

OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT PRODUTIVO ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO

DAVID JUNIOR DE LIMA (ASLEC)

david.jrlima@gmail.com

Rodrigo Dias Marcato (ASLEC)

rdmarcato@gmail.com



As conseqüentes mudanças no mercado e as exigências pelos clientes levam as empresas enfatizarem a busca por melhores resultados, maior eficiência em seus processos produtivos e a utilização de conceitos de ferramentas Gerenciais como o Lean Manufacturing, integrados com simulação computacional, auxiliando nas tomadas de decisões para atender as necessidades geradas por estas novas demandas. Com isso, o presente artigo trata da utilização do software Factory Design Suite para analisar e comparar os dados do arranjo físico em uma empresa do setor moveleiro da cidade de Limeira -SP. E com os dados obtidos através destas simulações, propor uma otimização no arranjo físico, visando obter maior eficiências no cenário produtivo.

Palavras-chave: : lean manufacturing, arranjo físico, simulação, otimização.

1. Introdução

O mercado socioeconômico passa constantes transformações, as empresas adotam estratégias adequadas para proporcionar competitividade dentro dessa realidade, para enfrentar esses desafios os gestores necessitam cada vez mais de conceitos estruturados de maneira eficaz e eficiente com a missão de tomar decisões que conduzam os seus negócios de forma consistente em um mundo com grandes modificações (MARTINS; GUINDANI, 2013).

O arranjo físico pode auxiliar consideravelmente a maneira de integração entre o produto e as prioridades competitivas de uma organização. Com a implantação de um arranjo físico adequado estabelece melhorias como facilitar de fluxo de materiais, aumentar a capacidade produtiva, reduzir os riscos para os colaboradores por fim melhorar a comunicação em todas as áreas envolvidas (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Entre outras técnicas que podem auxiliar no planejamento a simulação computacional através de um software, que possibilita a modificação do arranjo físico atual sem modificar a estrutura física já existente podendo escolher maneiras de adequação do projeto, como redução de movimentação de tempo para melhorar o fluxo de produção.

Esta pesquisa visa a utilização da simulação computacional integrada com as ferramentas do *lean manufacturing* com o objetivo de melhorar a disponibilidade dos equipamentos, otimizando a movimentação do processo. E através dos dados obtidos, demonstrando a melhor proposta de arranjo físico e os benefícios para empresa, possibilitando para futura implementação do projeto.

2. Referencial teórico

O perfil do cliente tornou-se mais exigente com os produtos e serviços nos aspectos de qualidade, variedades e preço acessível, portanto as organizações buscam aprimorar processos de planejamento para futuras melhorias de forma de otimizar os recursos e maximizar as relações entre os colaboradores de forma harmoniosa. (VANIN, RANCICH FILHO, 2013).

2.1. Gestão da Produção

Segundo Petrônio (2012), gestão da produção são atividades complexas que administram de

modo eficaz a transformação de insumos, tais como matéria-prima, em produtos acabados ou serviços que consomem recursos e nem sempre agregam valor ao produto final.

E Slack (2009) complementa com três funções centrais, sendo assim, marketing para atender comunicação entre produtos e serviços ao consumidor, o desenvolvimento de novos serviços e produtos para suprir uma nova demanda e o comprometimento da produção para assegurar a entrega de produtos e serviços aos clientes.

2.2. Sistema *Lean Manufacturing*

Segundo Maxiamiano (2004) entre os princípios utilizados destaca-se o sistema Toyota de Produção idealizado nos anos 50 e adaptado anos depois por Toyoda e Ohno com base em eliminação de desperdício e produção de veículos com qualidade, garantindo assim a importância na utilização desse princípio na gestão de produção.

Além disso, o sistema de produção enxuta ou *lean manufacturing* que determina a disponibilidade do material certo, no local correto, no exato momento o sistema enfatiza estudos nas ocorrências de falhas nos processos produtivos, melhorando os impactos causados pelos desperdícios na empresa. (WERKEMA, 2006)

Para auxiliar na obtenção de resultados, segue abaixo algumas ferramentas utilizadas nesse processo como:

-Diagrama de Pareto: Uma ferramenta da qualidade segundo Ritzman e Kajewski (2004), porém se aplica todas as áreas para medir o desempenho com a finalidade de mostrar falhas na atuação e ajudar a entender as causas do problema. O conceito do Diagrama de Pareto, chamado também de regra 80-20, é que 80 por cento da atividade é causada por 20 por cento dos fatores, foi desenvolvido por Vildredo parte um cientista italiano do século XIX utilizado para relacionar os fatores que ocasionavam um problema de qualidade em um restaurante.

-Diagrama de espaguete: Com a utilização dessa ferramenta capaz de medir os deslocamentos dos operadores em uma determinada operação, através dessas distancias melhora a capacidade de identificar a necessidades de resenhar o fluxo, deslocando os operadores e minimizados os espaços entres os processos (FAVERI, 2013).

-Mapa de fluxo de valor: Sendo um importante recurso para evitar o desperdício, elaborando

um mapa oferecendo informações de cada processo do fluxo de materiais montando uma cadeia de todos os caminhos, deste a matéria-prima até a entrega do produto acabado. Definido em 4 etapas escolha de produto a ser mapeado, desenhar a situação atual e futura da produção, traçando um planejamento de trabalho em implementação (LELIS; 2014).

2.3. Arranjo físico

Slack (2009) define o arranjo físico de uma operação ou processos como sendo o posicionamento dos recursos transformadores em relação aos outros, e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores. Juntos essas duas decisões ditarão o fluxo dos recursos transformados à medida que eles progridem pela operação ou processo.

Já Gaither e Frazier (2008) define arranjo físico como um planejamento de toda área fabril, como na produção com o posicionamento de máquinas e colaboradores, o estoque com sua movimentação de fluxo de materiais, e a distribuição dos banheiros, salas de escritórios e áreas de atendimento ao cliente,

Ritsman e Kajewski (2004) simplifica citando que o arranjo físico envolve decisões sobre a disposição dos centros de atividades econômica em uma unidade e definem centro de atividade econômica como qualquer coisa que utilize espaço: uma pessoa, um grupo de pessoas, o balcão de um caixa, uma máquina, uma banca de trabalho e assim por diante.

2.3.1. Projeto de um arranjo físico

Slack (2009) fala sobre as consequências de um arranjo físico inadequado que pode levar padrões de fluxo e tempos de processo muito longos ocasionando perdas na produção ou atraso e perdas de clientes. Martins, Laugeni (2012) falam que na elaboração do arranjo físico, deve se planejar o todo e depois as partes e planejar o ideal e após o prático, assim inicia-se o arranjo físico como uma visão global, mas porém, antes de definir o arranjo físico deve considerar fatos importantes como definir a capacidade produtiva e a demanda existente com a finalidade de identificar gargalos no processo e definir termos de trabalho.

“Gargalo é o estágio que apresenta a restrição de capacidade em um processo, limita a produção de todo o processo” (SLACK, 2009).

Graemi; Peinado (2007) citam que no caso de um arranjo físico já existente precisar ser alterado, geralmente o processo produtivo precisa ser interrompido e é comum fazer as alterações em finais de semana ou em períodos de férias, pois as mudanças de local de uma máquina, de uma linha de montagem ou do local de um almoxarifado, podem exigir muitas atividades de profissionais como pedreiros, eletricitas, carpinteiros, etc.

.2.3.2. Objetivos do arranjo físico

Segundo Lima, Impala e Gambassi (2010) o arranjo físico tem por objetivo aumentar ou conservar a rentabilidade da empresa, que por sua vez pode ser atingida com a melhoria da qualidade do produto, o atendimento ao cliente, aumento da satisfação dos funcionários, através da flexibilização das operações e etc. Ele também tem por objetivo atuar na redução dos custos importantes para a empresa como, por exemplo, redução do lead time, redução de movimentos, redução dos estoques, entre outros.

2.4. Simulação computacional

Segundo Bateman e Bowden (2013) a simulação tem a possibilidade de criar situações que podemos criar um ambiente semelhante a realidade, conseqüentemente proporciona visibilidade nos processos, verificação e movimentação das rotas, ou seja, fazer adaptações no arranjo físico sem a necessidade de modificar a realidade.

Para Chwif e Medina (2010), porque simular:

- Pode se observar o antes e o depois da implantação;
- Com sistema já existente, complementa com novos recursos;
- Compreensão ao sistema;
- Analisar e confrontar os resultados e mede as eficiências nas operações.

A simulação computacional convém para responder segundo Freitas (2008) com a seguinte pergunta: O que acontece se? Através desse sistema auxiliando nas tomadas de decisões e desenvolvendo projetos com mais eficiência e sem fazer qualquer mudança física no projeto. Entre outras particularidades, alguns pontos como:

- Rapidez nas aplicações do fato do simulador ser modificado quando necessário antes da

implementação;

-Proporcionar uma viabilidade nos custos, tempo e melhorias na qualidade e produtividade;

-Semelhanças com o projeto real;

-Aplicações em vários sistemas como produção, transporte entre outras.

2.4.1. Vantagens

Com a criação do modelo de simulação pode ser modificado quando necessário, a facilidade de aplicação por não utilizar quantidades excessivas de números como no método analítico, podendo detalhar o sistema real como fluxos de informações necessárias para alterar o sistema, através de identificação de gargalos auxiliando a visibilidade em um plano visual (FREITAS FILHO, 2008).

2.4.2. Desvantagens

O modelo de simulação requer treinamento especial devido à complexidade do simulador, sendo utilizado por dois indivíduos o resultado final são similares, mas dificilmente serão iguais. Os recursos nesse tipo de modelagem requerem muito tempo devido algumas tentativas de simplificações, podem ocasionar resultados insatisfatórios, sendo assim método analítico podem trazer resultados mais econômicos (FREITAS FILHO, 2008).

2.4.3. Factory Design Suite

Entre as disponibilidades de ferramentas nessa pesquisa será utilizado o software *factory design suite* de fácil manuseio sua capacidade criar projetos de arranjos físicos, admitindo mudança de movimentação, tempo e equipamentos em diversos cenários do arranjo físico.

Segundo Autodesk (2015) muito conceituada em seu segmento, além de desenvolver o *Autocad Mechanical* e fornecer o software possibilita a integração dessas ferramentas que são capazes de interagir nas tomadas de decisões, devido à alta capacidade do software que disponibiliza as informações do arranjo físico de 2D em modelos 3D, dessa maneira melhorando a compreensão do projeto.

Segundo relatos dos usuários o software *factory design suite* trata-se de uma ferramenta que traz mais confiabilidade nos projetos desenvolvidos em 3D em diferentes áreas e segmento

por auxiliar nos processos internos, otimizando ou instalando novos processos e impactando nas tomadas de decisões (AUTODESK, 2015).

3. Estudo de Caso

Na empresa foi observado uma oportunidade de melhoria na disposição dos equipamentos que deverão ser agrupados de forma que a sua disponibilidade aprimore movimentação do processo. Acreditando que através da utilização de ferramentas como lean manufacturing, para remanejamento de máquinas e equipamentos, através de simulação computacional. Logo essa pesquisa deverá mostrar a melhor disposição de movimentação e os benefícios para a empresa, comparando o arranjo físico atual e o proposto.

4. Estudo de caso

4.1. Apresentação da empresa

Esta pesquisa foi realizada em uma empresa que atua no setor moveleiro a mais de 15 anos no mercado, localizada no município de Limeira/SP, especializada em móveis para salão de beleza. A empresa possui cinco lojas, localizadas em Curitiba, Belo Horizonte, Limeira, Rio de Janeiro e São Paulo, sendo as duas últimas as responsáveis pelos maiores índices de vendas. Já no interior de São Paulo conta com quatro vendedores externos para atender a demanda da região. O público alvo abrange todas as classes sociais, constituindo um portfólio amplo com 68 produtos catalogados que variam desde moveis populares até moveis de luxo.


4.2. Processo da empresa

A empresa utiliza um processo que se assemelha com o kanban, ou seja, por meio de um sistema visual de cartões e sinalização por cores, demonstra o grau de prioridade e a quantidade a produzir para suprir o estoque.

O processo funciona da seguinte maneira, a linha de montagem passa o cartão do produto com a quantidade necessária para suprir o estoque, este cartão apresenta informações com a localização de todos os cartões dos subcomponentes, os quais são encaminhados para as máquinas a fim de iniciar o processo de transformação da matéria-prima. No final do processo as peças aguardam em um estoque para que, quando as outras peças estiverem concluídas, possam ser soldadas e formarem o produto final. A figura 1 apresenta o cartão de um

subcomponente.

Figura 1 – Cartão de processo

7	SET	MQ	MAT	SAB	OPERAÇÃO	Qt: 32 pç
7 B003 0,11639 ... Detalhe A	6				Programação Laser - Miq. 45	 Peça: 61375 Car: 01 1 de 1 Lateral Direita # 1,90 = 565 x 206
	7	43			Conte a Laser	
	7	27			Doberar	
	4 154E					
Detalhe B						

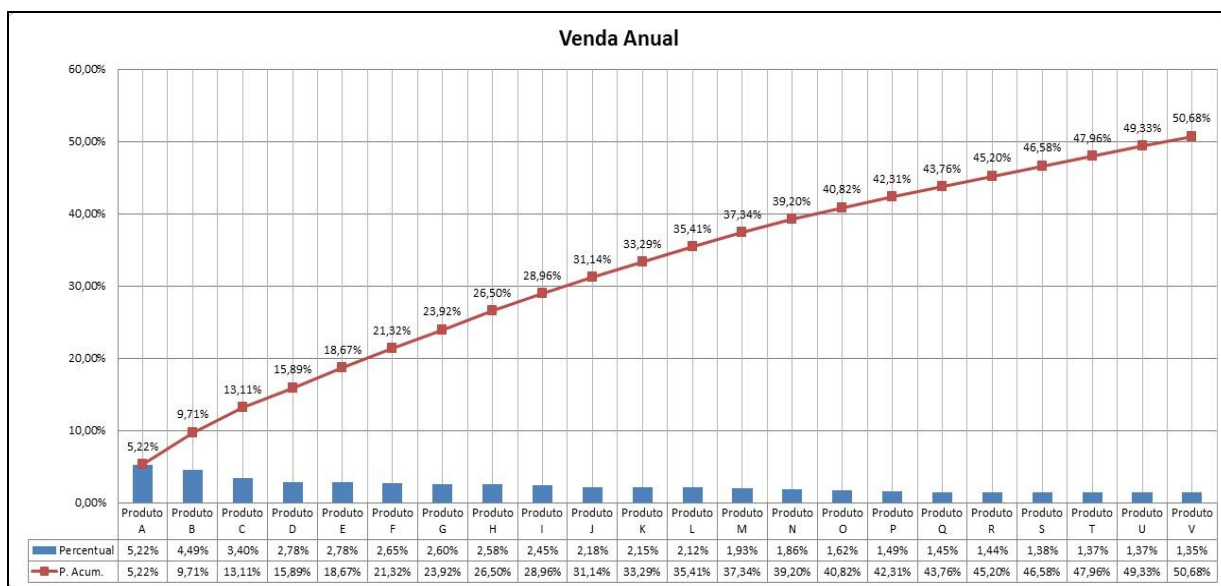
Fonte: do autor

Pode-se observar que o “Detalhe A” apresenta a matéria-prima a ser utilizada na maquina e o “Detalhe B” todo o procedimento que a matéria-prima passara para ser transformada em peça, nota-se também que a ultima etapa “4 154E” refere-se ao estoque da solda, local onde as peças ficam armazenadas aguardando todos os outros subcomponentes serem finalizados, liberando assim o conjunto todo para ser soldado.

4.3. Identificação e classificação do produto escopo

Para analisar todo o histórico de vendas da empresa como trata-se de uma infinidade de itens necessitou realizar uma pré-seleção dos itens de maior relevância no contexto, para tanto foi utilizado o diagrama de pareto (análise da curva ABC) com o intuito de identificar o produto ou os produtos de maior vendagem da empresa, para assim poder desenvolver o estudo, contudo devido ao portfolio da empresa possuir diversos produtos a figura 2 apresenta apenas os resultados contidos na curva os itens da Classe A e B:

Figura 2 – Analise de pareto

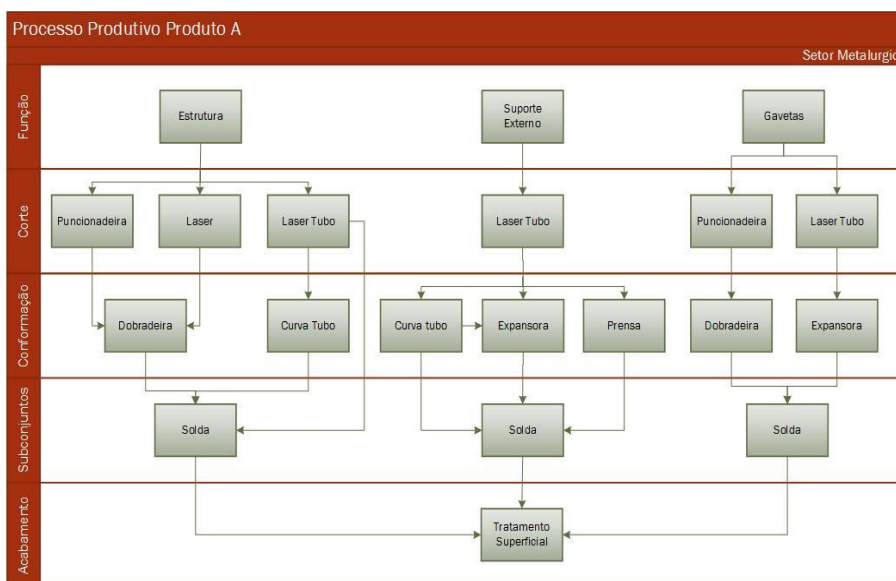


Fonte: do autor

Pode-se notar que devido a existir uma grande variedade de produtos as porcentagens são bem próximas umas das outras, contudo o “Produto A” se destaca sendo o responsável pelo maior índice de vendas, tornando este o produto escopo deste trabalho.

Após concluir o diagrama de pareto foi criado um fluxograma dos processos existentes para a produção do “Produto A”, utilizou-se as informações contidas nos cartões dos subcomponentes para estrutura este fluxograma que esta apresentado na figura 3:

Figura 3 – Fluxograma do processo produtivo do Produto A



Fonte: do autor

Nota-se que alguns processos colidem com a mesma máquina na aba de conformação mesmo sendo originado em uma máquina diferente na aba de corte, impossibilitando um fluxo contínuo e obrigando a empresa a ter estoques em processo para as peças aguardarem, ou seja, o arranjo físico deve ser bem estruturado e organizado para possibilitar um fácil acesso e um fluxo sequencial destes componentes armazenados.

4.4. Arranjo físico antes da intervenção

De início para estruturar o arranjo físico foi realizado um dimensionamento dos recursos transformadores (máquinas, equipamentos e acessórios), na etapa seguinte foi mapeado a disposição dos mesmos entre eles. As figuras 4, 5, 6 e 7 detalham as máquinas existentes e suas principais funções:

Figura 4 – Laser tubo (esquerda) e expansora (direita)



Fonte: do autor

A esquerda observa-se a máquina de corte a laser para tubos, a qual corta vários tipos de perfis, furos e encaixes em diversos formatos de tubos, na direita a máquina de expandir, reduzir e flangear tubos, utiliza-se de vários mordentes para fixar diversos perfis e tamanhos de tubos e por meio de conformação cria os formatos necessários.

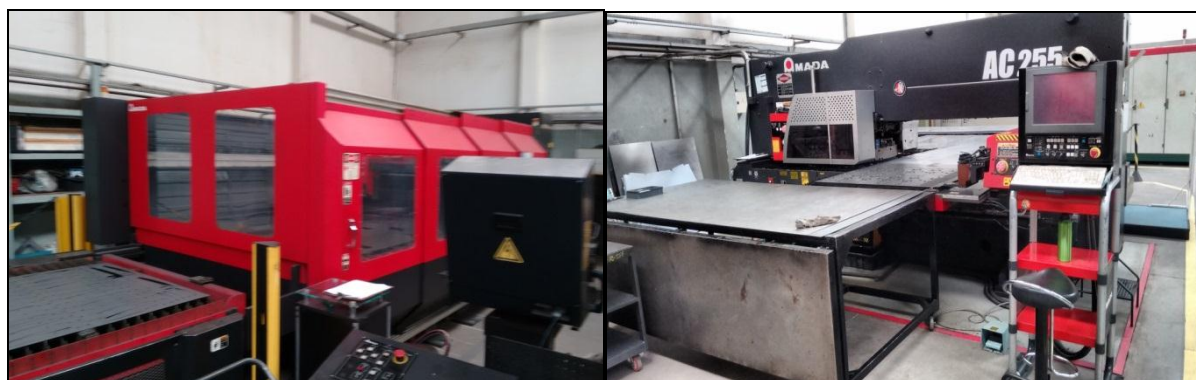
Figura 5 – Curva tubo (esquerda) e laser Quattro (direita)



Fonte: do autor

À esquerda tem-se a máquina de curvar tubos, a qual utiliza-se de vários tipos de mordente para fixar vários tipos de perfis e tamanho de tubos, possui cinco eixos possibilitando diversos tipos de curvatura e na direita a máquina de corte a laser com curso de 1250 mm por 1250 mm, corta peças de vários tipos de formato em chapas de diversos materiais e espessuras.

Figura 6 – Laser FO 3015 (esquerda) e puncionadeira (direita)



Fonte: do autor

À esquerda tem-se a máquina de corte a laser com curso de 3070 mm por 1550 mm, corta peças de vários tipos de formato em chapas de diversos materiais e espessuras, já na direita a máquina puncionadeira, a qual corta chapas através de punções com várias geometrias, corta grande variedade de materiais e espessuras.

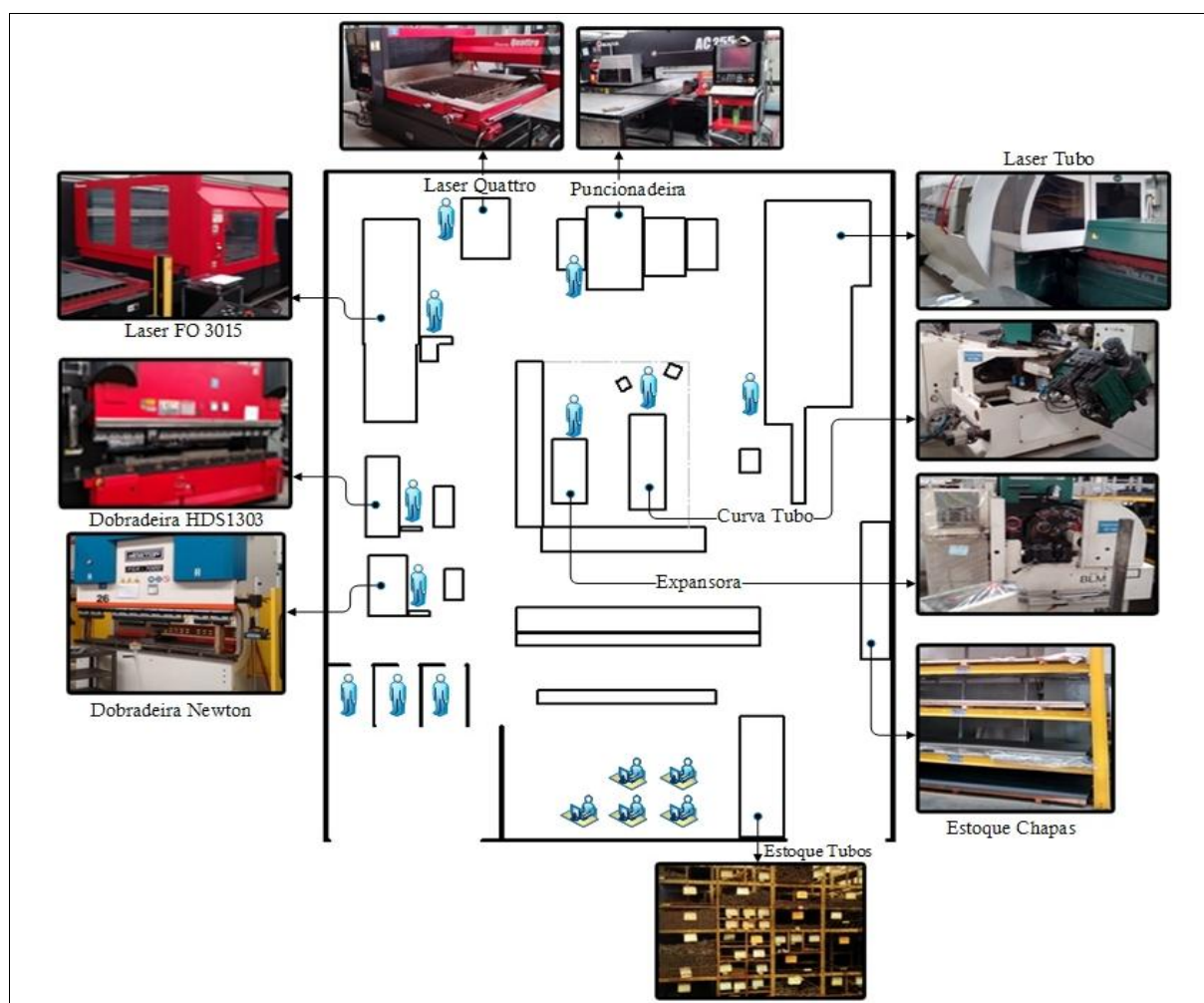
Figura 7 – Dobradeira HDS 1303 (direita) e dobradeira Newton (esquerda)



Fonte: do autor

Foi observado que ambas são máquina de dobrar peças por meio de conformação mecânica a frio, porém a da esquerda tem um curso de 3000 mm e a da direita tem um curso de 2000mm. Após todas as máquinas serem detalhadas foi possível fazer o mapeamento que contém a dimensão detalhada das máquinas, equipamentos e acessórios conforme apresenta a figura 8:

Figura 8 – Arranjo físico atual



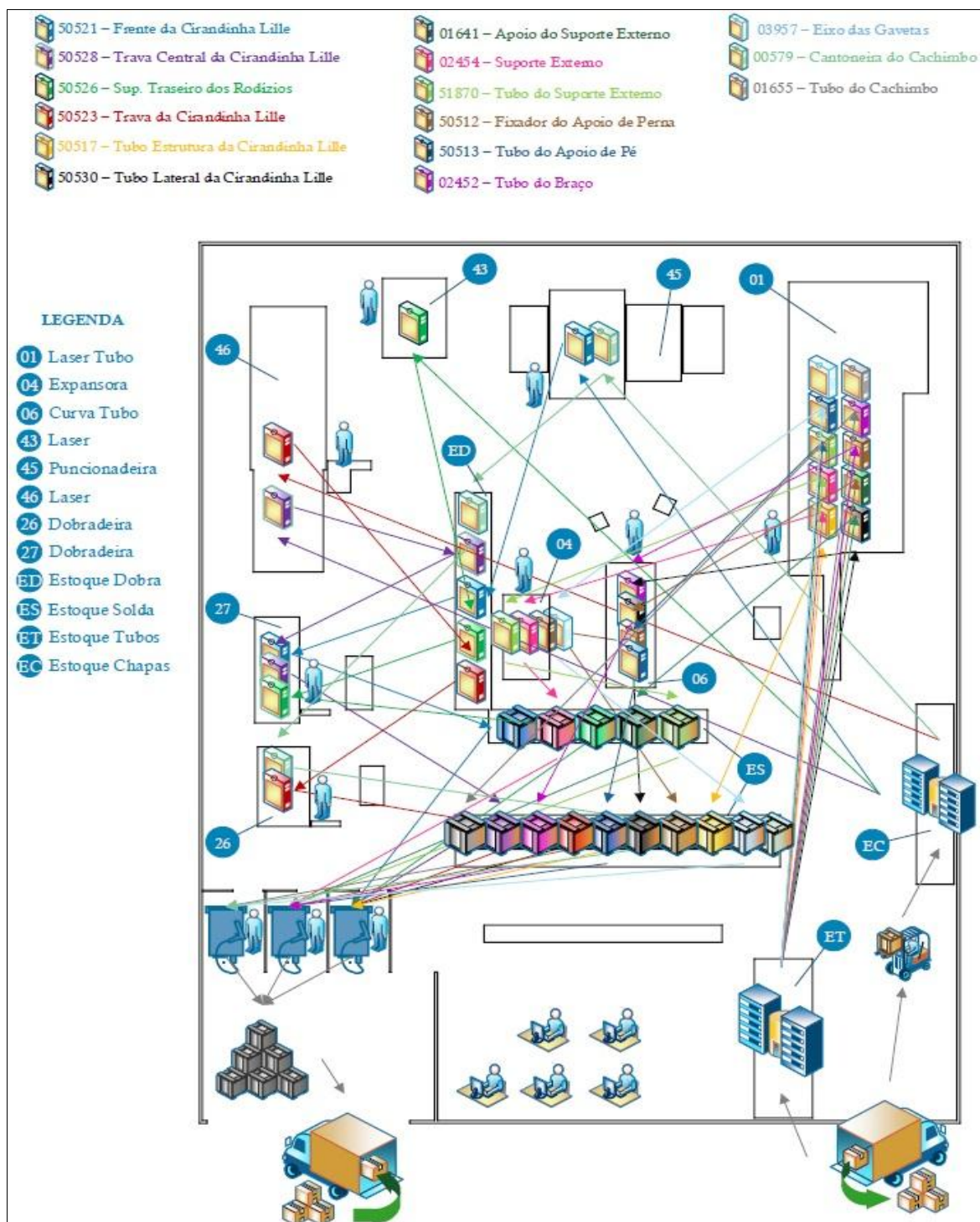
Fonte: do autor

Pode-se analisar o posicionamento das máquinas e a posição dos operadores em relação a elas. Nota-se também que as máquinas que utilizam chapas estão totalmente do lado oposto do estoque de chapas e que existe um grande percurso para as máquinas centrais armazenarem as peças concluídas.

4.5. Determinação dos fluxos e simulação

Subsequente ao mapeamento foi utilizado uma ferramenta chamada diagrama de espaguete que permite uma ampla visualização dos percursos que cada peça faz durante sua produção. A figura 9 apresenta o diagrama de espaguete do produto A:

Figura 9 – Diagrama de espaguete no cenário antes da intervenção



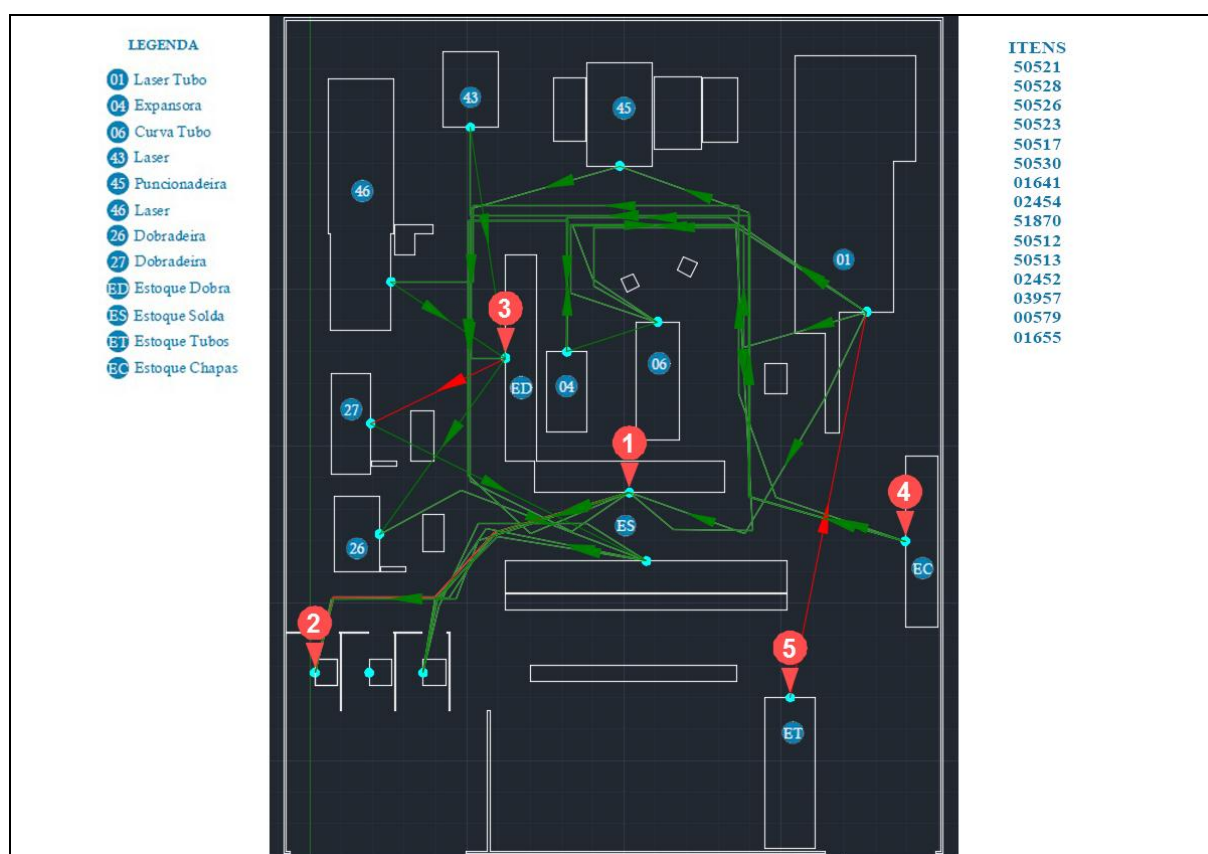
Fonte: do autor

Observou-se que o processo se cruza frequentemente e que ambas máquinas que utilizam os estoques de matéria-prima tanto de tubo quanto de chapa se localizam distantes do mesmo,

vale salientar também que as máquinas de curvar tubo e expandir devem realizar um grande percurso para armazenar as peças no porta-palhete da solda (ES).

Após concluir que os fluxos existentes apresentam muita movimentação desnecessária através do diagrama de espaguete, foi realizada uma simulação para obter uma análise minuciosa das distâncias e tempos perdidos com essas movimentações na produção. A figura 10 apresenta a fase inicial desta simulação:

Figura 10 – Simulação do cenário antes da intervenção



Fonte: do autor

Foi observado que a figura 10 apresenta detalhadamente todo o percurso realizado pelos 15 itens listados no lado direito, novamente notam-se os pontos críticos no arranjo físico, pois todas as peças finalizadas nas máquinas 04 e 06 devem realizar um grande percurso para armazenar no estoque da solda (ES), podemos observar também que as máquinas 46, 43 e 45 apresentam uma grande distância em relação ao estoque de chapas (EC) e este percurso é realizado atrás de um carrinho de 2800mm por 1200mm com várias chapas carregadas no

mesmo.

Com os trajetos esquematizados no arranjo físico foram configurado os tempos de transporte para ir e voltar da operação seguinte descrita nos cartões dos subcomponentes e posterior a isso realizado uma simulação com o plugin Factory Design aplicado ao software Autodesk AutoCAD 2015 para obter o tempo total e a distancia total percorrida para fabricar os 15 itens. A tabela 1 apresenta o resultado da simulação:

Tabela 1: Resultado da análise antes da intervenção

Resultados da análise	
Tempo de Transporte	01h02min
Distancia Transportada	995 metros

Fonte: do autor

Com os indicadores tabelados temos o resultado do tempo e a distancia que são utilizados na transição entre todas as operações dos subcomponentes do produto A.

4.6. Problema antes da intervenção

Com todos os dados coletados foi realizada uma analisa para identificar o real problema. A fim de facilitar a conclusão, perguntou-se ao gerente de produção sobre o arranjo físico inicial, contudo o mesmo respondeu que nunca foi realizado um estudo relacionado ao assunto, pois a empresa foi adquirindo maquinas e as alojando em lugares com espaço ou custo baixo para movimentar as outras maquinas. Com os resultados da analise e a resposta do gerente conclui-se que o arranjo físico esta desordenado e necessita de um melhoria.

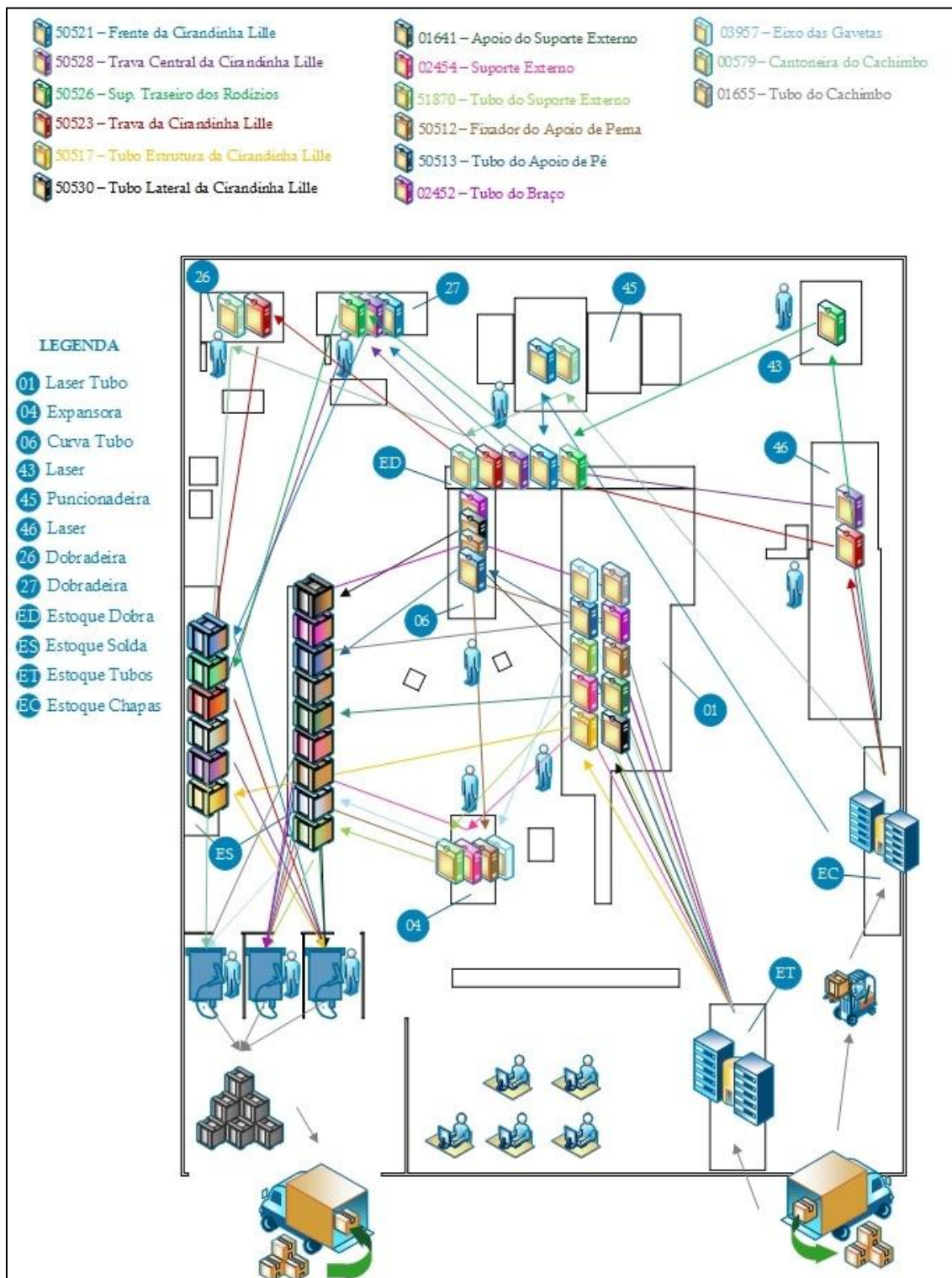
5. Intervenção e proposta de melhoria

Antes de efetivar a redistribuição dos recursos transformadores, foram impostos algumas condições pelo gerente:

- a punctionadeira esta aterrada em um bloco de concreto separada do piso principal, portanto não pode ser movimentada;
- os estoques de matéria-prima devem estar localizados próximo do portão de entrada;
- a solda deve estar localizada próximo do portão de saída;

Seguindo estes requisitos impostos pelo gerente, foi realizado um estudo para propor um rearranjo físico na empresa, neste estudo foi utilizado um sistema de dependências para gerar um fluxo sequencial como, por exemplo, as máquinas abastecidas por chapas devem ficar próximas ao estoque de chapas, assim como as máquinas que abastecem os estoques de solda devem ficar próximas do mesmo e assim por diante. Depois de concluído o novo arranjo físico foi realizado novamente o diagrama de espaguete com a finalidade de visualizar o fluxo dos itens na nova disposição. A figura 11 apresenta o novo diagrama de espaguete:

Figura 11 - Diagrama de espaguete no cenário após a intervenção



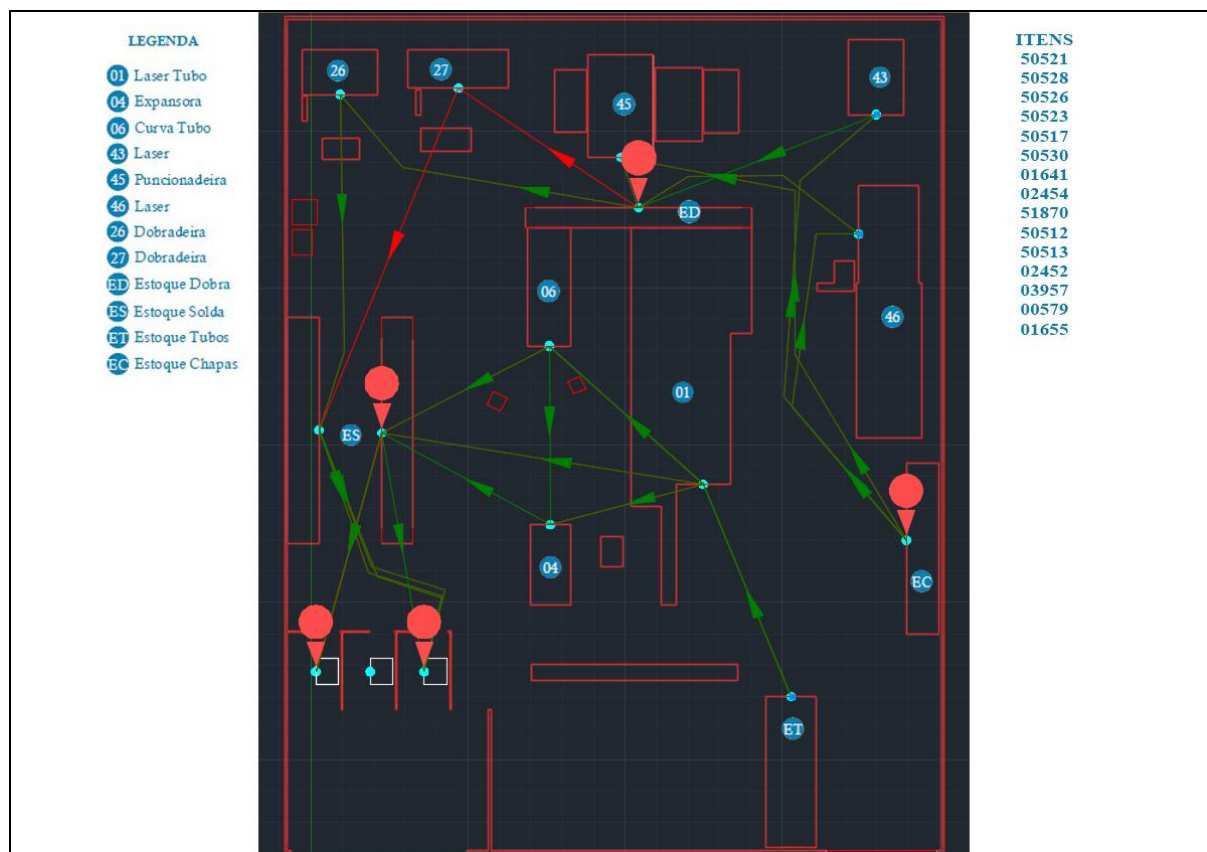
Fonte: do autor

Pode-se observar que existem bem menos cruzamentos e os itens tem um fluxo sequencial (sempre avançando), contudo note-se também que alguns itens realizam um grande percurso

em volta de toda planta fabril.

Para obter uma análise precisa da nova proposta e resultados, foi utilizado o recurso de simulação como apresenta a figura 12:

Figura 12 – Simulação do cenário antes da intervenção



Fonte: do autor

Nota-se um fluxo mais curto e os itens em vermelho demonstram os setores com mais passagens de itens. Novamente foi configurado os novos tempos e as novas distancias para finalmente concluir se o novo arranjo físico é viável ou não. A tabela 2 apresenta os resultados finais da simulação:

Tabela 2: Resultado da análise antes da intervenção

Resultados da analise	
Tempo de Transporte	46min
Distancia Transportada	664 metros

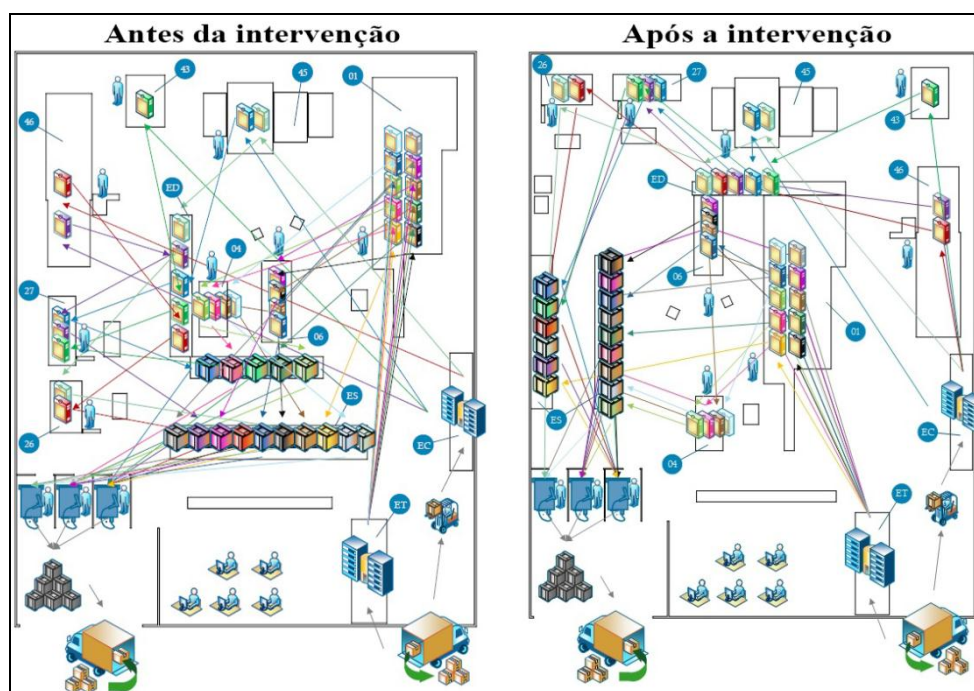
Fonte: do autor

Foi observado os novos valores após a simulação e, ambos, tiveram uma redução significativa em relação ao arranjo físico antes da intervenção.

6. Resultados

O uso da simulação computacional permitiu uma previsão dos resultados que a mudança no arranjo físico pode agregar ao cenário da empresa, envolvendo indicadores de tempo, distâncias e movimentação dos colaboradores. A figura 13 apresenta a situação antes e depois da intervenção.

Figura 13 – Diagrama de espagete do cenário antes e depois da intervenção

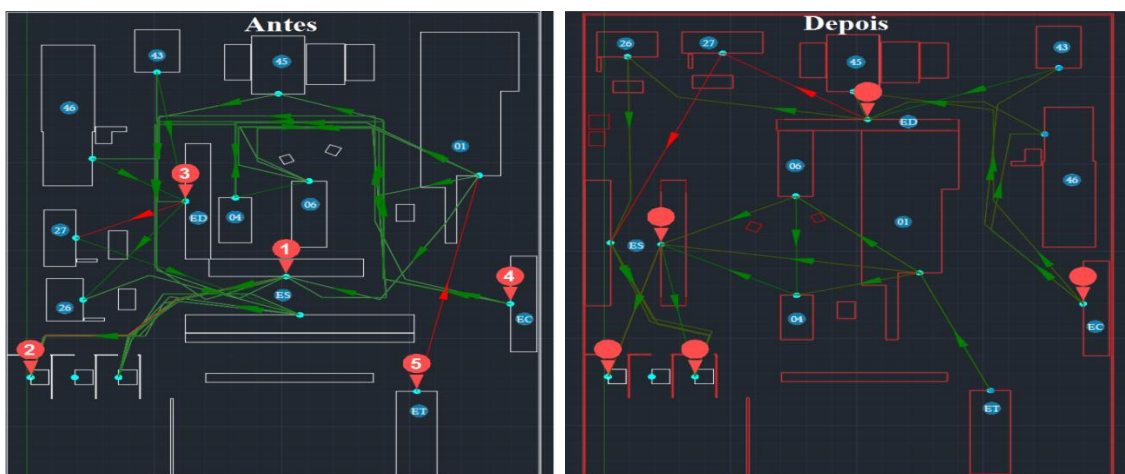


Fonte: do autor

O diagrama de espagete foi utilizado para apresentar os deslocamentos dos operadores em uma determinada operação e, conseqüentemente, apresentou as melhorias e o fluxo dos materiais, minimizando os espaços entre processos.

Na sequência foi realizada a simulação apresentada na figura 14:

Figura 13 – Simulação do cenário antes e depois da intervenção



Fonte: do autor

Pode-se concluir que após a visualização que o diagrama de espaguete proporcionou a simulação consequentemente apresentou resultados melhores.

A tabela 3 apresenta os resultados finais:

Tabela 3: Comparação dos resultados antes e depois da intervenção

Resultados da análise		
Critério	Antes da Interv.	Depois da Interv.
Tempo de Transporte	01h02min	46min
Distancia Transportada	995 metros	664 metros

Fonte: do autor

Foi observado uma redução de 16 minutos, sendo que pode ser confeccionado em um dia de trabalho dois a três produtos similares a este, gerando uma redução de cerca de 44 minutos por dia aproximadamente.

7. Considerações Finais

Este artigo tinha como objetivo apresentar através da aplicação da ferramenta *lean manufacturing*, integrada com a simulação computacional, as varias opções de melhorias e reduções de perdas que um processo fabril pode obter. Tal resultado foi alcançado por meio da utilização de varias ferramentas que permitiram realizar a simulação positiva.

A partir das ferramentas como o gráfico de espaguete, foi gerado uma simulação que permitiu

obter resultados de redução em uma média de 30% no tempo de movimentação, esta mudança irá trazer impactos positivos como:

- Ergonomia: diminuição nos percursos, proporcionando mais segurança e transições mais rápidas.
- Organização: um arranjo físico planejado facilita acesso a máquinas e deixa o ambiente mais agradável visualmente.
- Estoque: os estoques tanto finais como em processo podem ser reduzidos devido ao lead-time da produção estar menor.

Em relação ao que foi apresentado, pode-se concluir que a simulação é uma ferramenta poderosa de planejamento e possibilitar as empresas a visualizarem os resultados antes de investir tempo e recursos nela.

8. Referências bibliográficas

- AUTODESK. **Factory Design Suite**. Disponível em: < <http://www.autodesk.com.br/suites/factory-design-suite/overview>>. Acesso em 28/04/2015.
- BATEMAN, R, BOWDEN R. **Sistemas de Simulação: Aprimorando Processos de Logística, Serviços e Manufatura**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2013.
- CHWIF L; MEDINA A. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 3.ed. São Paulo: Ed. Bravarte, 2010.
- FAVERI F. **Identificação dos Desperdícios em um Serviço de Emergência com a Utilização da Metodologia Lean Thinking**, 2013. Disponível em: < <http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/00000c/00000c03.pdf>>. Acesso em 22/04/2015.
- FREITAS FILHO P. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- GAITHER N; FRAZIER G. **Administração da Produção e Operações**. 8 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2008.
- GRAEMI A; PEINADO J. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**, Curitiba: Unicenp, 2007.
- LÉLIS E. **Gestão da Qualidade**. 1 ed, São Paulo: Editora Person Prentice Hall, 2012.
- LIMA M; IMPALA S; GAMBASSI P. **Proposta de melhoria de arranjo físico numa indústria metalúrgica: área de estamparia**. 2010. Disponível em: < <http://engenharia.anhemi.br/tcc-10/prod-16.pdf>> Acesso em 10/04/2015.
- MARTINS P, LAUGENI F. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: editora Saraiva, 2012.
- MARTINS T; GUINDANI R. **Estratégia e Competitividade**. 1 ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2013.
- MAXIMILIANO A. **Teoria Geral da Administração: Da Revolução Urbana à Revolução Digital**, 4 ed, São

Paulo: editora Atlas, 2004.

RITZMAN, L; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo. 2004.

SLACK N; CHAMBERS S ; JOHNSTON R. **Administração da produção**. 3.ed. SÃO PAULO: Atlas, 2009. .

VANIN A, RANCICH FILHO N. **Administração Estratégica** 1 ed. Curitiba: editora Intersaberes, 2013.

WERKEMA C. **Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing** 1ed Belo Horizonte: Editora, 2006.