

### Estudo de um layout por processo na indústria moveleira: um estudo de caso

Murilo Grillo Piazzarollo (UFV) [murilo.piazzarollo@ufv.br](mailto:murilo.piazzarollo@ufv.br)  
Leonardo Delazari de Oliveira (UFV) [leonardo.delazari@ufv.br](mailto:leonardo.delazari@ufv.br)  
Guilherme Carvalho Luz (UFV) [guilherme.luz@ufv.br](mailto:guilherme.luz@ufv.br)  
Isaias Simeão (UFV) [isaias.simeao@ufv.br](mailto:isaias.simeao@ufv.br)

*Resumo: O layout trata-se do modo como as máquinas, equipamentos, ferramentas, insumos, produtos acabados e mão de obra estão organizados dentro da indústria. Sua otimização é indispensável para maior produtividade e redução de desperdícios e perdas de tempos traduzidas no lead-time, possibilitando aumentar a lucratividade da empresa, visto que os processos devem se relacionar harmoniosamente. Todavia, mudanças no layout são trabalhosas e conseqüentemente tem alto custo. Objetiva-se apresentar no estudo de caso uma alternativa de layout para maior funcionalidade. Analisou-se o layout atual, as máquinas necessárias, os recursos associados, fluxos de materiais e esses dados foram trabalhados em técnicas algorítmicas para desenvolver um novo layout. Dessa análise, cabe à fábrica o uso do layout em processo. Da comparação entre o layout já existente e o proposto, observam-se mudanças significativas em relação à disposição dos recursos e ordenação do fluxo. A contribuição do novo layout, se implementada, pode ocasionar otimização dos espaços existentes, eliminação de alguns fluxos cruzados e ordenação do fluxo como um todo, provendo redução do lead-time.*

*Palavras chave: layout em processo, otimização, fluxos*

#### 1. Introdução

Localizada em uma região bastante disputado do território nacional, o pólo moveleiro de Ubá tem grande participação no mercado de móveis brasileiro e mesmo internacional, portanto procurar sempre a reduzir custos e desperdícios, aperfeiçoar processos, é de grande importância para o crescimento da cadeia produtiva nacional.

Mesmo no Brasil, em se tratando de indústrias moveleiras, sempre vem a idéia de fabricas grandes, bem estruturadas, com profissionais altamente capacitados. Mas na realidade nem sempre é o que acontece. Muitas indústrias têm revelado em seu arranjo físico a verdadeira realidade. São empresas que cresceram aos poucos, sempre fazendo “puxados” para se adequarem as variações de demanda acabam por ter graves problemas no fluxo de informações e materiais durante a produção.

Neste artigo será discutido o arranjo físico por processo de uma industria moveleira, que tem como principal produto a produção de guarda roupa, esta está localizada no pólo moveleiro de Ubá, região da Zona da Mata Mineira, na cidade de Ubá, onde a proximidade com outras industrias do mesmo setor acarreta em uma grande troca de experiências e a facilidade de criar uma maior representatividade no mercado.

O layout ao final proposto tentará se adequar a seguintes requisitos:

- Adaptar-se a estrutura física já presente na empresa;

- Garantir redução de tarefas que não geram valor aos produtos;
- Redução do lead-time;
- Garantir ambiente funcional e com espaço ergonômico suficiente para os trabalhadores;

Será utilizado o MÉTODO DOS RELACIONAMENTOS, pois é extremamente simples e ao mesmo tempo permite a obtenção de um resultado satisfatório.

### 1. Revisão de Literatura

A importância de se ter uma estrutura coerente com o nível de produção e a natureza dos produtos, esta no fato de que muitos desperdícios podem ser evitados, são processos que acabam por não gerar valor algum ao produto, como exemplo, operações de transporte entre outros. Segundo MATOS (1998), "Os objetivos básicos do layout são: Integração total de todos os fatores que afetam o arranjo físico; Movimentação de materiais por distâncias mínimas; Trabalho fluído através da fábrica; Todo o espaço efetivamente utilizado; Satisfação e segurança para os empregados; Um arranjo flexível que possa facilmente ser reajustado." Ainda segundo o autor "O layout é uma integração de diversos fatores, há sempre alguma coisa imperfeita nele. Sempre se pode criticar alguma coisa em qualquer layout."

Segundo CURY (2000), o arranjo físico corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas.

Segundo KRAJEWSKI e RITZMAN (2004), os planejadores de arranjo físico estão sempre buscando visar alternativas com materiais, produtos, processos, informações e pessoas, para distribuírem melhor os processos de trabalho e alcançar o desempenho ótimo da fábrica.

A utilização de um layout correto acarreta em uma significativa redução dos custos de produção decorrente do melhor fluxo de produção e de uma menor desorganização dentro do ambiente produtivo. Ao fim não é só a linha de produção ganha melhorias, mas também todos os processos que influenciam diretamente ou indiretamente a produção.

A natureza do layout varia de empresa para empresa de acordo com as suas características, que incluem: volume de produção, espaço físico, número de funcionários, ambiente de mercado em que ela se insere, etc.

Segundo MATOS (1998), os fatores que influenciam na construção de um layout eficiente são:

- Fator Material - incluindo projeto, variedades, quantidades, as operações necessárias e a sua seqüência;
- Fator Maquinaria - incluindo o equipamento produtivo, ferramentas e sua utilização;
- Fator Homem - incluindo supervisão e apoio, além do trabalho direto;
- Fator Movimento - incluindo transporte inter e intradepartamental e o transporte às várias operações, armazenagens e inspeções;
- Fator Espera - incluindo estoques temporários e permanentes e atrasos;

- Fator Serviço - incluindo manutenção, inspeção, programação e expedição;
- Fator Construção - incluindo as características externas e internas do edifício e a distribuição do equipamento;
- Fator Mudança - incluindo versatilidade, flexibilidade e expansibilidade.

Segue uma explicação de cada tipo de layout segundo SLACK (2002):

- Layout posicional: é utilizado quando os materiais transformados são ou muito grandes, ou muito delicados, ou objetariam ser movidos.
- Layout por processo: neste tipo de arranjo físico todos os recursos similares de operação são mantidos juntos. Este tipo de layout é normalmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande. Este tipo de layout é conhecido também como layout funcional.
- Layout celular: neste tipo de layout os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados de alguma forma. Nesse arranjo físico as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças.
- Layout por produto: neste os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. Este tipo de arranjo físico é também conhecido como layout em linha.

Dependendo do tipo de layout envolvido existe um conjunto de vantagens e limitações. Segundo TOMPKINS (1996) temos:

#### Layout posicional

Vantagens	Limitações
Movimentação de material é reduzida	Aumento da movimentação de pessoal e equipamento
Oportunidade de melhorar a produção no trabalho	Exige grande habilidade e qualidade das pessoas
Promove um estímulo pessoal pois uma pessoa pode realizar todo o trabalho	Exige uma supervisão geral
Alta flexibilidade, pode suportar mudanças no design do produto, no mix de produtos e no volume de produção	O principal resultado é aumentar a área de trabalho e o trabalho em processo
	Resulta na duplicação de equipamentos

#### Layout por produto

Vantagens	Limitações
Simplicidade, lógica e um fluxo direto como resultado	Parada de máquinas resulta numa interrupção da linha
Pouco trabalho em processo e redução do inventário em processo	Mudanças no design do produto tornam o layout obsoleto

O tempo total de produção por unidade é baixo	Estações de trabalho mais lentas que limitam o trabalho da linha de produção
A movimentação de material é reduzida	Necessidade de uma supervisão geral
Não exige muita habilidade dos trabalhadores	Resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos

### Layout celular

Vantagens	Limitações
O agrupamento dos produtos resulta numa alta utilização das máquinas	Exige uma supervisão geral
Melhoria no fluxo de produção e diminuição das distâncias percorridas	Necessidade de treinamento e habilidade dos grupos de trabalho
O ambiente de trabalho dos grupos e a ampliação das funções dos trabalhadores têm resultados positivos sobre a produção	O controle da produção depende do balanço do fluxo através das células
Tem algumas das vantagens dos layouts por departamentos e processo este é tipo de layout que fica entre os dois	Caso o fluxo não seja balanceado nas células, é necessário um estoque de trabalho em processo para eliminar a necessidade de aumentar a movimentação de material para as células

### Layout por processo

Vantagens	Limitações
Aumento da utilização de máquinas	Aumento da necessidade de movimentação de materiais
Equipamentos com funções gerais podem ser utilizados	O controle da produção torna-se mais complicado
Alta flexibilidade na alocação de pessoal e equipamento	Aumento do trabalho em processo
Operários multifuncionais	Linha de produção longa
É possível uma supervisão especializada	Requer uma alta habilidade dos funcionários

O método da CARTA DE RELACIONAMENTOS é uma ferramenta utilizada para elaboração de Layouts que analisa a relação de importância entre as atividades ou seções. Para fazer a análise do ambiente utilizando esse método deve-se coletar informações sobre as relações entre as áreas requeridas por 3 departamento junto com o número de viagens médias, desenhar o arranjo físico esquemático atual, ajustar o arranjo físico esquemático, desenhar o arranjo físico com as dimensões reais em escala e checar as possíveis trocas dos postos de trabalho.

Segundo SLACK (2002) primeiramente tem-se que observar a instituição e depois montar o diagrama de relacionamentos, como exemplo a seguir:

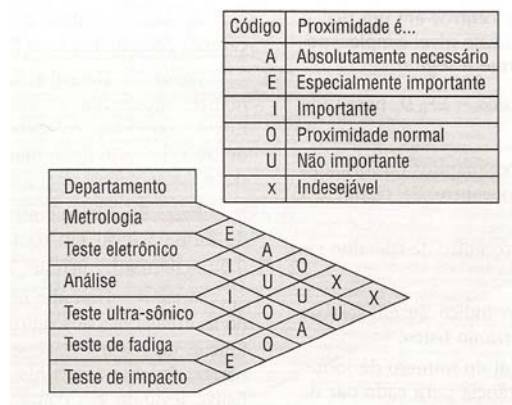


Figura 1: exemplo de diagrama de relacionamentos

Para a elaboração da proposta de layout, foi utilizado o algoritmo de cartas de relacionamento, sendo que os passos desse método estão descritos abaixo:

- Passo 1: Selecionar a primeira seção a entrar no layout "A". A seção com maior número de "A" é selecionada e colocada no centro do layout. *Regra para desempate: o maior nº de "E", o maior nº de "I", o menor nº de "X"*.
- Passo 2: Selecionar a segunda seção a entrar no layout. A seção deve ter um relacionamento do tipo "A" com a primeira seção já selecionada. *Regra para desempate: regra de desempate do passo 1*.
- Passo 3: Selecionar a terceira seção a entrar no layout. A seção deve ter a mais alta combinação de relacionamentos com as duas seções já selecionadas. *Regra para desempate: regra de desempate do passo 1*
- Passo 4: Selecionar a quarta seção a entrar no layout. Segue o mesmo processo do passo 3.
- Passo "n": selecione a seção 'n'

## 2. Metodologia

Para desenvolvimento do trabalho foram realizadas revisões da literatura presente e da pesquisa em artigos já antes publicados. Através desta etapa foi possível direcionar melhor o foco do projeto, a fim de se retirar o Máximo de proveito possível do estudo em questão.

Posteriormente foi feita a pesquisa exploratória, onde se buscou conhecer realmente a empresa em questão, levantando informações necessárias para a realização do trabalho, a pesquisa constitui de aplicação de questionários e entrevistas aos funcionários da empresa a fim de coletar os dados pertinentes a conduta do trabalho.

Por fim, foi desenvolvido a proposta de um novo layout, utilizando-se do Método dos Relacionamentos, junto com outras considerações referentes a natureza e disponibilidade da organização.

## 3. Estudo de caso

Para ser observada a aplicação e a otimização de um layout do tipo funcional, foi feito o estudo de caso em uma indústria moveleira, produtora de dormitórios. A produção apresenta

média variedade e volume, apresentando um layout funcional por processos. A propósito do estudo é de analisar e melhorar a disposição das máquinas no ambiente fabril, a fim de obter melhor fluxo de produção, com conseguinte redução da perda de tempo e de custos de produção, através da diminuição de operações que não agregam valor ao produto final.

Existem alguns fluxos cruzados dentro da fábrica e com o estudo espera-se que possa encontrar uma solução que se adapte melhor a atual realidade.

A maioria das empresas situadas no Pólo Moveleiro é do tipo familiar, seu crescimento é gradual, de etapas descontínuas e conseqüentemente desordenadas. A empresa estudada está dentro desse grupo. Há vinte anos, desde o início de suas atividades no mercado, a empresa que possuía um pequeno galpão industrial, foi observando a necessidade de ampliações da capacidade de acordo com o aumento de sua demanda. Portanto, passou por diversas transformações, tais como: aquisição de novos equipamentos e troca de alguns e ampliações de galpão. Essas mudanças ocorreram gradativamente, conciliando o aumento de espaço físico de acordo com a instalação das novas máquinas adquiridas.

O layout atual da empresa apresenta algumas deficiências, a maior parte destas provindas do não-planejamento da estrutura física necessária para os aprimoramentos que surgiram com o passar dos anos.

Verificou-se que alguns equipamentos deveriam estar próximos a outros para dar continuidade ao layout e para otimizar o funcionamento da fábrica. Esses estavam mal localizados, como algumas serras e máquinas para realizarem acabamentos em baixo relevo e/ou arredondados (tupia). Observou-se também que enquanto alguns setores da produção ocupavam espaços maiores que o necessário (a exemplo da área de lixação manual) outros necessitavam imediatamente de ampliação (área de estoque de produtos acabados).

#### 4. Resultados e discussões

O estudo consistiu de observação e análise crítica do chão de fábrica, proporcionada através de uma visita ao local. Assim, foi possível entrevistar os gerentes de produção e conseguir informações detalhadas sobre os setores da indústria, o que possibilitou o desenvolvimento de um diagrama seqüencial das atividades necessárias para a produção de um roupeiro. Com isso, é possível identificar e compreender a dinâmica do processo produtivo, que pode ser evidenciada abaixo:

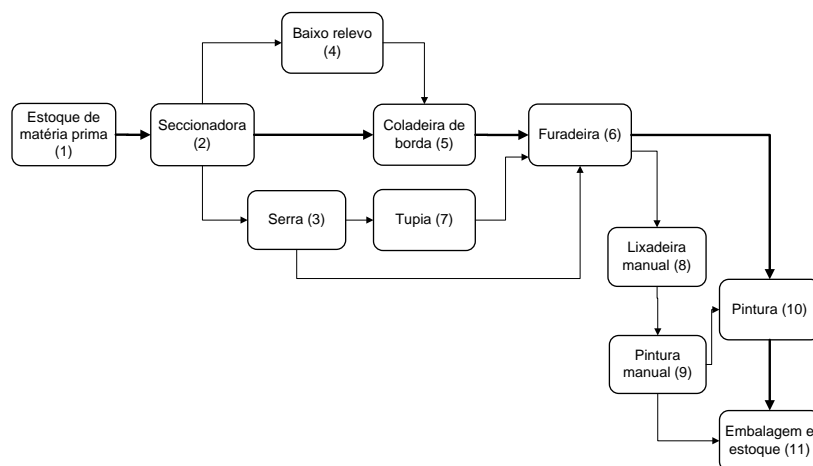


Figura 2: Diagrama do fluxo de produção

Da observação da planta baixa da fábrica e da disposição dos equipamentos, insumos e produtos acabados, foram definidas as áreas utilizadas por cada setor da produção. Abaixo segue o atual layout da fábrica:

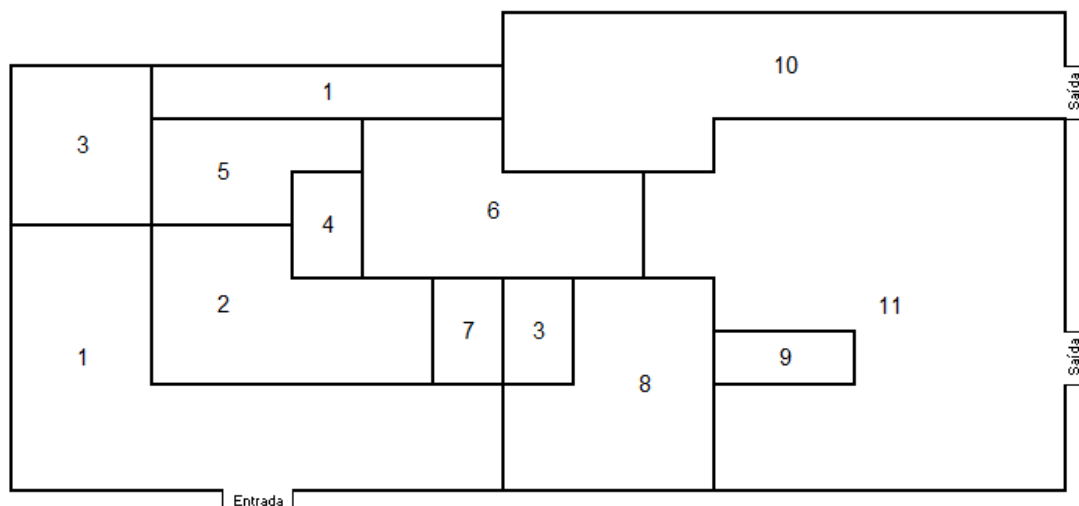


Figura 3: Layout atual da fábrica

Para desenvolver um novo layout mais eficiente, utilizou-se um método algorítmico que se baseia na relação de proximidade entre os recursos da empresa necessários para produção (equipamentos, insumos e produtos acabados). Para execução do Método de Relacionamentos, foi observada a relação entre partes e construída a matriz de importância seguinte:

	Matéria-prima (1)	Seccionadora (2)	Serra (3)	Baixo Relevo (4)	Coladeira de Borda (5)	Furadeira (6)	Tupia (7)	Lixadeira Manual (8)	Pintura Manual (9)	Pintura (10)	Embalagem / Estoque (11)
Matéria-prima (1)	-	A	A	O	E	E	I	I	U	U	X
Seccionadora (2)		-	A	I	A	E	O	U	U	U	X
Serra (3)			-	I	E	E	I	I	O	O	X
Baixo Relevo (4)				-	E	O	E	A	I	O	X
Coladeira de Borda (5)					-	A	I	O	O	E	X
Furadeira (6)						-	I	U	U	A	X
Tupia (7)							-	A	E	I	U
Lixadeira Manual (8)								-	A	E	O
Pintura Manual (9)									-	E	I

Pintura (10)											-	A
Embalagem (11)												-

Tabela 1: Diagrama de relacionamentos

A partir dos dados contidos na tabela anterior identificaram-se os departamentos mais próximos com intuito de reduzir as distâncias para locomoção. O Quadro 3 mostra os relacionamentos sob outra ótica.

	Matéria Prima (1)	Seccionadora (2)	Serra (3)	Baixo Relevô (4)	Coladeira de Borda (5)	Furadeira (6)	Tupia (7)	Lixadeira Manual (8)	Pintura Manual (9)	Pintura (10)	Embalagem (11)
A	2, 3	1, 3, 5	1, 2	8	2, 6	5, 10	8	4, 7, 9	8	6, 11	10
E	5, 6	6	5, 6	5, 7	1, 3, 4, 10	1, 2, 3	4, 9	10	7, 10	5, 8, 9	
I	7, 8	4	4, 7, 8	2, 3, 9	7	7	1, 3, 5, 6, 10	1, 3	4, 11	7	9
O	4	7	9, 10	1, 6, 10	8, 9	4	2	5, 11	5	3, 4	8
U	9, 10	8, 9, 10				8, 9	11	2, 6	1, 2, 6	1, 2	7
X	11	11	11	11	11	11					1, 2, 3, 4, 5, 6

Tabela 2: Representação do Método de Cartas de Relacionamentos.

A partir da análise dessa matriz e da resolução do algoritmo a ela relacionada foi elaborado um novo layout. Segue abaixo o resultado do algoritmo:

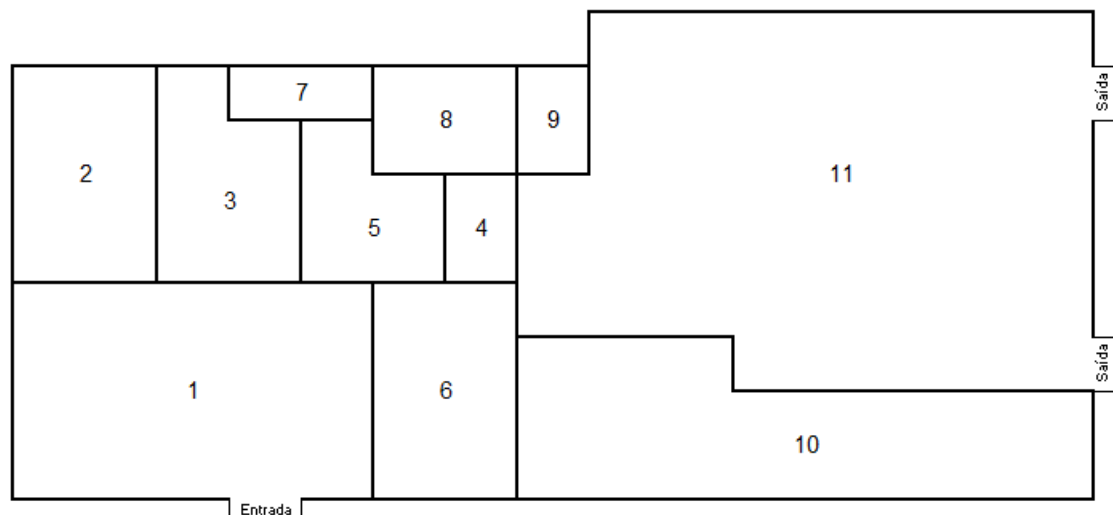


Figura 4: Layout após implantação do algoritmo

A relação de importância não é suficiente para concluir que esse é o melhor layout aplicável. É necessário então considerar os fluxos de materiais entre departamentos de produção. Observando o volume de matéria-prima envolvida na produção de um roupeiro,



identifica-se o fluxo em porcentagem que ocorre de um setor para outro. Evidencio-se que o maior volume passa, respectivamente, pela Seccionadora, Coladeira de Borda, Furadeira, Pintura e Embalagem / Estoque (Observar setas espessas na figura 2).

O valor dos fluxos encontra-se abaixo:

	Matéria-prima (1)	Seccionadora (2)	Serra (3)	Baixo Relevo (4)	Coladeira de Borda (5)	Furadeira (6)	Tupia (7)	Lixadeira Manual (8)	Pintura Manual (9)	Pintura (10)	Embalagem / Estoque (11)
Matéria-prima (1)	-	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seccionadora (2)		-	30	10	60	0	0	0	0	0	0
Serra (3)			-	0	20	8	2	0	0	0	0
Baixo Relevo (4)				-	10	0	0	0	0	0	0
Coladeira de Borda (5)					-	90	0	0	0	0	0
Furadeira (6)						-	0	10	0	88	0
Tupia (7)							-	2	0	0	0
Lixadeira Manual (8)								-	12	0	0
Pintura Manual (9)									-	10	2
Pintura (10)										-	98
Embalagem (11)											-

Tabela 3: Diagrama dos fluxos entre as áreas

Através da matriz de movimentação, por exemplo, observamos que os departamentos com maior fluxos têm que ficar mais próximos uns dos outros, com é o caso do departamento Matéria-prima (1), e o de Secção (2), que possuem o maior fluxo, e por isso tende a ter que ficar mais perto, ou i departamento de Pintura Manual (9), e o Embalagem (11), que possuem movimentação de apenas 2, e por isso não precisam ficar tão necessariamente pero um do outro.

Definiu-se então o layout otimizado a partir do resultado obtido pelo algoritmo associado ao diagrama de fluxos.

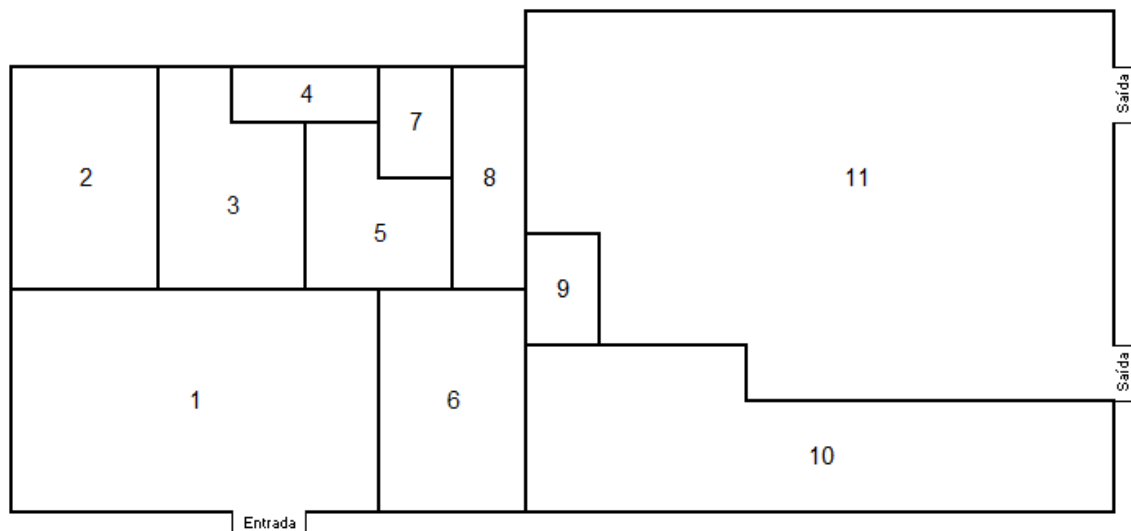


Figura 5: Layout final

## 5. Considerações finais

No trabalho foi possível observar aos objetivos do arranjo físico destacados na revisão de literatura, já que sugeriu mudanças que permitem fluxos eficientes de materiais e pessoas, reduzindo tempos de ciclo das operações, utilizando o espaço disponível com maior eficiência e reduzindo distâncias percorridas pelos funcionários.

As mudanças sugeridas foram adequadas às restrições de produção sem alterar sua capacidade. Vê que é possível de forma simples e dependendo do ambiente construir um layout eficiente apenas utilizando-se de ferramentas de fácil alocação, mas que acabam oferecendo bom grau de melhoria.

### Referência Bibliográfica

SLACK, Nigel. ET al. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

MATOS, Antonio Carlos de, *Layout – Passos*; 1999, São Paulo.

CURY, A., *Organização e Métodos*. São Paulo: Atlas, 2000.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A. Et al. *Facilities Planning* 2ed. New Yourk: Jonh Willey, 1996.

KRAJEWSKI L. J.; RITZMAN L. P., *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

MOREIRA, Daniel A. *Administração da produção e Operações*. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

MIYAKE, Dario Ikuo. *Arranjo Físico de Sistemas de Produção*, Escola Politécnica da USP, 2005

TEZORI, Fábio; CALDEIRA, Clovis Barbosa, *O arranjo físico do processo produtivo de uma indústria de Confecções em Ji-paraná, Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná*

CEULJI/ULBRA, 2005.

CORREA, L; CORREA, C. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo. Atlas, 2006.