolver parâmetros externos como alterações de demanda. Esta abordagem é trazida por Mohan et al. (2013), que utiliza modelos de programação linear e *simulated annealing* para lidar com o problema do planejamento de layout dinâmico.

Novas técnicas estão sendo desenvolvidas para contemplar estudos de tempos e movimentos no auxílio à elaboração de layouts. Magu et al. (2015), por exemplo, apresenta uma nova técnica chamada Path Process Chart, que estuda o caminho percorrido pelo trabalhador - os locais de trabalho e sua interrelação - em conjunto com o processo em si.

Já Wu et al. (2016) avalia o conhecido método Modular Arrangement of Predetermined Time Standard (MODAPTS) como dispendioso em relação ao tempo, propõe um novo método automático e realiza a comparação entre eles a fim de provar que o último economiza tempo e é mais preciso.

Sob a ótica de arranjo físico detalhado, Ho et al. (2017) fornece um estudo voltado especificamente para o layout de células de uma indústria de produtos hospitalares híbridos, que utilizam múltiplos componentes e materiais. E D'Antonio et al. (2018) explora um modelo matemático integrado capaz de definir um layout híbrido ideal, orientado por processo e por produto.

3. Metodologia

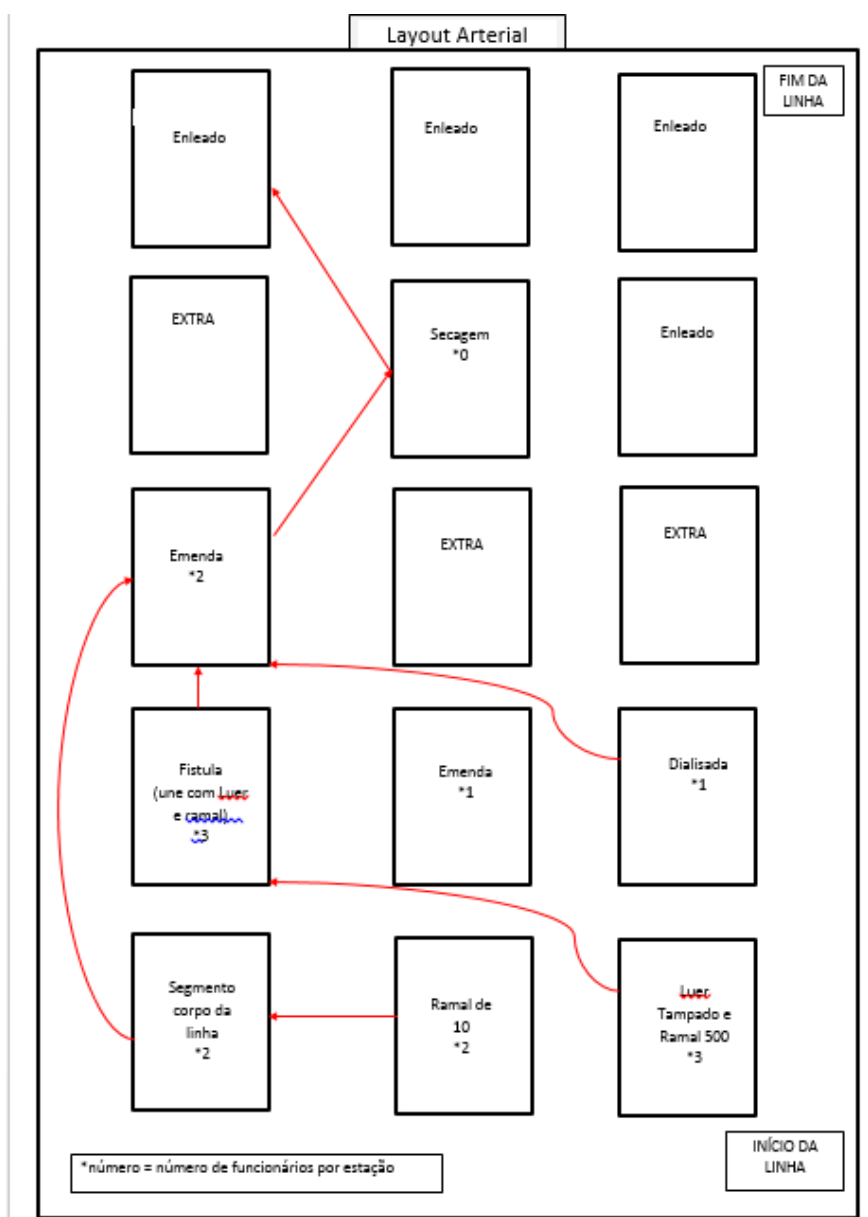
O método utilizado inclui uma abordagem qualitativa, através do procedimento técnico de estudo de caso instrumental, com coleta de dados realizada mediante duas visitas técnicas a empresa de materiais hospitalares.

O referencial teórico foi elaborado a partir de materiais já publicados, constituído principalmente de artigos.

Em visita feita à empresa e após acompanhamento do processo produtivo e das movimentações dos funcionários, foi percebida na área de montagem dos produtos a presença de cruzamentos de fluxo e movimentações excessivas nas operações desenvolvidas pelos funcionários nos dois tipos de produtos estudados neste trabalho.

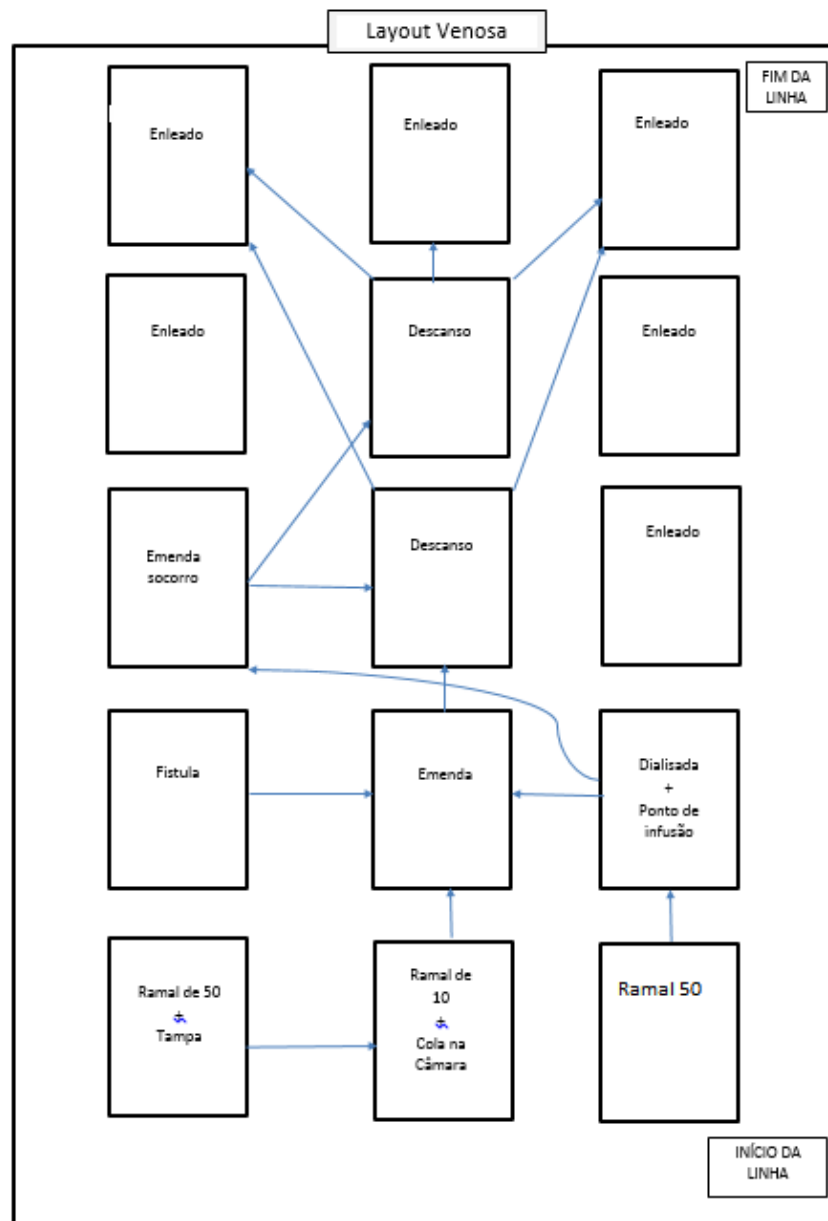
Nesta etapa foi aplicado o Gráfico de Spaghetti, o qual trouxe evidências deste problema. Nas imagens a seguir tem-se um esboço dos postos de trabalho e a sequência em que cada operação é realizada. Na figura 1 está a sequência dos produtos feitos na linha Arterial representada pela cor vermelha e na figura 2 a sequência dos produtos feitos na linha Venosa na cor azul. Tais cruzamentos e excessos de movimentação podem acarretar em menor produtividade dos operadores e ineficiência do processo.

A partir de então, a proposta foi toda desenvolvida seguindo os passos do método *System Layout Planning* (SLP), utilizando ferramentas como fluxo De-Para e diagrama de relações, apresentadas no próximo tópico do presente trabalho.



Fonte: Os Autores (2018).

Figura 1 – Fluxo atual para produção de linha arterial



Fonte: Os Autores (2018).

Figura 2 – Fluxo atual para produção de linha venosa

4. Desenvolvimento da proposta

Desde que este projeto busca a otimização de uma área com sequências de dois tipos de produto, a equipe buscou primeiramente uniformizar ao máximo o fluxo percorrido por cada linha para fim de estudo e também de aplicação. Assim fixou-se as atividades em cada mesa da seguinte maneira:

Mesa	Arterial	Venosa
A	Luer, tampado e Ramal de 50	Ramal de 50 e Tampa
B	Ramal de 10	Ramal de 50 e Tampa
C	Segmento/Ramal de 50	Ramal de 10 + Cola na Câmara
D	Dialisada	Dialisada + Ponto de infusão
E	Fistula	Fistula
F	Emenda 1	Emenda 1
G	Emenda 2	Emenda 2
H	Secagem 1	Secagem 1
I	Secagem 2	Secagem 2
J	Enleado 1	Enleado 1
K	Enleado 2	Enleado 2
L	Enleado 3	Enleado 3
M	Socorro 1	Socorro 1
N	Socorro 2	Socorro 2
O	Socorro 3	Socorro 3

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 1 – Atividade realizada em cada mesa de acordo com o produto

Assim os fluxos de mesas que se diferenciavam no início não se diferenciam mais. Apenas ao trocar de linha será feito um *setup*, principalmente nas mesas de A à E que mudam suas atividades. Lembrando que uma uniformidade de fluxo caracteriza um ambiente padrão e organizado, para qualquer linha produzida.

Tendo em vista o método SLP, inicia-se por uma análise do fluxo de materiais para se verificar quais áreas devem ou não estar próximas. O fluxo De-Para é uma boa opção para enxergar a importância por categorias criadas.

Para uma melhor visualização neste arquivo do fluxo De-Para, as atividades estão representadas pela legenda apresentada na tabela anterior. Considerou-se a quantidade de materiais que transitam de uma estação à outra no tempo de 1 hora.

De/Para	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0	0	0	0	4350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	4350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	2175	2175	0	0	0	0	0	0	1088	0
D	0	0	0	0	0	2175	2175	0	0	0	0	0	0	1088	0
E	0	0	0	0	0	2175	2175	0	0	0	0	0	0	1088	0
F	0	0	0	0	0	0	725	1088	1087	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	725	0	1088	1087	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	725	725	725	650	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	725	725	725	650	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	1088	0	1088	2175	2175	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Os Autores (2018)

Figura 3 – Matriz do fluxo De-Para

Estabeleceu-se 3 mesas socorros, uma ficaria para necessidade do enleado (M), outra para emenda (N) e outra para os processos iniciais (O). Estas são identificadas no fluxo De-Para, pois uma mesa socorro dos processos iniciais caracteriza-se por ida de produtos para a mesa C, E ou F/G, uma mesa socorro da emenda se caracteriza por chegada de produtos vindos de C, D ou E e uma mesa socorro do enleado se caracteriza por chegada de produtos vindos de H ou I.

Desde que a quantidade de componentes que entram no sistema se unem na emenda vindo de 3 diferentes sequências, em qualquer que seja a mesa de emenda (F ou G) é necessário material de todas as 3 diferentes mesas (C, D e E). Portanto, há duas possibilidades, que tanto C, quanto D, quanto E cheguem em F e G ou que haja movimentação entre F e G para que uma mesa supra a necessidade da outra de um material que não recebe. Por exemplo, C não chega em G e chega apenas em F, porém o material de C que G necessita virá da mesa G que servirá como uma espécie de ponte.

Quando a linha se forma e vai para a secagem, irá 1/3 do número que entrou inicialmente. Estes números podem ser diferentes na prática, mas para fins de estudo são coerentes visto que a grande importância deste fluxo De-Para para este estudo se encontra ao enxergar quais as mesas devem ter relação e quais não necessitam relação. Para equilíbrio, previamente se definiu que de cada mesa de secagem (H e I) vai 1/3 do que está ali para uma certa mesa de enleado (K) e o restante vai para a outra preferencial. Por exemplo, 2/3 de H vai para J e 1/3 para K e 2/3 de I vai para L e 1/3 para K, permitindo o balanceamento nas mesas de enleado. A próxima etapa foi construir um diagrama de relações. A Tabela 2 ilustra o grau de proximidades escolhido pela equipe para análise das proximidades.

Valor	Proximidades
A	Absolutamente necessário
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Proximidade normal
U	Sem importância
X	Não desejável

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 2 – Grau de proximidades

Dentro das razões para que dois setores estejam perto um do outro poderia haver uso do mesmo equipamento ou instalações, mesmo pessoal ou mesmo registro, comunicação entre mesas, condições desagradáveis e entre outras, porém neste caso se aplica apenas a boa sequência do fluxo de trabalho e a movimentação de pessoas e materiais em todas as combinações, aquelas mesas que são sequência da outra são prezadas a ficarem próximas para diminuir o trânsito de pessoas e materiais e por consequência reduzir o tempo em processo.

No diagrama de relações, na simbologia foi levado em consideração não só a quantidade de fluxo de materiais, mas também o pensamento da não sobrecarga das mesas apresentado acima. Portanto, as relações absolutamente necessárias foram atribuídas para caso de mesas que são subsequentes no processo, especialmente necessárias para aquelas que são de processo seguinte, porém por haver uma outra mesa que também faz o mesmo processo, não é a prioridade e importante para as relações de mesa socorro.

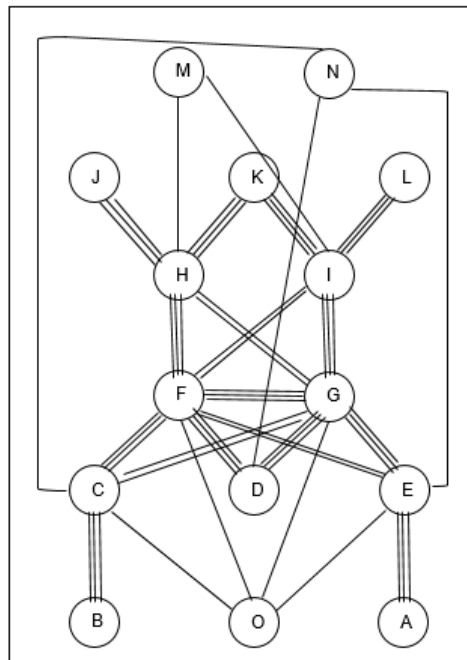
De/Para	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A															
B	U														
C	U	A													
D	U	U	U												
E	A	U	U	U											
F	U	U	A	A	E										
G	U	U	E	A	A	A									
H	U	U	U	U	U	A	E								
I	U	U	U	U	U	E	A	U							
J	U	U	U	U	U	U	U	A	E						
K	U	U	U	U	U	U	U	A	A	U					
L	U	U	U	U	U	U	U	E	A	U	U				
M	U	U	U	U	U	U	U	I	I	U	U	U			
N	U	U	I	I	I	U	U	U	U	U	U	U	U		
O	U	U	I	U	I	I	I	U	U	U	U	U	U	U	

Fonte: Os Autores (2018)

Figura 4 – Diagrama de relações

As necessidades para cada espaço são as mesmas, visto que todas as estações são mesas do mesmo tamanho com suas respectivas cadeiras, totalizando uma área média de 8,7m² cada estação. Para todos os efeitos adotou-se que a mesa B seria composta por ramal de 10 quando arterial e ramal de 50 quando venosa e a mesa C segmento corpo de linha quando arterial e ramal de 10 quando venosa (como apresentado anteriormente). Esta inversão de atividades nas mesas impede um fluxo contrário das duas linhas, permitindo uma única saída para a emenda.

No arranjo de atividades da proposta foram utilizadas 3 linhas para grau A, 2 para E e 1 para I, como apresentado a seguir. Neste arranjo é proposta mudança de posição das mesas.

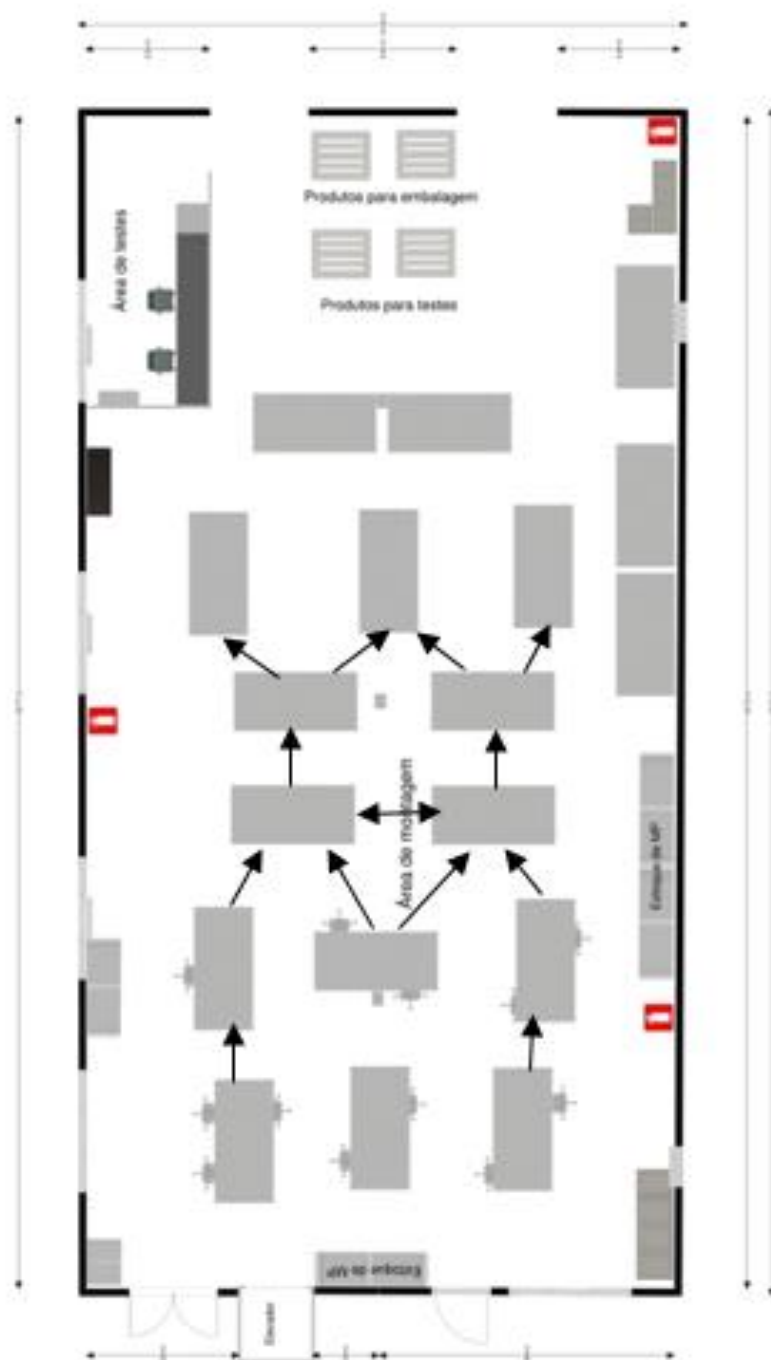


Fonte: Os Autores (2018)

Figura 5 – Arranjo de atividades proposto

Percebe-se que o posicionamento das mesas socorros em um lugar estratégico é um problema desde que não há espaço para deixá-las perto das mesas que deveriam (principalmente no caso da N), a prioridade foi deixar próximo as mesas sequentes no processo do que aquelas que são socorro, visto que as mesas socorros não são utilizadas sempre.

É possível observar que não há cruzamento do fluxo quando olhamos para as relações absolutamente importantes, que são suficientes para o processo todo ocorrer. Portanto, o grupo adere esta proposta e em dias normais de produção o fluxo correrá sem encontro de pessoas e materiais dentro do processo. Uma nova estrutura que atende os dois fluxos se encontra na planta 2D na figura 6.



Fonte: Os Autores (2018).

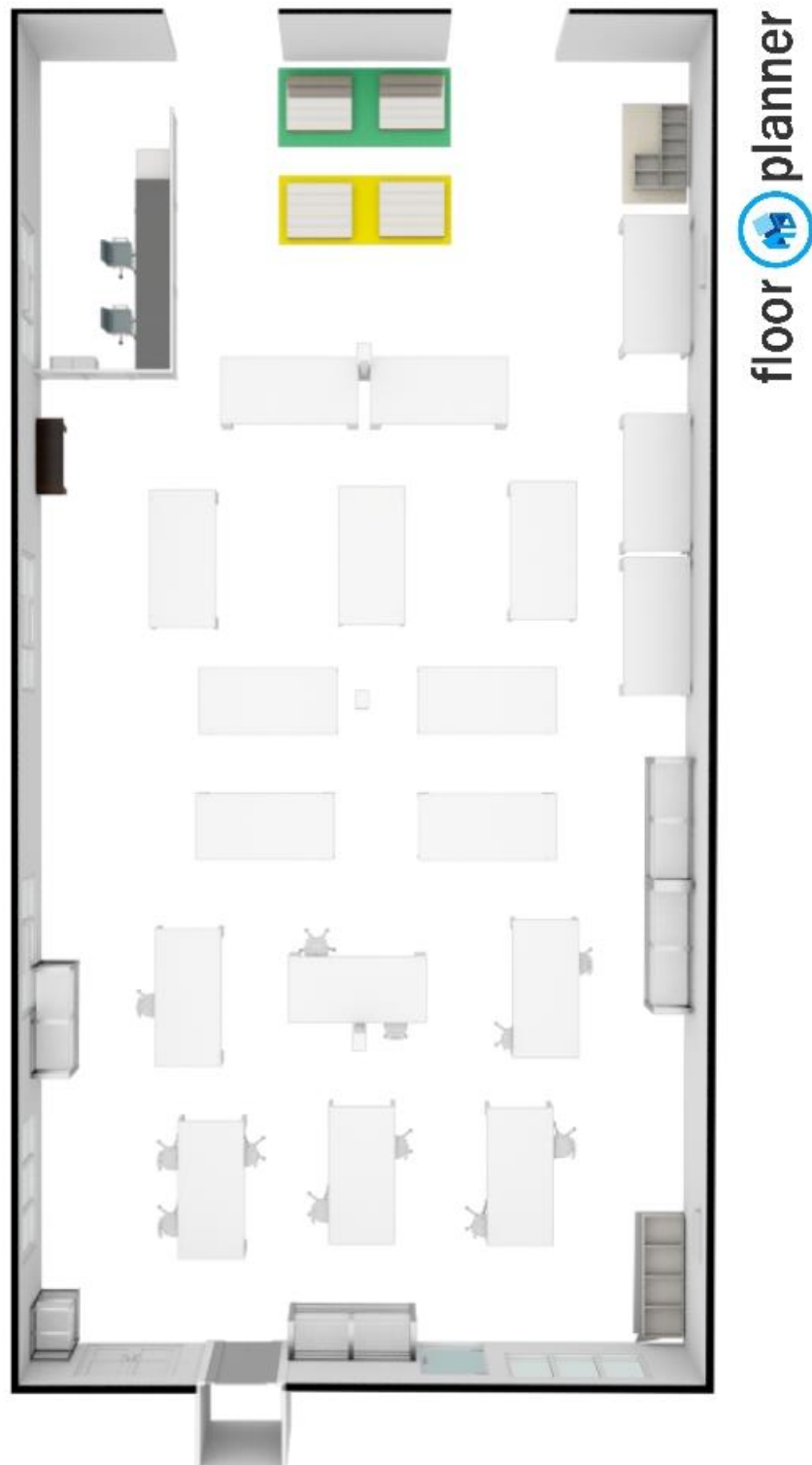
Figura 6 – Layout proposto com fluxos

No entanto, esta proposta foi escolhida para ser apresentada por diversos benefícios. Estes são expostos a seguir:

- Possui as mesas que iniciam fluxos (A, B e D) no começo da sala e perto do elevador no qual chega material.

- Possui distâncias entre mesas bem equilibradas e apesar das mesas de apoio M e N não estarem tão bem localizadas, a mesa O de apoio a diversas operações, (corre maior risco de utilização) está muito bem posicionada.
- Com a mudança do arranjo físico, é perceptível que o fluxo dos processos se torna mais linear.
- Apenas no suprimento de materiais que deve ocorrer entre F e G que ocorre encontro de pessoas e materiais, porém como agora há uma continuidade em todo o fluxo, o líder pode colocar seus maiores esforços nesta área para carregar o material de uma estação a outra e vice-versa.
- As mesas F e G podem até ser colocadas juntas em um segundo momento, como tentativa de unir os dois postos em um só, já que têm a mesma função. Mas o grupo aconselha esta tentativa apenas se o líder não der conta do abastecimento, pois há chances de desorganização dentro do posto.
- No suprimento de materiais das outras estações o trânsito pode ser feito pelos próprios operadores, já que as distâncias estão facilitadas.
- Um dos pontos mais importantes desta proposta está no balanceamento tanto de fluxo quanto de material que ocorre. Este pode ser confirmado pela simetria que a representação traz.
- Saída de emergência tem livre acesso.
- As colunas existentes na sala não inviabilizaram as ideias. As mesmas não atrapalham o fluxo.
- Os corredores foram aumentados pela mudança na disposição das mesas. Mas os espaços delimitados já eram suficientes. Lembrando que grandes espaços entre mesas também não são vantagens, pois aumenta o tempo de atravessamento dos produtos.
- Com um ótimo resultado esperado da implementação deste layout, as mesas socorro podem ser até mesmo parcialmente retiradas em uma futura reestruturação do layout, devido a sua inutilização pois o fluxo será cada vez mais otimizado e capaz de atender a demanda rapidamente.

Para melhor visualização, o layout proposto em três dimensões está representado na figura 7.



Fonte: Os Autores (2018).

Figura 7 – Layout proposto em três dimensões

5. Considerações finais

No decorrer deste estudo, utilizou-se das ferramentas relacionadas ao método SLP, como por exemplo o fluxo de-para, a definição do grau de proximidade e o diagrama de afinidades,

desta forma foi possível a visualização do processo, assim como a identificação de suas restrições e possibilidades. A observação e identificação dos fluxos permitiu a representação visual da intensidade e direção dos mesmos na área de montagem, o que facilitou o estudo de possíveis melhorias e alterações no layout.

Percebeu-se que a implementação do método *System Layout Planning* para a otimização do layout e fluxo de processos possibilitou a geração de resultados significantes, com alterações simples e baixa necessidade de investimento. Logo, focou-se na reorganização das mesas e remanejamento dos processos para redução da movimentação de pessoas, materiais, produtos em processo e acabados. Após o mapeamento da empresa e a aplicação do SLP, foi proposto mudanças que agregam melhorias para empresa. Rearranjou-se o layout em conjunto com a definição de novos fluxos, deste modo, foi obtido economia de tempos e movimentos, identificação de células ociosas e aumento de espaços para circulação que, por sua vez, possibilitaram um aumento na capacidade produtiva. Desta maneira, foi concluído que o estudo e aplicação de métodos na análise de layout e fluxos dentro da empresa estudada, pode trazer melhorias significativas e diferenciais competitivos que garantem destaque perante o mercado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Luis César G. de.** *Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional: arquitetura, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total, reengenharia.* São Paulo: Atlas, 2001.
- BRITTO, G.L; MELO, I.F.G; ARCIERI, A.M.A; BARRETO, F.R.** *Aplicação da metodologia SLP na melhoria do layout de uma linha de produção de chuveiros.* In: Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, p. 1-14, Fortaleza: ENEGEP, 2015.
- CONCEIÇÃO, I.; DE AZEVEDO, G.** *Fluxograma Como Ferramenta De Mapeamento De Processo No Controle De Qualidade De Uma Indústria De Confeção.*, 1984.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.** *Administração de produção e operações: uma abordagem estratégica.* 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- D'ANTONIO, G.; SAJA, A.; ASCHERI, A.; MASCOLO, J.; CHIABERT, P.** *An integrated mathematical model for the optimization of hybrid product-process layouts.* Journal of Manufacturing Systems, v. 46, p. 179–192, 2018. The Society of Manufacturing Engineers.
- FAVERI F.** *Identificação dos Desperdícios em um Serviço de Emergência com a Utilização da Metodologia Lean Thinking,* 2013
- GIL, Antonio Carlos.** *Métodos e técnicas de pesquisa social.* 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999. 202 p. ISBN: 8522422702.
- HO, N.; ANG, W.; CHUI, C. K.** *Workcell for Hybrid Medical Device Fabrication.* Procedia CIRP, v. 65, p. 236–241, 2017. The Author(s). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2017.04.052>>.
- JONES, Gareth R.; GEORGE, Jennifer M.** *Administração Contemporânea.* 4ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- KRISHNA MOHAN, T. V.; MADHUSUDANAN PILLAI, V.** *Detailed dynamic layout planning: An adaptive layout approach.* IFAC, 2013.
- MUTHER, R.** *Planejamento do Layout: Sistema SLP.* São Paulo: Edgard Blücher, 1978.
- MAGU, P.; KHANNA, K.; SEETHARAMAN, P.** *Path Process Chart – A Technique for Conducting Time and Motion Study.* Procedia Manufacturing, v. 3, n. Ahfe, p. 6475–6482, 2015. Elsevier B.V.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da Produção.* 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- WU, S.; WANG, Y.; BOLABOLA, J. Z.; et al.** *Incorporating motion analysis technology into modular arrangement of predetermined time standard (MODAPTS).* International Journal of Industrial Ergonomics, v. 53, p. 291–298, 2016.