

## Proposta de melhoria de layout em uma indústria de eletrônicos

Everton Luiz Vieira (PUC-PR) [vieiraeverton@gmail.com](mailto:vieiraeverton@gmail.com)

Vanessa Rebeca Cenci (UTFPR) [vbasantos@yahoo.com.br](mailto:vbasantos@yahoo.com.br)

**Resumo:** Arranjo físico ou estudo de *layout* tem sido um assunto muito comentado durante as etapas de planejamento e implantação de uma nova empresa, ou instalação de um novo equipamento, seja em organizações de pequeno, médio ou grande porte, devido a importância da correta otimização de espaço físico e de manter uma produção em fluxo contínuo e garantir que os produtos possuam uma alta produtividade. Esse estudo de arranjo físico foi aplicado em uma empresa do Sudoeste do Paraná e seu objetivo principal foi adequar o *layout* de uma linha de montagem, e reduzir as movimentações internas. Os *layouts* na empresa objeto de estudo são de responsabilidade do setor de Engenharia Industrial, que executa as etapas de planejamento, execução e validação da alteração/implementação. Fazem parte da etapa de planejamento e execução, o estudo de necessidade de aquisição de um novo equipamento, necessidade de alteração de posicionamento dos equipamentos existentes na empresa, levantamento de insumos necessários para a implementação. Com a proposta apresentada nesse estudo de caso foi possível reduzir 62% nas movimentações internas entre os postos produtivos.

**Palavras chave:** Layout, Desperdícios, Melhoria, Diagrama de *Spaghetti*.

### Factory and industrial facility design: proposal for factory layout adaptation

**Abstract:** Physical arrangement or layout study has been a hot topic during the planning and implementation of a new company, or installation of new equipment, whether in small, medium or large organizations, due to the importance of correct space optimization. maintain a continuous flow production and ensure that the products have a high productivity. This physical arrangement study was applied to a company in southwestern Paraná and its main objective was to adapt the layout of an assembly line and reduce internal movements. The layouts in the company under study are the responsibility of the Industrial Engineering sector, which performs the planning, execution and validation of the change / implementation steps. It is part of the planning and execution stage, the study of the need to acquire new equipment, the need to change the positioning of existing equipment in the company, survey the inputs needed for implementation. With the proposal presented in this case study it was possible to reduce 62% in the internal movements between the productive posts.

**Key-words:** Layout, Waste, Improvement, Spaghetti Diagram.

#### 1. Introdução

As empresas buscam cada vez mais a otimização de seus processos produtivos visando ao projeto de fábrica, mais especificamente o estudo dos arranjos físicos, estes auxiliam as organizações na escolha e definição da melhor adequação de um processo produtivo, especificamente na avaliação dentre os modelos e opções existentes, buscando identificar a melhor opção para a organização. Com o avanço tecnológico, as empresas cada vez mais buscam aumentar a eficiência de seus processos produtivos, e as alterações de mercado

forçam as empresas a se reestruturar.

O projeto de fábrica e instalações industriais é um campo essencial na área de Engenharia de Produção e na visão de Pinto *et al.* (2013), o estudo de um arranjo físico é mais que a avaliação referente a instalação de um equipamento no chão de fábrica, trata-se de um estudo aprofundado que determina até mesmo o dimensional de uma sala, a segurança individual e coletiva de seus colaboradores, e isso permite aos administradores a definição estratégica da empresa como um todo, e não apenas do setor produtivo.

Santos *et al.* (2014) citam que a escolha do layout apropriado proporciona às organizações uma melhora na comunicação da empresa, além de melhor fluxo de materiais, eficiência na utilização de seus equipamentos e de mão de obra. Quando se fala de mudanças de layout e a disposição dos equipamentos na fábrica Junior *et al.* (2013) afirmam que é uma das alternativas mais simples e eficientes utilizadas para a redução de desperdícios e adequação dos fluxos produtivos.

O objetivo do presente estudo de caso é avaliar o processo produtivo em uma empresa do ramo eletroeletrônico e propor melhorias no fluxo de materiais e operadores e com isso possibilitar a redução de um dos 7 desperdícios da produção que é a movimentação.

## 2. Arranjo Físico

Mendoza *et al.* (2017) afirmam que um arranjo físico é o estudo da localização de cada elemento de uma fábrica, elementos estes que podem ser desde um equipamento até um determinado departamento. Para os autores, essa distribuição de elementos pelo parque industrial é imprescindível, pois impacta diretamente nos custos da produção e nos custos administrativos, podendo ainda impactar na produtividade de uma determinada linha de produção. Junior *et al.* (2013), afirmam que os estudos do layout ou arranjo físico podem ser aplicados tanto para produtos como para serviços.

Para Pinto *et al.* (2013), o estudo de um arranjo físico ou layout deve considerar não apenas a linha de produção individualmente, mas sim a fábrica como um todo, avaliando se o processo está acessível aos colaboradores e matéria prima.

Moraes e Santoro (2011) exemplificam a escolha por um dos modelos de arranjos físicos, como sendo:

- Produções intermitentes;
- Alta variedade e baixo volume – Layout posicional;
- Média variabilidade e médio volume – Layout funcional;
- Baixa variabilidade e baixo volume – Layout celular;
- Produções contínuas;
- Baixa variabilidade e alto volume – Layout linear.

### 2.1 Importância do estudo do arranjo físico

Os principais motivos que levam ao estudo de um arranjo físico são, segundo (PEINADO; GRAEML, 2007):

- Necessidade de expansão da capacidade produtiva;
- Elevado custo operacional;
- Introdução de nova linha de produto;
- Melhoria no ambiente de trabalho;

Já para Villar e Júnior (2014) os principais objetivos de uma correta elaboração de layout são, além dos já apresentados por (PEINADO; GRAEML, 2007):

- Redução nas demoras durante a produção;
- Redução do espaço físico;

Villar e Júnior (2014) afirmam que os principais objetivos para a implantação de um arranjo físico é aumentar a produtividade, obter-se um melhor conforto aos seus colaboradores, a segurança dos mesmos, além da qualidade e preservação do meio ambiente.

## 2.2 Tipos de layout/arranjo físico

Segundo Villar e Junior (2014) existem quatro modelos principais de layout/arranjos físicos: arranjo físico funcional ou departamental, linear ou por produto, posicional ou posição fixa e celular, e cada um possui características específicas e que determinam a estratégia produtiva de uma organização. Já Peinado e Graeml (2007) afirmam que existem cinco modelos principais de layout, o linear, o por produto ou por linha, o por processo ou funcional, o celular, o por posição fixa e o misto.

## 2.3 Arranjo físico linear ou por produto

Esse tipo de layout deve ser utilizado sempre que se possuir um processo contínuo de produção, ou seja, produtos com alta uniformidade e que não exija flexibilidade no sistema, é o que afirma Villar e Junior (2014), os quais acrescentam ainda que esse tipo de layout é aplicado em empresas em que o posicionamento dos equipamentos sigam um fluxo contínuo dos produtos, e que tenham baixa ou nenhuma variabilidade dos produtos produzidos. Isso é apoiado por Fernandes *et al.* (2013) que acrescenta ainda que esse modelo é comumente utilizado para produções em alto volume.

Muito utilizado em indústrias montadoras, alimentícias, frigoríficos e prestadores de serviços, Peinado e Graeml (2007) acrescentam ainda que esse tipo de layout foi idealizado por Henry Ford em meados de 1939. Afirmam ainda que nesse modelo os equipamentos são posicionados exatamente conforme fluxo produtivo do produto a ser montado, e que não permita contra fluxos na linha de produção. Fernandes *et al.* (2013) identifica o arranjo físico por produto, como sendo aquele que representa todas as etapas do produto e processo, ou seja, da entrada até o processamento final do material.

A utilização desse modelo de arranjo físico, permite aos analistas, uma correta divisão dos trabalhos entre os postos de produção, e com isso é possível alcançar curvas de aprendizagem próximas ao 100%, visto que as atividades são altamente repetitivas, e um número menor de tarefas para aprender transforma o tempo praticamente insignificante (PEINADO; GRAEML, 2007).

Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que esse modelo só deverá ser utilizado em casos em que a produção seja em larga escala e baixa variabilidade de produção.

## 2.4 Arranjo físico por processo ou funcional

Nesse modelo de arranjo físico, os equipamentos do mesmo tipo ou funcionamento ficam dispostos na fábrica de forma agrupada, porém não é somente para equipamentos que esse layout é utilizado, ele serve para departamentos e montagens semelhantes também, e nesse tipo de layout os materiais e produtos se deslocam pela fábrica a fim de passar por todos os processos produtivos, Peinado e Graeml (2007) afirmam ainda que esse tipo de arranjo físico é facilmente encontrado em organizações comerciais como por exemplo: hospitais, serviços de confecção e lojas comerciais.

## 2.5 Arranjo físico celular

No arranjo físico celular, o objetivo principal é unir as vantagens obtidas nos arranjos lineares e funcionais, e minimizando as desvantagens dos mesmos, nesse modelo o produto é manufaturado completamente dentro da célula, esse layout é conhecido por alguns como mini linhas de montagem, e podem ser encontradas em várias organizações, não somente na área industrial, como por exemplo: lanchonete de supermercado, shopping e feiras (PEINADO; GRAEML, 2007).

Esse modelo é largamente utilizado em empresas que adoram a metodologia Just In Time de produção, Corrêa e Giansesi (1993) acrescentam ainda que esse layout é uma junção dos layouts funcionais e lineares.

Fernandes *et. al* (2013) afirma que com a utilização de arranjos físicos celulares é possível aumentar a produtividade dos produtos e a redução do manuseio dos produtos e materiais. Para Santos *et al.* (2014) o layout celular facilita a junção de atividades entre uma ou mais células de montagem.

## 2.6 Arranjo por posição fixa ou posicional

Nesse modelo de layout o produto fica fixo em um determinado ponto, e a movimentações ocorre entre a matéria prima, os colaboradores e os equipamentos, muito utilizado quando o produto não pode ser movimentado, (PEINADO; GRAEML, 2007).

Para Matos *et al.* (2014) nesse modelo de arranjo físico os recursos transformadores se movem em direção ao recurso transformado, ou seja, o produto fica imóvel. Peinado e Graeml (2007) acrescentam ainda que esse tipo de arranjo físico é largamente utilizado na construção civil, construção de estradas, pontes, usinas hidrelétricas, atividades agropecuárias, cirurgias e tratamentos dentários.

Slack *et al.* (2002) afirma que os principais problemas encontrados em layout posicional é a possibilidade em alocar áreas aos subcontratados de forma que permita a execução correta de suas atividades.

## 2.7 Arranjo Misto

Figueiredo (2016) afirma que o layout misto é a junção dos demais modelos de layout, ou seja, em uma mesma empresa/departamento pode-se utilizar todos os modelos de arranjos físicos, permitindo a união das vantagens de cada um, com a demanda crescente e o mix de produtos que a maioria das empresas oferece no mercado, a adaptação se faz necessária, devido a demanda de seus produtos, os gargalos de produção e a grande variedade de produtos.

Segundo Slack *et al.* (2002) um arranjo físico misto é a junção de um ou todos os modelos de layout em uma única planta fabril, a principal vantagem na utilização desse modelo é a otimização dos processos.

Gaither e Frazier (2002) cita esse modelo de layout como layout híbrido, onde a empresa se organiza de forma a atender a maioria das necessidades produtivas e em muitas ocasiões a utilização de apenas um dos modelos de layout deixa o processo limitado.

## 2.8 Ferramentas para estudo de layout

Existem ferramentas que auxiliam no estudo de layout, Turute *et al.* (2017) citam o diagrama de espaguete como uma das ferramentas mais comuns e Peinado e Graeml (2007) cita o mapa fluxograma, essas ferramentas são apresentadas na sequência.

## 2.9 Diagrama de espaguete

O diagrama de espaguete é nas opiniões de Turute *et al.* (2017) uma das ferramentas do *Lean Manufacturing* muito utilizada estudos de arranjos físicos, possibilitando observar a fábrica e

todos os seus fluxos produtivos. O Diagrama de espaguete é muito utilizado para desenhar movimentações, sejam elas de materiais, equipamentos ou informações.

Mendoça *et al.* (2017) citam o diagrama de espaguete como sendo ideal para estudo de layout nas indústrias.

### 2.10 Fluxogramas

Peinado e Graeml (2007) afirmam que é possível representar de forma simples a sequência de processos produtivos através de símbolos. Esses símbolos são representados na Figura 1.

Símbolo	Operação	Definição da Operação
	Operação	Uma operação existe quando um objeto é modificado intencionalmente numa ou mais das suas características. A operação é a fase mais importante no processo e, geralmente, é realizada numa máquina ou estação de trabalho.
	Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento é parte integral de uma operação ou inspeção.
	Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de quantidade ou qualidade.
	Espera	Uma espera ocorre quando a execução da próxima ação planejada não é efetuada.
	Armazenamento	Um armazenamento ocorre quando um objeto é mantido sob controle, e a sua retirada requer uma autorização.

Figura 1 - Simbologia do fluxograma

Fonte: Mattos *et al.* (2017 pag. 3)

Cada símbolo mostrado na figura representa um processo dentro da empresa, seja de operações que agregam ou não valor ao produto que está sendo processado.

### 3. Procedimentos metodológicos da pesquisa

O atual trabalho é classificado, segundo Gil (2002) como pesquisa exploratória, pois o objetivo é o de familiarização com o assunto estudado, a pesquisa relacionada aos procedimentos adotados será de forma bibliográfica consultando livros, periódicos e teses. É caracterizado como estudo de caso, pois utiliza técnicas estatísticas, avaliações de dados coletados e apresentação de proposta de alteração de fluxo de produção e alteração de layout.

O estudo de caso foi aplicado em uma empresa do Sudoeste do Paraná, durante os meses de julho a outubro de 2018.

A proposta de adequação de layout da linha consiste em reduzir as movimentações de materiais e colaboradores entre os equipamentos. Os cálculos foram realizados considerando a necessidade de melhoria de fluxo produtivo, e esses cálculos de distancias percorridas pelos colaboradores entre etapas de produção, foram realizados acompanhamentos diários.

#### 3.1 Local do estudo

O presente estudo foi realizado em uma empresa do Sudoeste do Paraná e a coleta foi realizada no processo produtivo da empresa, através de medições e observações. E através do mapa fluxograma e do *Spaguetti Chart* para a escolha da melhor proposta. Esses métodos foram usados pois o objetivo principal do trabalho é a redução das movimentações internas.

#### 4. Estudo de caso

Na empresa o layout é controlado pelo setor de Engenharia de Processos o que contrapõe a Peinado e Graeml (2007) os quais apontam que a responsabilidade de manutenção dos arranjos físicos de uma organização é a gerencia de produção. As distribuições dos postos de trabalho são criteriosamente avaliadas pelo setor de Engenharia de Processos, esses colaboradores são os responsáveis pelo projeto, execução e validação.

Como foi elucidado por Peinado e Graeml (2007), as alterações de layout na empresa são realizadas em sua grande maioria nos finais de semana, e isso se deve principalmente as paradas de produção, visto que nesse período a empresa não produz e conseqüentemente não ocorrem atrasos nas entregas.

#### 4.1 Processo atual

Atualmente a linha é composta por uma linha dupla de inserção PTH e três células de produção. Entretanto a maioria dos produtos necessitam de processamentos em outros postos de trabalho, fora da área reservada para esses produtos. Esses processos são teste MDA, Aplicação de *Coating* e embalagem, o mapa fluxograma da figura 2 demonstra o processo atual da empresa.

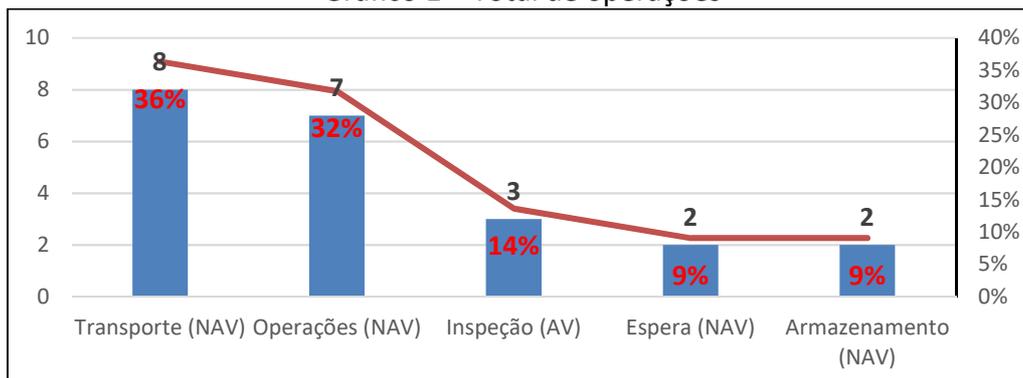
Figura 2 – Mapafluxograma do processo atual



Fonte: os autores

No fluxo produtivo, as flechas representam a sequência de produção e as etapas de destino de cada operação e foi possível identificar que apenas 32% das etapas agregam valor (AV) ao produto, como demonstra o Gráfico 01:

Gráfico 1 – Total de operações



Fonte: Os autores

Devido à limitação de espaço atual, na área reservada para esses produtos, nesses processos os equipamentos não puderam ser instalados em bancadas próximas, o que acarreta grandes deslocamentos dos operadores para a realização dessas etapas.

A soma de horas necessárias para atender a demanda de produção mensal em cada célula e sua taxa de utilização é apresentada no Quadro 1:

	Horas de utilização da linha	Horas disponíveis	Utilização
Linha "A"	338,94	330	103%
Linha "B"	208,38	330	63%
Linha "C"	393,89	330	119%

Quadro 1: Taxa de utilização das células

Fonte: os autores

Como pode ser observado no Quadro 1, atualmente existe um desbalançamento entre as taxas de utilização das células e isso tem impacto significativo no fluxo de produção, pois as horas excedentes de cada célula são supridas através da utilização de outras células de outros produtos mediante descontaminação, entretanto mesmo após a descontaminação completa das bancadas e equipamentos há o risco de ocorrer contaminações do produto necessitando o seu descarte. O atual layout do processo *Lead Free* é o apresentado na Figura 3:

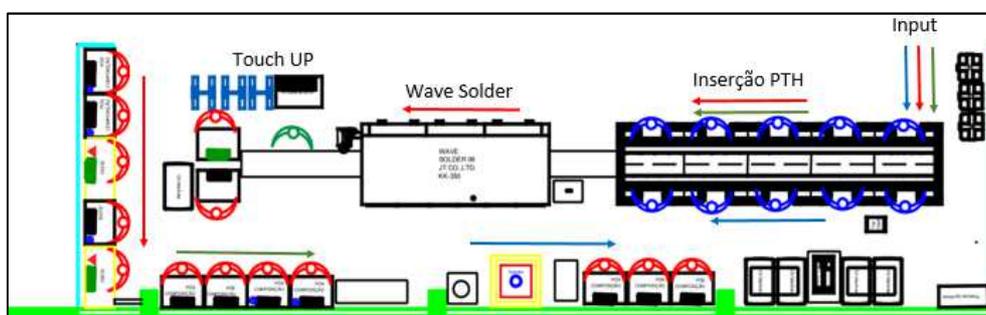


Figura 3: Layout Lead Free atual

Fonte: os autores

Para o cálculo dos deslocamentos internos foi utilizado o método de espaguete e pode ser observado na Figura 5.

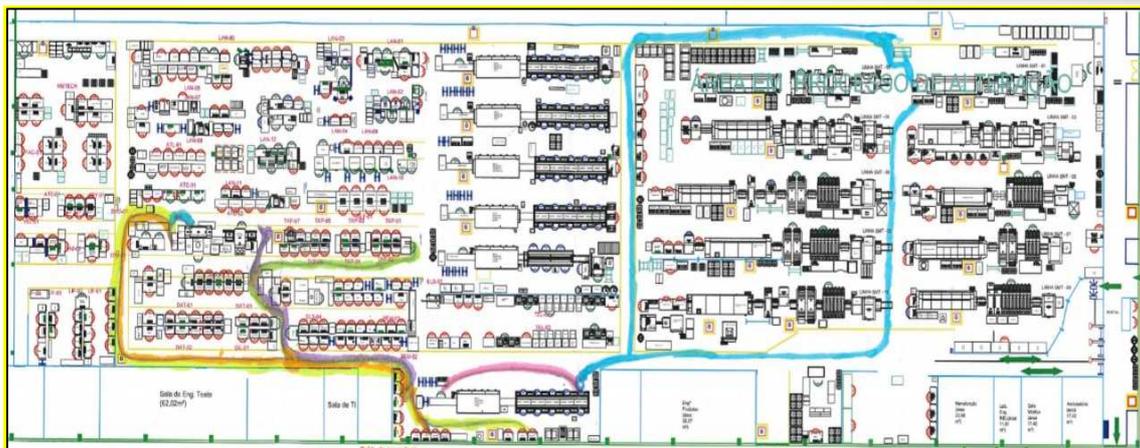


Figura 4 - Espaguete Chart do processo atual

Fonte: os autores

O Diagrama de espaguete e o cálculo de deslocamentos podem ser observados no Quadro 2, os cálculos foram realizados em metros.

		SMD	Operador de Wave	TESTE ICT	Coating	OBA	EMBALAGEM
Produto	Demanda	Metros percorridos /Mês					
TOTAL (metros)		8977,28	96604,48	5991,84	7277,16	17851,08	18102,32
TOTAL (km)		154,80					

Quadro 2: Cálculo de deslocamento

Fonte: os autores

Atualmente para atender a demanda mensal dos produtos Lead Free são percorridos pelos operadores entre os postos de trabalho 154,8 km/mês.

#### 4.2 Processo proposto

Foram estudados todos os produtos que utilizam a linha de montagem Lead Free, inicialmente foi realizado o balanceamento dos produtos entre as células, visando melhor distribuição da capacidade produtiva e melhor aproveitamento dos equipamentos. A nova organização pode ser observada na Figura 5 e 6 que demonstra a nova proposta mapa fluxograma e de layout.

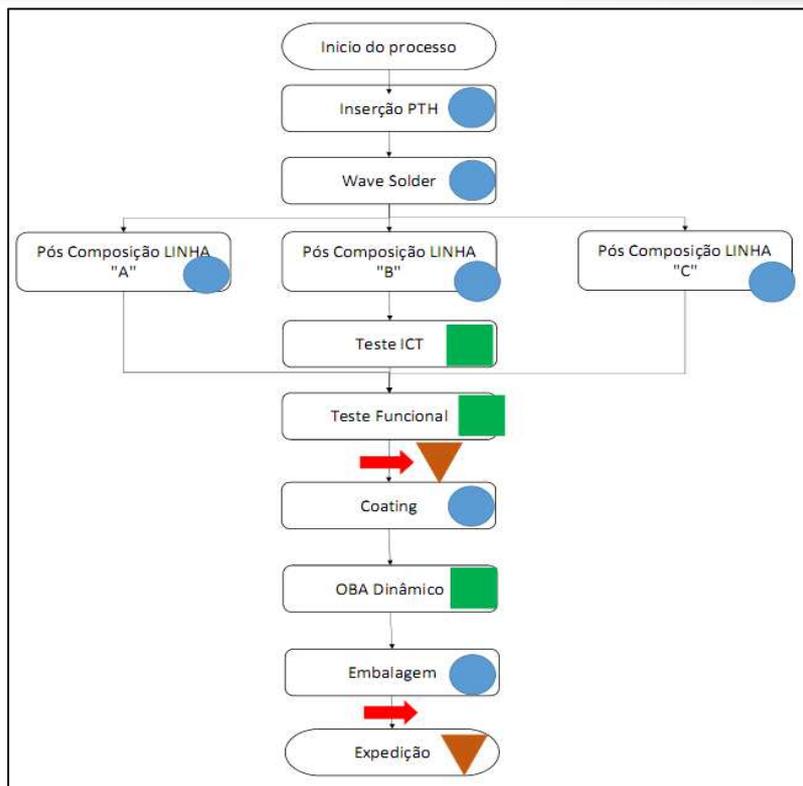


Figura 5 - Mapafluxograma proposto

Fonte: os autores

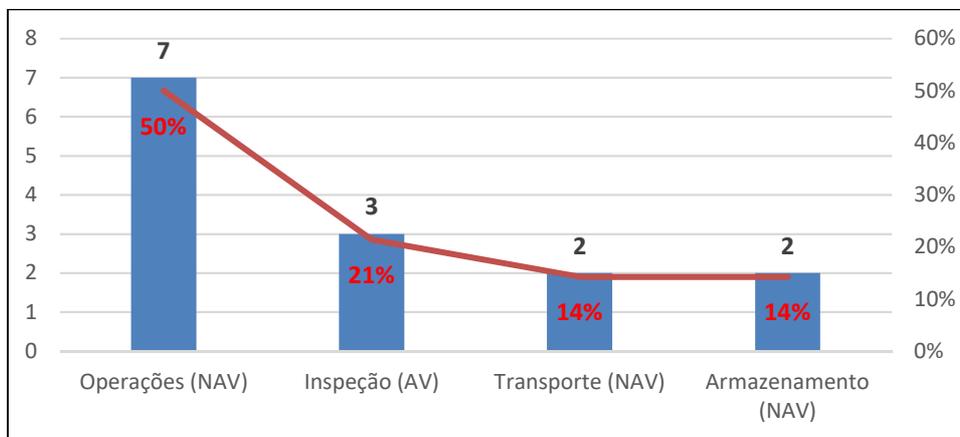


Gráfico 2 - Total de Operações no processo proposto

Fonte: os autores

As alterações propostas proporcionaram a redução das etapas de transporte que era o objetivo desse estudo de 8 para apenas 2, assim como eliminou as duas etapas de espera, com isso as operações que agregam valor ao produto aumentou de 32% para 50%.



### 4.3 Discussão dos resultados

A proposta apresentada nesse estudo de caso permitirá uma considerável redução nos deslocamentos entre as operações, pois além da redução de 62% nos deslocamentos internos elimina as duas etapas de espera apresentada no mapa fluxograma, assim como reduziu de 8 etapas de transporte para apenas 2, ou seja, a readequação do layout trará benefícios para a organização industrial e para o conforto dos colaboradores.

### 5. Conclusões

Na empresa estudada foi observado a existência de todos os tipos de layout apresentados o que a caracteriza com o modelo misto de layout. A proposta de adequação de layout apresentado nesse trabalho representa a junção dos layouts celular, linear e por processo. Com a implantação, a melhoria no fluxo produtivo ficaria evidente, pois os produtos terão menor movimentação pela empresa, e isso representaria redução na distância percorrida, possível redução no lead time de produção, aumento da qualidade do produto, visto que um produto que possui menor movimentação interna, tem-se menor risco sofrer avarias e melhor organização fabril.

Com a implantação da proposta de adequação do layout seria possível afirmar que teria reduções significativas nas distâncias percorrida pelos produtos, materiais e pessoas pelo parque fabril. Conseqüentemente, pela redução da movimentação dos produtos, têm-se maior garantia na qualidade dos mesmos, não podendo ser mensurados a princípio, pois somente após a implantação esses dados poderão ser calculados.

A aproximação dos postos de TRI e Embalagem da célula, além de reduzir as distâncias percorridas, reduziria atividades que não agregam valor ao produto, assim como a redução do Lead time de produção e do tempo padrão operacional.

A distribuição dos produtos dentre as células eliminará as sobrecargas de algumas e estabilizará as taxas médias de utilização, mantendo a eficiência produtiva.

Como sugestões para futuras pesquisas pode-se destacar:

- Acompanhamento da Implantação do layout proposto;
- Calcular o novo lead times dos produtos;
- Definir os novos tempos padrões operacionais;
- Realizar o balanceamento das atividades entre todos os postos de trabalho.

### Referências

CORRÊA, HENRIQUE L; GIANESI, IRINEU G. N. **JUST IN TIME, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**, São Paulo: USP, 1993.

FERNANDES, G.; STRAPAZZON, R.; CARVALHO, A. P. A Gestão dos Processos de produção e as parcerias globais para o desenvolvimento sustentável dos sistemas produtivos: *Layout* de empresas e seus benefícios. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIII, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2013, p. 1-15.

FIGUEIREDO, LUIS HENRIQUE WANDERLEY. **Aplicação dos tipos de Layout: uma análise da produção científica**. 57 f. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade de Brasília, Brasília.

GAITHER, NORMAN; FRAZIER, GREG. **Administração da Produção e operações**, São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**, São Paulo: Atlas, 2002.

JUNIOR, E. G. S.; FOLLADOR, F. A. C.; JUNIOR, J. A. G.; VIEIRA, E. L. A Gestão dos Processos de produção e as parcerias globais para o desenvolvimento sustentável dos sistemas produtivos:

- Estudo de caso sobre alterações no arranjo físico em uma confecção do sudoeste do Paraná. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIII, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2013, p. 1-16.
- MATOS, M. A. B.; SARAIVA, A. L. C.; SILVA, S. C. B.; JUNIOR, S. A. P. Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10: Proposta de implantação de arranjo físico em uma indústria metalúrgica, XXXIV, 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ENEGEP, 2014, p. 1-17.
- MATTOS, T. L.; ROSA, L. S.; BASTOS, A. P. A engenharia de produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0. Manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção: Análise da produtividade a partir da otimização do layout: um estudo de caso na fabricação de alçapões, XXXVII, 2017, Joinville. **Anais...** Joinville: ENEGEP, 2017, p. 1-33.
- MENDOÇA, B. H. S.; GOUVEIA, D. F.; FRANCISCATO, L. S.; MUNNO, V. M. R. A engenharia de produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0. Manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção: Proposta de alteração de arranjo físico, baseado na metodologia Lean e aplicação do diagrama de espaguete: uma pesquisa-ação em uma metalúrgica, XXXVII, 2017, Joinville. **Anais...** Joinville: ENEGEP, 2017, p. 1-15.
- MORAES, L. H.; SANTORO, M. C. Inovação tecnológica e propriedade intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na consolidação do Brasil no cenários econômico mundial: Modelo conceitual e recomendações para projeto de arranjo físico de fábrica, XXXI, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ENEGEP, 2011, p. 1-8.
- PEINADO, JURANDIR; GRAEML, ALEXANDRE R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**, Curitiba: UnicenP, 2007.
- PINTO, M. M. A.; JUSTUS, C. C.; PIGURIM, M.; CHIN, S. Y.; YOSHINO, R. T. A Gestão dos Processos de produção e as parcerias globais para o desenvolvimento sustentável dos sistemas produtivos: Arranjo físico linear– a simulação de uma melhoria para um processo tradicional. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIII, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2013, p. 1-10.
- SANTOS, L. A.; LUZ, A. C. G.; HAMMES, J.; BIEDACHA, T. A.; GODOY, L. P. Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10: Implantação de *layout* celular em uma empresa Start-Up de tecnologia, XXXIV, 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ENEGEP, 2014, p. 1-18.
- SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. **Administração da Produção**, Texas: Thomson, 2002.
- TURUTE, A. C. D.; SILVA, R. N.; NERY, S. M. Proposta de arranjo físico em uma indústria de remanufatura de rolos de impressora, Simpósio de excelência em gestão e Tecnologia XIV, 2017, Rezende. **Anais...** Rezende: SEGET, 2017, p. 1-16.
- VILLAR, ANTONIO M.; JÚNIOR, CLAUDINO L. N. **Planejamento das instalações empresariais**, João Pessoa UFPB, 2014.