

## **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE LAYOUT EM UMA EMPRESA DE TRANSFORMAÇÃO DO RAMO AUTOMOBILÍSTICO**

**Augusto de Oliveira** – UDESC - [augustooliveira677@gmail.com](mailto:augustooliveira677@gmail.com)

**Evandro Bittencourt** – UDESC - [evandro.bittencourt@udesc.br](mailto:evandro.bittencourt@udesc.br)

**Valdésio Benevenuti** – UDESC - [valdesio.benevenuti@udesc.br](mailto:valdesio.benevenuti@udesc.br)

### **RESUMO**

Em conjunto com o desenvolvimento econômico do país, iniciado nos anos 90, a evolução da tecnologia tem trazido grandes oportunidades e acirrado a competitividade entre as empresas. Com isso uma metodologia adequada de processamento de materiais não trata-se de um diferencial e sim uma exigência de mercado. Dessa maneira, este trabalho teve por objetivo mostrar os estudos e o processo de alteração no arranjo físico em uma empresa de transformação de médio porte. Para tal, foi realizada uma pesquisa do tipo exploratória, com levantamento bibliográfico, acerca dos conceitos de Arranjo Físico. Seguido de um estudo de caso, a fim de verificar as vantagens obtidas pela empresa no processo de fabricação com a implantação de um novo arranjo físico otimizado. Nesse estudo, foram analisados os problemas do arranjo físico inicial utilizado pela empresa, algumas soluções e as propostas de um novo arranjo físico. Verificou-se que o arranjo físico inicial era ineficiente em termos de produtividade, abaixo das necessidades da empresa. Por meio das informações obtidas e formuladas no trabalho, conclui-se que a alteração do processo produtivo foi vantajosa para a empresa, devido a redução do tempo de processamento, a melhora na ergonomia dos operadores e a maior produção de fluxo de valor que o processo obteve, resultando numa melhora da produtividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arranjo Físico, Processo Produtivo, Restrições.

#### **1. Introdução**

O desempenho atual do mercado alinhado ao enfraquecimento do real, e a alta do dólar apenas evidenciam a fragilidade da economia brasileira, fazendo com que as empresas se tornem vulneráveis as variações de mercado. Portanto produzir de maneira não enxuta, afetará diretamente a saúde financeira da empresa.

A escolha de um arranjo físico é uma decisão a ser tomada com muita prudência, por ser um processo durável e que necessita de mais atenção quando sofre reformulação. Um planejamento mal realizado pode ocasionar atrasos, insatisfação dos clientes e perdas financeiras, entre outros problemas, tornando necessário um estudo para a organização do novo processo (BÓSOLI, 2009). Assim, a elaboração de um *layout*, torna-se importante para organização, pois no desenvolvimento desta etapa são tomadas decisões que afetam o desempenho do processo produtivo.

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa do ramo metalúrgico localizada no sul do país, visando melhorias no processo produtivo do setor de acabamento de peças fundidas a fim de aumentar a eficiência e eficácia do sistema de produção da empresa.

Dessa maneira, o presente trabalho trata-se de um estudo sobre a alteração no arranjo físico do setor de acabamento de peças fundidas, levantado todos os dados relevantes e referentes ao processo. Além da alteração de *layout* este estudo trata-se de detalhes sobre o desenvolvimento de uma máquina auxiliar para auxiliar a produção e reduzir as restrições do sistema.

O objetivo geral foi mostrar alterações realizadas no arranjo físico de um processo produtivo e os resultados obtidos a partir dessas alterações.

Na busca do objetivo supracitado, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o fluxo de produtos dentro da cadeia produtiva;
- Identificar e minimizar o efeito das principais restrições do processo;
- Analisar o desenvolvimento de um equipamento auxiliar para a produção;
- Identificar principais benefícios com as alterações no arranjo físico realizadas na empresa.

## **2. Fundamentação teórica**

Células de trabalhos flexíveis, operadores multifuncionais e processos produtivos maleáveis tratam-se de exigências do mercado. A grande variação dos produtos fabricados visando a satisfação dos clientes fazem com que a atenção seja redobrada no *layout* produtivo, pois flexibilidade e competitividade são palavras que andam juntas no cenário atual da economia mundial.

As organizações estão cada vez mais preocupadas e investindo no desenvolvimento do seu arranjo físico, também conhecido como *layout*. As instalações que se adaptam em diversos cenários podem agregar vantagens contínuas para os seus proprietários (MONTEIRO, 2004).

O *layout* de uma organização é o planejamento e a integração do fluxo dos componentes de um produto, com o propósito de se obter uma comunicação mais eficiente e econômica entre pessoas, equipamentos e materiais que se movimentam (CORRÊA & CORRÊA, 2004).

Além de facilitar o fluxo de matérias e produtos através da cadeia produtiva, outro fator primordial de um *layout* adequado é auxiliar o fluxo de informações. Fácil acesso a instruções de trabalho, especificações dos produtos, exigências dos clientes são exemplos clássicos da importância do *layout* para um fluxo correto de informações.

De acordo com Machline (1990), *layout* é a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho, as máquinas, dos pontos de armazenamento, e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção; dos meios de suprimentos e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho.

A correção ou implantação de um *layout* adequado proporciona maior economia em diversos aspectos, e beneficia a produção devido à disposição dos instrumentos de trabalho, departamentos, pontos de armazenamento e do fator humanos envolvido no processo (SILVA, 2009).

## **3. Metodologia**

Esta parte visa apresentar a classificação e metodologia empregada na presente pesquisa, bem como, os procedimentos utilizados para a coleta e análise dos dados para o desenvolvimento do trabalho.

### **3.1. Classificação da pesquisa**

Quanto aos seus objetivos, o presente trabalho apresentará uma pesquisa do tipo exploratória. Também é possível classificar a pesquisa quanto ao procedimento técnico utilizado. Nesse sentido, o presente trabalho é classificado como estudo de caso qualitativo.

### **3.2. Etapas da pesquisa**

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho é dividida nas seguintes etapas:

- Pesquisa Exploratória: nesta etapa é realizada a pesquisa bibliográfica dos conceitos necessários para o alcance dos objetivos previamente estabelecidos, tais como os tipos de *layout*, eliminação de restrições do sistema, análise da capacidade produtiva e manufatura enxuta;
- Coleta de dados: através de pesquisa de campo para coleta de dados na fábrica, onde fez-se uso de técnicas como a observação e coleta informal de depoimentos de pessoas envolvidas na operação, buscando-se maiores informações para o entendimento do problema. Informações com fornecedores e parceiros também foram de extrema importância para o desenvolvimento da pesquisa;
- Formulação das propostas: utilizando-se os dados coletados na etapa anterior, foram elaboradas diferentes propostas de *layout* e formas de reduzir os gargalos no processo de fabricação;
- Análise e discussão por fim, foram comparadas as propostas de *layout* e iniciou-se o processo de implantação das melhorias propostas e compra de equipamentos necessários para realização das melhorias.

## **4. Resultados e discussão**

A presente parte consiste no desenvolvimento deste trabalho, integrando as etapas de apresentação da empresa e do problema que motivou o estudo, análise e proposta de melhoria com base nos dados coletados no estudo de campo.

### **4.1. Análise da situação atual**

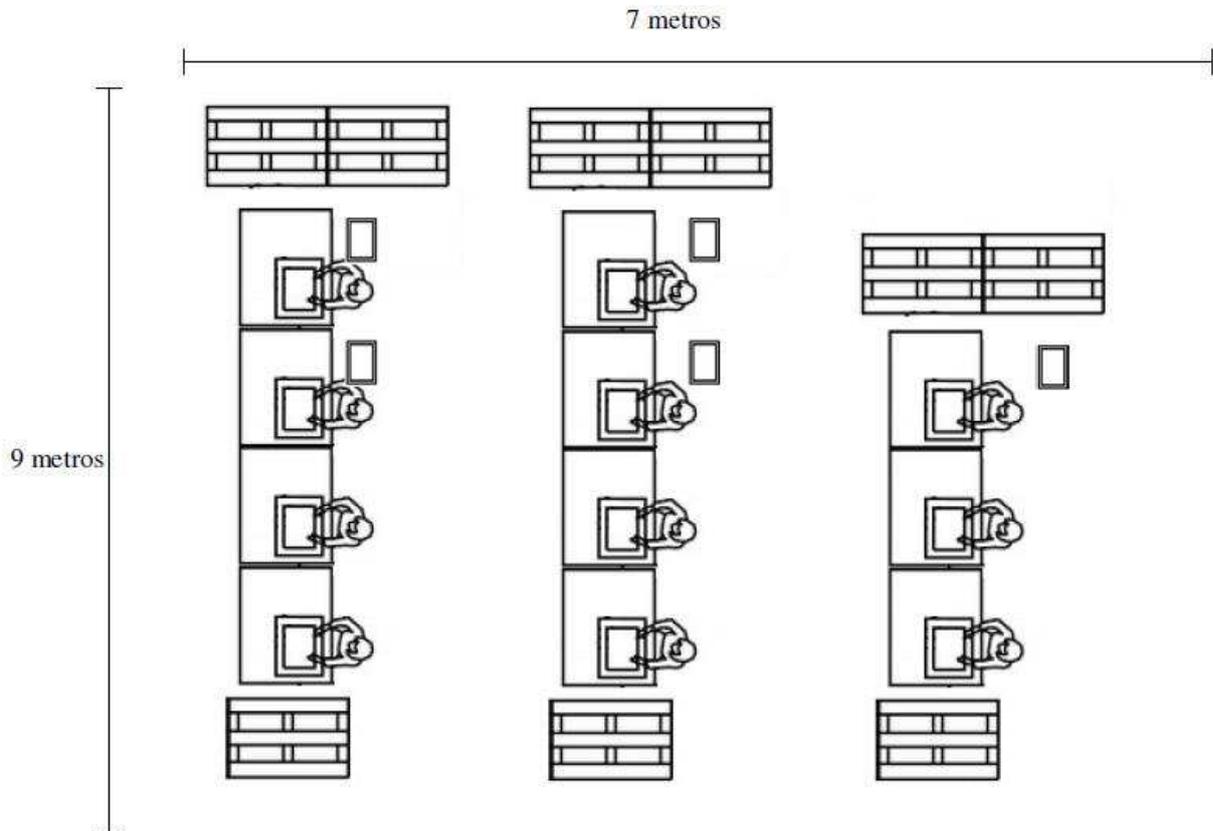
O desenvolvimento e o projeto de uma máquina dedicada ao processo de retirada de areia tornaram possível a implantação do *layout* proposto, a redução dos gargalos produtivos, aumentando a eficiência e melhorando a ergonomia e satisfação dos operadores também serão enfatizados.

#### **4.1.1. Apresentação da situação atual**

A empresa estudada possuía em seu setor de acabamento de peças fundidas três linhas de produção, duas delas com maior flexibilidade e responsáveis por atender maior parte da produção, e outra que não possui de equipamentos para retirada do macho de areia, portanto restringindo o processo a algumas peças específicas.

A Figura 1 exemplifica o arranjo produtivo no setor de acabamento antes dos estudos e das alterações realizadas.

Figura 1 - Exemplo esquemático do arranjo produtivo inicial utilizado pela empresa



A percepção da necessidade de melhoria no setor deu-se pela quantidade excessiva de estoques intermediários entre os processos de retirada de areia nas linhas 1 e 2, remoção dos canais de alimentação e massalotes (serrar) e rebarbação.

Inicialmente realizou-se um levantamento dos tempos de processo e estoques intermediários em cada atividade (Tabela 1).

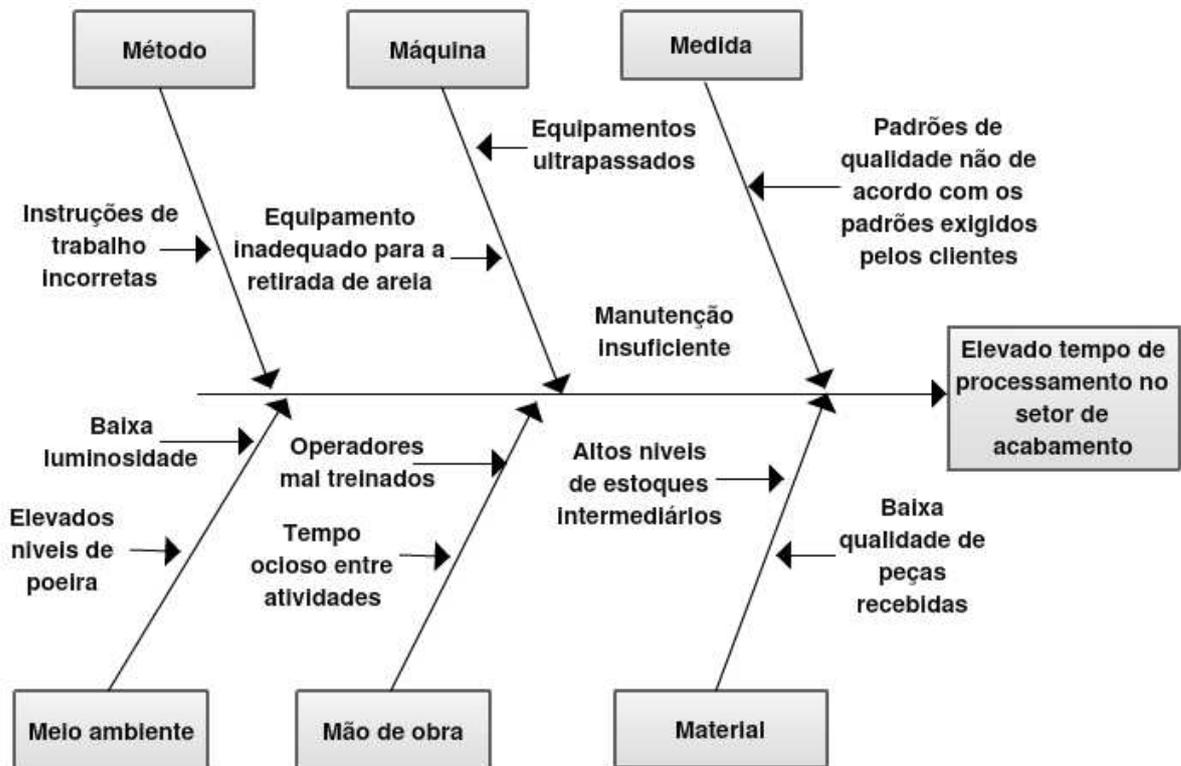
Tabela 1- Tempos de processo nas linhas de produção em minutos

Linha 1	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5
Retirada de areia	3	3,5	3	3,5	3,75
Serrar	0,5	0,75	1	0,75	1
Lixar	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75
Rebarbar	1	1,25	1,25	1,5	1,25
Embalar	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25
Linha 2	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5
Retirada de areia	2	1,75	2	1,75	1,75
Serrar	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75

Lixar	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75
Rebarbar	1	1	1,5	1,5	1,25
Embalar	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
Linha 3	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5
Retirada de areia	-	-	-	-	-
Serrar	1	0,75	1	1,25	1
Lixar	1,5	1,25	1,25	1,5	1,75
Rebarbar	1,5	1,25	1,25	1,5	1,75
Embalar	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75

A Tabela 1 evidencia a diferença nos tempos de processo entre as atividades, porém a dificuldade em mostrar sistematicamente o efeito dos estoques intermediários foi um entrave para o processo de melhoria. Dessa maneira foi desenvolvido um diagrama de causa e efeito mostrar todas as restrições do sistema sob diferentes ópticas (Figura 2).

Figura 2 – Diagrama de causa e efeito do processo



#### 4.2. Eliminação de restrições do sistema

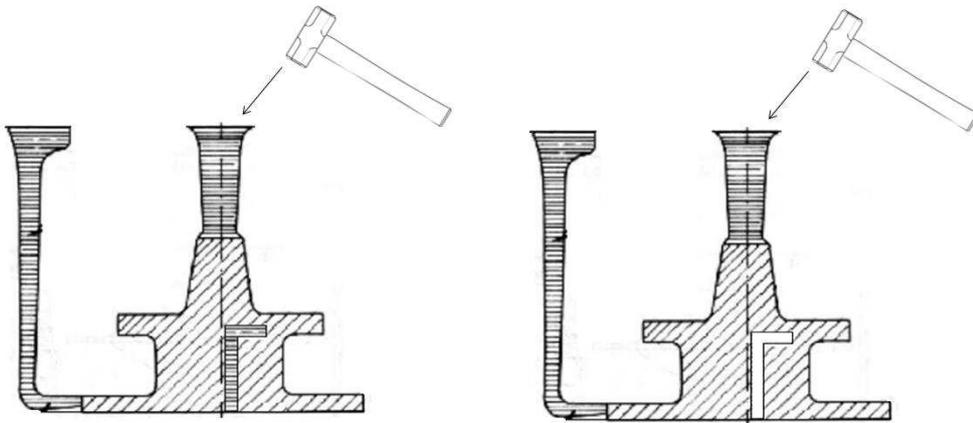
Com o claro entendimento que a atividade de retirada de areia tratava-se do maior gargalo do setor de acabamento, gerando impacto direto na qualidade do produto e na entrega de peças a usinagem, por

consequência afetando a entrega de peças aos clientes, sendo assim iniciou-se os estudos para a eliminação desse gargalo produtivo.

#### 4.2.1. Projeto de uma máquina de retirada de areia

No processo utilizado até então o operador com auxílio de uma marreta batia em alguns pontos específicos da peça repetidas vezes fazendo a areia desprender da peça. Muitas vezes devido ao descuido do operador a marreta acabava atingindo e danificando a peça, exigindo que a peça fosse retrabalhada ou até mesmo refugada (Figura 3).

Figura 3 - Exemplo esquemático do processo de retirada de areia com marreta.

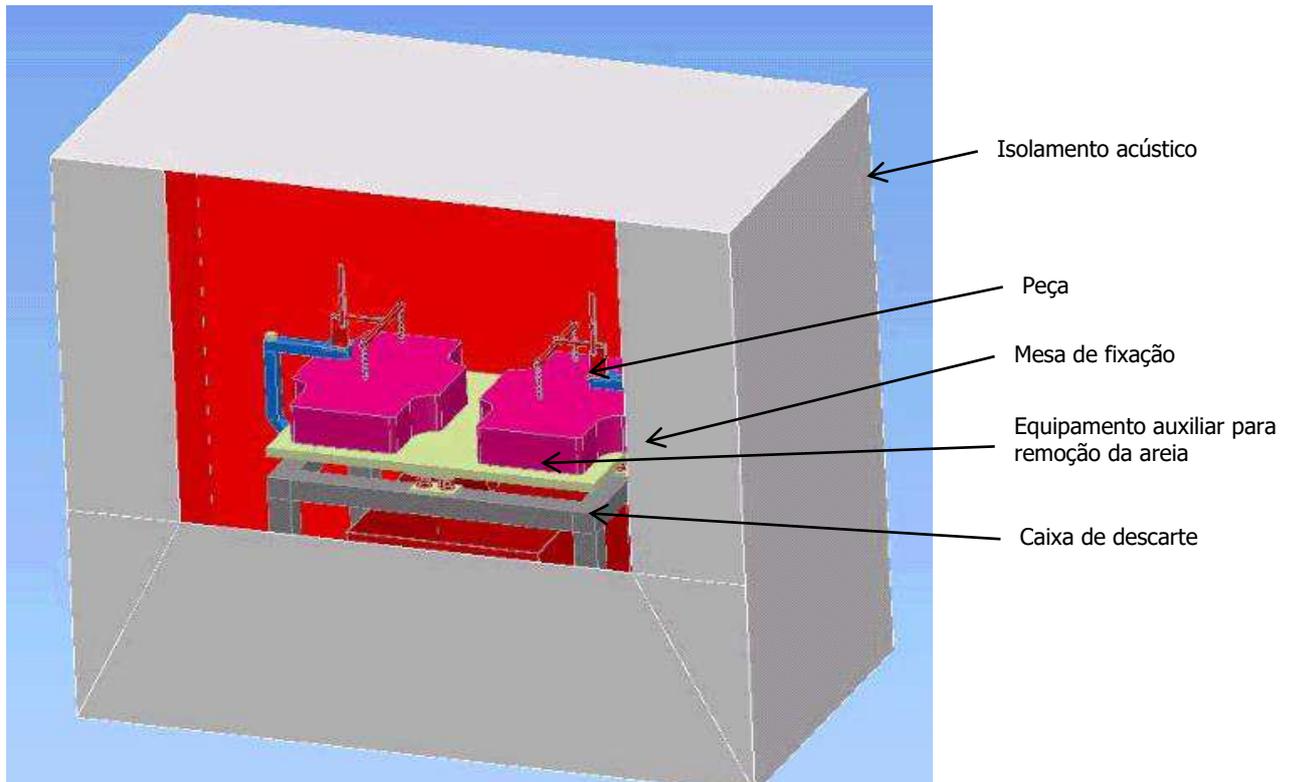


Além do fator produção já citado, a automatização do processo de retirada de areia tornou-se uma exigência ergonômica da empresa, devido ao alto índice de afastamentos, reclamações dos operadores e lesões causadas na atividade, portanto a equipe de segurança do trabalho da empresa definiu um prazo de seis meses para que houvesse uma melhoria na ergonomia do processo.

O desenvolvimento da máquina dedicada a retirada de areia durou cerca de oito meses e teve as seguintes etapas: Entendimento do processo; Pesquisa de Tecnologia oferecidas pelo mercado; Benchmarking; Desenvolvimento de protótipos; Definição do Fornecedor e Projeto do Produto.

Na Figura 4 um desenho esquemático da máquina de retirada de areia.

Figura 4 - Desenho esquemático da máquina de retirada de areia



Finalizado o projeto iniciou-se a etapa de construção da máquina de retirada de areia, etapa essa por tornar o projeto realidade, responsável direta pelo sucesso de todo o projeto. Sabe-se que quanto melhor e mais detalhada é a etapa de planejamento do equipamento menor são as dificuldades encontradas, porém é impossível evitar que certos problemas ocorram.

#### 4.3. Elaboração do *layout*

Simultaneamente com o projeto e construção da máquina de retirada de areia ocorreu o projeto e aprovação da proposta de *layout* que mais se adequava às exigências da fábrica.

Dessa maneira houve uma busca pelo *layout* ideal para a empresa. Dentre algumas propostas foi optado pelo *layout* funcional em linha “u” interna.

##### 4.3.1. *Layout* funcional em linha “u” interna

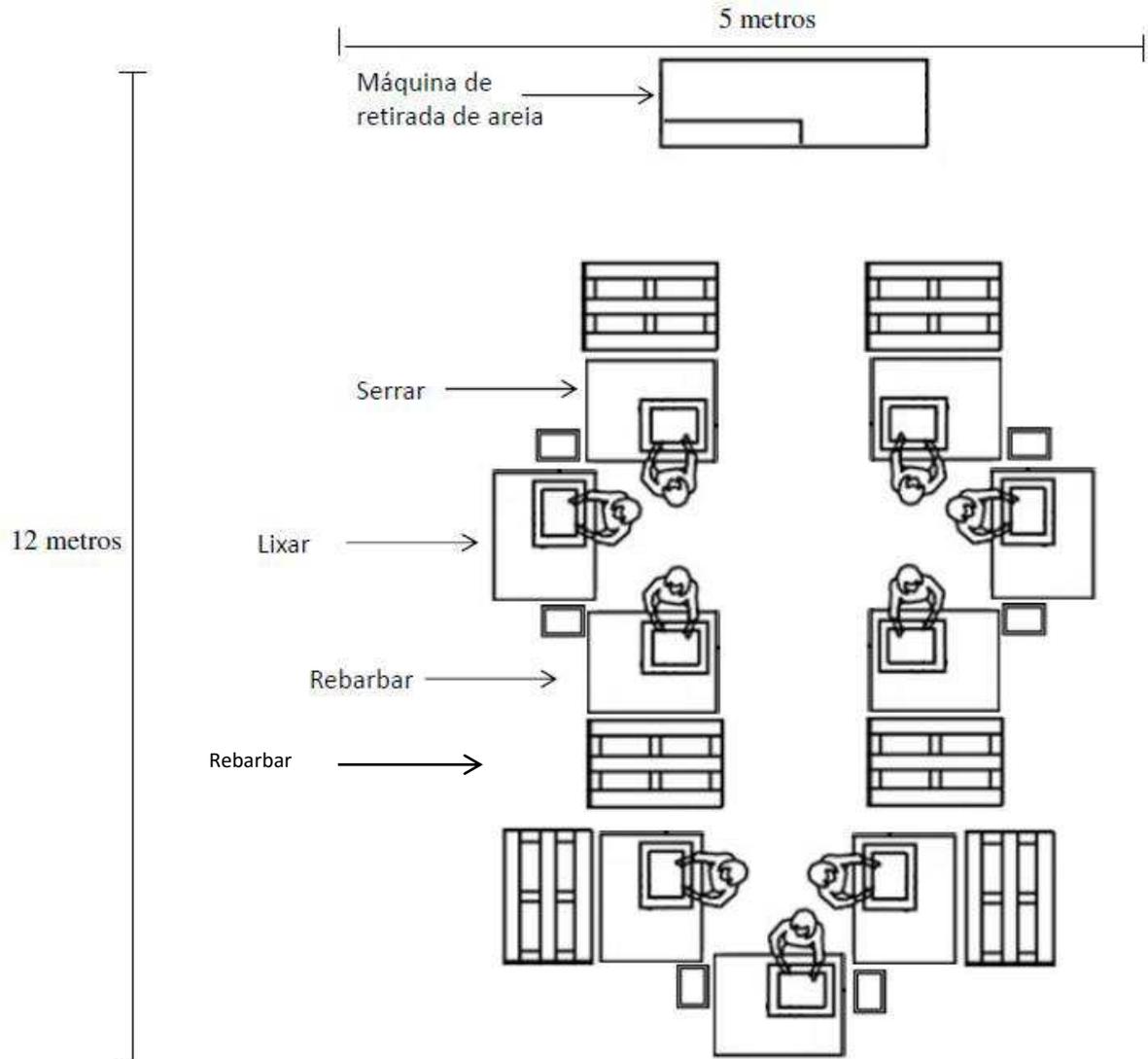
O *layout* funcional em linha “u” interna, batizado com esse nome pelos responsáveis por seu desenvolvimento por tratar-se de uma proposta baseada em células de produção em formato de “U”, sendo assim, os equipamentos permanecem fixados em determinados pontos e os operadores alocados na parte interna do “U” (Figura 5).

Partindo deste princípio, temos uma máquina de retirada de areia responsável por abastecer todas as três linhas de produção, não havendo diferenciação entre elas, e um operador responsável por fazer o abastecimento e a retirada de materiais da linha.

Com essa proposta pode-se facilmente observar alguns benefícios, entre eles destacam-se: maior flexibilidade dos operadores e das linhas de produção, redução de movimentação de peças e de estoques intermediários,

melhor ergonomia das linhas devido a criação de uma máquina de retirada de areia, e por consequência a redução do tempo ocioso dos operadores, aumentado a capacidade produtiva.

Figura 5 – Proposta de *layout* funcional em linha “U” interna.



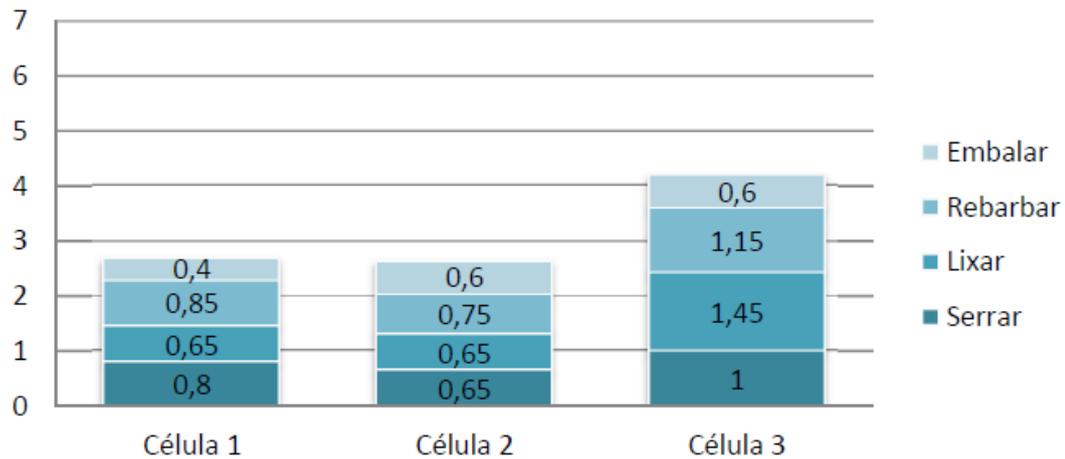
Outros fatores de grande relevância na tomada de decisão que favoreceram a escolha do *layout* funcional em linha “U” interna foram: facilidade na manutenção e acesso aos equipamentos, maior eficiência no uso do espaço físico da empresa, redução dos estoques intermediários, melhoria do fluxo de produção e redução significativa das restrições do processo.

#### 4.4. Resultados obtidos

O desafio do projeto inicial tratava-se da eliminação das restrições do processo e da melhora do fluxo de peças através da cadeia produtiva. Embora com um número significativo de mudanças na cadeia produtiva, a tarefa de estabilização do processo produtivo foi considerada longa, até atingir um resultado próximo do esperado o tempo decorrido foi de três meses.

A proposta inicial era que o projeto como um todo atingisse um tempo de retorno de investimento de um ano, e os custos orçados das melhorias propostas aproximou-se dos custos de operação no setor durante três meses, na Figura 6 será mostrado os resultados obtidos.

Figura 6 - Tempos de processo em minutos no *layout* funcional em linha “U” interna



Em média o tempo para retirada de areia no processo atual é de 0,75 minutos, ou seja, uma redução expressiva aproximadamente de 100%, portanto esta operação não pode ser considerada como um gargalo produtivo, pois operações como lixar e serrar em média tem maior duração no processo atual.

Vale ressaltar que com as alterações feitas o novo balanceamento das células produtivas houve uma redução significativa no tempo de ciclo do processo de rebarbação, pois as tarefas foram redistribuídas de maneira com que todos os operadores eram responsáveis e treinados para operar todas as atividades do ciclo produtivo, e não designado a uma única atividade, ou seja, ao final de uma atividade mais simples e de menor duração o operador era responsável por se deslocar a próxima atividade para reduzir o tempo de processo da atividade como um todo.

Outro fator importante, de fácil percepção, porém difícil de ser mensurado em valores é a redução de estoques intermediários, o acúmulo de grande quantidade de peças durante o ciclo produtivo entre as atividades tratava-se de um fato comum, aumentando o tempo de processo de cada peça. Todavia a melhora no fluxo dos produtos de peças teve por consequência a redução dos estoques intermediários.

As Tabelas 3 e 4 possuem um intuito ilustrativo, apenas para evidenciar as diferenças nos tempos de ciclo entre os processos produtivos antes e depois das melhorias realizadas no setor de acabamento de peças. Ainda com o mesmo intuito, é mostrado a diferença na soma dos tempos produtivos entre as linhas e as células produtivas, e também as diferenças entre os processos antes e depois das alterações.

Tabela 3- Tempos de processo nas linhas de produção antes das alterações realizadas

Tempos médios	Linha 1	Linha 2	Linha 3
Retirada de areia	3,35	1,85	0
Serrar	0,8	0,65	1
Lixar	0,65	0,65	1,45
Rebarbar	1,25	1,25	1,45
Embalar	0,4	0,6	0,6
Total	6,45	5	4,5

Tabela 4- Tempos de processo nas células de produção após das alterações realizadas

Tempos médios	Célula 1	Célula 2	Célula 3
Serrar	0,8	0,65	1
Lixar	0,65	0,65	1,45
Rebarbar	0,85	0,75	1,15
Embalar	0,4	0,6	0,6
Total	2,7	2,65	4,2

Além das diferenças do tempo total de processamento de cada peça outro fator importante é a redução no tempo de ciclo do processo, tempo este determinado pela atividade de mais longa do ciclo produtivo, ou seja, considerando o arranjo físico inicial o tempo médio de ciclo variava entre 3,35 e 1,45 minutos, já no arranjo físico final o tempo de ciclo varia entre 0,85 e 1,45 minutos.

A melhoria na ergonomia de todos os postos de trabalho foi outro fator de sucesso do projeto, além das melhorias facilmente mensuráveis obteve-se resultados positivos e difíceis de serem mensurados em outros fatores. A redução dos níveis de poeira e ruído foram apontados pelos operadores como indicadores que motivaram o engajamento com o projeto.

A redução nos índices de afastamentos por lesões em membros superiores no setor de acabamento, e dos acidentes de trabalho do setor de acabamento foram facilmente percebidas pelos gestores do setor. Tendo em vista que em meses anteriores este índice alcançou o valor de 7 afastamentos por meses, e após esse índice caiu significativamente até alcançar 3 afastamentos em um mês. A relevância desse indicador dá-se devido ao efeito do problema, com um número reduzidos de operadores a produção tende a ser menor, portanto aumentando a possibilidade de alguma parada de linha ocorrer devido à falta de abastecimento de peças, sem contar na redução dos gastos com planos de saúde e auxílio farmácia.

Outro indicador do sucesso do projeto foi a redução dos índices de peças não conformes em cerca de 80% geradas no setor de acabamento, alguns modos de falha que possuíam relação com a atividade de retirada de areia foram extintos, como peças batidas e amassadas devido ao processo de retirada de areia. Excesso de serra, rebarbação e excesso de lixamento foram modos de falhas de sofreram uma redução significativa.

Por consequência da melhora do processo obteve-se também uma melhora nos índices de reclamações dos clientes, um problema frequentemente enfrentado devido à falta de controle e estabilidade no ciclo produtivo, já nos primeiros meses de operação obteve-se resultados consideráveis. Por consequência outra melhora foi em um indicador extremamente importante a empresa o PPM (partes do milhão), que mede a quantidade de peças defeituosas entregues para os clientes a cada milhão de peças boas, indicador este que aponta a confiabilidade da empresa e de seus processos.

Por fim, o último indicador de que sofreu uma melhora considerável foi a redução de paradas de linha devido a defeitos nos equipamentos produtivos, esta melhora deve-se a maior facilidade dos mecânicos em acessar os equipamentos, ao treinamento dados aos operadores e ao plano de manutenção preventiva desenvolvida por toda a equipe do projeto de alteração do arranjo físico da linha em conjunto com o time de manutenção.

### **5. Considerações finais**

Durante um longo período de tempo teve-se a percepção dos vários desperdícios causados por um *layout* inadequado, porém a falta de um incentivo direto através de um estudo de viabilidade financeira ou ainda de alguma exigência de mercado, tornava a melhoria do processo inviável, pois acreditava-se que qualquer projeto exigiria um alto investimento inicial fora dos padrões adotados pela empresa.

A importância de um processo de fabricação adequado decorre do fato que, a tolerância para erros desvios e desperdícios pelo mercado vem se tornando cada vez menor, organizações não sincronizadas com as novas tendências mercado, levando em consideração a produção enxuta estão pondo em risco a saúde financeira da empresa.

Assim, organizações de todos os segmentos mercadológicos, independente do porte, devem buscar alinhar o método de produção as necessidades da empresa e as exigências do cliente. Para isso avaliar o fluxo dos produtos através da cadeia produtiva trata-se de uma função primordial, a busca pela melhoria continua é função primordial da organização como um todo, só assim a empresa poderá aumentar a sua competitividade perante o mercado.

Conclui-se com o estudo que a definição de um arranjo físico adequado traz inúmeros benefícios a empresa, uma vez que ajuda na redução de desperdícios e melhor o fluxo dos produtos dentro da fábrica. Além de um *layout* adequado o estudo mostra que o uso de equipamentos corretos para realização das tarefas não se trata de um diferencial de mercado, e sim uma premissa de projeto da fábrica. Portanto, pode-se dizer que a empresa possui um sistema produtivo adequado ao seu produto por consequência aumentará a sua competitividade no mercado.

### **REFERÊNCIAS**

- BÓSOLI, Gustavo Sioni. Simulação Computacional como ferramenta para a reorganização do arranjo físico de uma empresa de produtos químicos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, Salvador, Bahia, Brasil, 06 a 09 de Outubro de 2009.
- CORRÊA, L.H.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.

MONTEIRO, Bruno Paixão. Planejamento de layout aplicando a metodologia SLP: um estudo de caso desenvolvido em um empreendimento – da indústria de confecções localizado na região metropolitana de Belém-pa. Trabalho de conclusão de curso. Universidade do Estado do Pará. 2004.

SILVA, G. G. M. P. **Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado**. 2009, 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.