

IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTEIRA AUTOMATIZADA COM BASE NOS CONCEITOS *LEAN* E SISTEMA TOYOTA PARA ADEQUAÇÃO DO *LAYOUT* FABRIL

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED MAT BASED ON LEAN AND TOYOTA SYSTEM CONCEPTS TO SUIT FACTORY LAYOUT

Bruno Pereira¹

Fernanda Cristina Pierre²

RESUMO

O mercado industrial atual mostra-se tal como nunca em uma acirrada competitividade, exigindo das organizações foco na melhoria contínua, redução de custos e prazos, mantendo e otimizando sua qualidade, para poderem destacar-se e conquistar espaço. Este artigo teve como objetivo principal demonstrar os resultados obtidos com a readequação do *layout* fabril por meio da implantação de uma esteira automatizada para movimentação de peças e componentes de sua linha de produção até sua área de tratamento e pintura. Visando agilidade de processo e manufatura enxuta melhor tempo de resposta, tomou-se como base os conceitos *Lean*, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) e suas principais ferramentas e princípios; teorias sobre *Layout*; e filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios. A empresa utilizada para o estudo de caso foi uma do ramo metalúrgico que produz peças, componentes, conjuntos e subconjuntos para setores tratoristas, agrícolas em geral. Encontrava-se carente de adequações em relação ao *Layout*, pois devido a um arranjo antigo e falho, havia muitos desperdícios com movimentação, transporte e estoques. A má distribuição do *Layout* afetava diretamente no custo da produção e prazos de atendimento, afetando outros setores chaves da empresa. O método empregado foi a apresentação de mudanças dos *Layouts*, através de um estudo que apresentou fundamentação teórica, com base em informações bibliográficas.

Palavras- chave: Desperdícios. *Layout*. Produção Enxuta.

¹ Tecnólogo em Produção Industrial – Fatec – Botucatu. E-mail: bruno.pereira@tecnaut.ind.br

² Doutora em Ciência Florestal - UNESP - Botucatu/SP Professora do curso de Produção Industrial – Fatec- Botucatu

ABSTRACT

The current industrial market has been undergoing fierce competition thus requiring from organizations focus on continuous improvement, reduction of cost and deadlines, maintenance and optimization of its qualities in order to stand out and conquer space. This paper aims at demonstrating obtained results from industrial layout readjustment through implementation of an automated mat for moving parts and components from production line to treatment and painting area. Aiming at process agility and lean manufacturing with best response time, this study based on Lean concept, also known as Toyota Production System (TPS) and its main tools and principles, on Layout theories, and on management philosophy focused on reducing the seven waste types. This case study observed a metallurgical industry that produces parts, components, assemblies and subassemblies for tractor industry and agriculture area. The studied company was not adequately adjusted in relation to layout due to old and faulty arrangement that caused loss on handling, transportation and inventory. Layout bad distribution directly affected production cost and deadlines thus affecting other important areas in the company. It was used for methodology the presentation of layout changes through a study plan, which showed theories, based on literature.

Keywords: Waste. Layout. Lean Production.

¹ Tecnólogo em Produção Industrial – Fatec – Botucatu. E-mail: bruno.pereira@tecnaut.ind.br

² Doutora em Ciência Florestal - UNESP - Botucatu/SP Professora do curso de Produção Industrial – Fatec-Botucatu

1 INTRODUÇÃO

O momento atual exige, ainda mais, das empresas foco na melhoria contínua, redução de custos e prazos, otimização e garantia de sua qualidade. Donos, investidores, equipe gerencial em si, exigem de seus subordinados mais lucro e produtividade, sobretudo nas mesmas condições existentes, em virtude da competitividade e concorrência. Um dos critérios determinantes aos resultados de toda organização, que afeta sua agilidade de processo, manufatura, tempo de resposta e qualidade é o *Layout*, pois pode interferir diretamente nas metas estabelecidas pela empresa.

Segundo Alves (1999), o ambiente empresarial caracteriza-se por uma concorrência com base no prazo e na satisfação das exigências do cliente traduzidas, frequentemente, no requisito de produtos únicos e exclusivos e entregas imediatas ou em prazos muito curtos.

Após o surgimento do novo sistema de produção da filosofia *Lean*, originado da Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP), o conceito de redução de custo e eliminação de desperdícios mudou completamente a forma de pensar em produção. Esse sistema tem como objetivo aumentar o lucro por meio de redução de custos e eliminação de desperdícios, que podem ser alcançados com a identificação e eliminação de perdas, isto é, atividades que não agregam valor ao produto (MENEGON; NAZARENO; RENTES, 2003).

Para Slack, Chambers e Johnston (2002), o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção, sendo uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua “forma” e aparência.

Segundo Werkema (2006), as principais ferramentas usadas para colocar os princípios do sistema *Lean* em prática são: Mapeamento do fluxo de valor, Métricas *Lean*, *Kaizen*, *Kanban*, Padronização, *5S*, Redução de *Setup*, *TPM (Total Productive Maintenance)*, Gestão Visual, *Poka-Yoke*. Os princípios do *Lean* são baseados em aspectos como:

- Especificação de valor: aquilo que o cliente valoriza; parte das necessidades do cliente que gera o valor e cabe à empresa satisfazê-la cobrando por isso a um preço específico.
- Identificação do fluxo de valor: consiste em análise da cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que agregam valor, aqueles que não agregam valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da

qualidade, e por fim, aqueles que não agregam valor e devem ser eliminados imediatamente.

- Criação de fluxos contínuos: deve se dar fluidez para os processos e atividades. É uma tarefa difícil, mas pode resultar em redução dos tempos de concepção do produto e processamento de pedidos, diminuição de estoque e capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente.
- Produção puxada: o fluxo contínuo permite a inversão do fluxo produtivo. As empresas não mais empurram a produção, mas sim o consumidor que a puxa, eliminando estoques e dando valor ao produto.
- Busca pela perfeição: deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos nos fluxos de valor.

Segundo Lima (2003), os sistemas de produção são, por tradição, baseados numa visão estática da estrutura do sistema, onde depois de projetados, mantêm-se inalterados por longos períodos e as mudanças importantes dar-se-ão em ciclos muito longos. Mesmo aqueles cuja estrutura se baseia na ligação entre unidades básicas, sejam elas segmentos, ilhas ou células de produção, são fundamentalmente estáticos.

O *Lean* é uma iniciativa que busca a eliminação dos desperdícios, sendo modelo de produção enxuta executado pelo STP deixada até hoje e exemplo de maior produção com cada vez menos. A sobrevivência das organizações depende da habilidade e flexibilidade visada pela produção enxuta em inovar e efetuar a melhoria contínua, portanto, definem um papel como sistema integrado, focado na identificação e eliminação de desperdícios presente na cadeia de valor de um produto (LORENZATTO; RIBEIRO, 2007).

Segundo Ohno (1997), para obter eficiência, é necessário produzir com zero desperdício e a porcentagem de trabalho em 100%, existem sete desperdícios que devem ser eliminados para aumentar a eficiência de operação: desperdício de superprodução, tempo disponível (espera), transporte, processamento, estoque, movimentação e produzir produtos defeituosos.

Layout pode ser definido como planejamento e integração dos meios que concorrem para a produção obter a mais eficiência e econômica inter-relação entre máquinas, mão-de-obra e movimentação de materiais dentro de um espaço disponível (MOURA, 2005).

Segundo Trein (2001) existem quatro tipos básicos de *Layout*. *Layout* funcional ou por processo: é obtido pelo agrupamento dos processos similares em áreas específicas, formando departamentos de processos. Assim, em uma planta com *layout* por processo, encontramos,

por exemplo, um setor de usinagem, setor de solda, setor de estamparia, entre outros. *Layout* em linha: baseado em processos sequências de peças na forma de linha. A sequência dos equipamentos obedece a sequência de operação. Além do formato em linha reta, os *layouts* podem ser dispostos no formato de “L”, “O”, “S” ou “U”. *Layout* Celular: baseados em agrupar peças para formar famílias de produto. Neste arranjo, um encadeamento de máquinas forma a célula e cada célula possui o seu próprio sistema de manuseio de materiais. *Layout* Fixo: envolve o sequenciamento e a disposição das estações ao redor do material ou produto. Geralmente utilizados para grandes montagens como aviões, navios, construção civil, geradores, turbinas, ou seja, quando o produto é volumoso e de difícil movimentação.

Luzzi (2004) afirma que o *layout* pode ser a essência da produção eficiente e sua otimização possibilita a eliminação de uma série de perdas existentes no processo produtivo, como: eliminação de horas-homem de transporte, maior rapidez no *feedback* da informação gerando melhorias nos índices de qualidade, redução do *lead time* produtivo e aumento da produtividade.

A realização de uma operação eficiente e efetiva de armazenagem depende muito da existência de um bom *layout* de armazém, que determina, tipicamente, o grau de acessibilidade ao material, os modelos de fluxo de material, os locais de áreas obstruídas, a eficiência da mão-de-obra, a segurança do pessoal e do armazém (MOURA, 2008).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os materiais utilizados para desenvolver este artigo foram computadores, internet, programas (softwares) licenciados, como Auto-Cad, SolidWorks, Multcomp, planilhas, editor de texto, trenas e cronômetros.

2.2 Métodos

Foi formada uma equipe multifuncional, composta por gerência e supervisão fabril, engenharia, Processo e Desenvolvimento, Programação e Controle da Produção (PCP), onde cada qual, dentro de sua competência e nível de atendimento, apresentou dados de relatórios semanais e mensais de produção dos itens críticos de maior demanda ou com maior impacto na qualidade no decorrer do último ano. Ficou em consenso a necessidade da contratação de uma empresa de consultoria na área de manufatura enxuta e *layout* para levantamento e

análise dos dados desses relatórios, tanto quanto uma análise das situações e condições do processo e seus micro e macro fluxos. Após uma análise quantitativa semanal e mensal (quantidade total de itens produzidos no período, colaboradores envolvidos, tempos e distâncias de movimentação; qualitativa (itens não conforme (INCs), extravio ou atraso, movimentação que de fato agregam valor), constatou-se pelos dados que as perdas estavam relacionadas a um *layout* antigo, *layout* esse que não acompanhou o crescimento e desenvolvimento da empresa e estipulou-se como tratativa a implantação de uma rampa mecânica automatizada para atender inicialmente a esses itens com maior impacto nos resultados, conclusão essa após análise de histórico de dados de controle da manufatura e a luz dos conceitos definidos na filosofia *lean*, Sistema Toyota e *layout*.

2.3 Estudo de Caso

As análises foram realizadas na empresa Tecnaut Indústria e Comércio de Metais Limitada situada em Botucatu-SP, fundada no ano de 1993 com a finalidade de atender o setor náutico, focando a partir de 1997 nas necessidades do mercado agrícola e veículos automotores. Emprega atualmente 208 funcionários, executando processos de corte a laser, estampagem, soldagem de componentes e conjuntos com tratamento de superfície, pintura a pó e KTL (*Kathodische Tauch Lackierung*) / E-Coat (*Electro Coat*).

3 RESULTADOS

3.1 Cenário antes da implantação

A preocupação com os atrasos nas entregas das peças aos clientes internos e externos levou o setor de Programação e Controle da Produção (PCP) da empresa a levantar dados para iniciar um processo de análise das causas desses atrasos, o que levou à identificação de um *layout* antigo e carente de adequações, impactando num baixo fluxo entre os setores produção e o setor de tratamento; geração de um excesso de estoque ainda dentro do processo, dificuldade na localização de peças e componentes por não estarem dentro do estoque padrão convencional (mercado interno).

Antes do desenvolvimento de projetos para a implantação da rampa, tomou-se como parâmetro e ponto de partida a causa raiz (*layout* obsoleto) inicialmente identificada pela equipe multifuncional, composta por gerência e supervisão fabril, engenharia, Processo e

Desenvolvimento, Programação e Controle da Produção (PCP), e o laudo fornecido pela empresa de consultoria na área de manufatura enxuta e *layout* com base nos dados de relatórios do último ano da empresa e cronoanálise dos micro e macro fluxos. Com base no conceito do Sistema Toyota de Produção (STP), que visa o aumento do lucro por se eliminar desperdícios, atividades que não agregam valor ao produto, vinculado aos conceitos dos sete desperdícios que devem ser eliminados para aumentar a eficiência, foram identificados inicialmente dentre os sete listados, três que tangem diretamente na tratativa do *layout* entre linhas de produção e setor de tratamento:

- Desperdícios por transporte - movimentação de materiais que não adicionam valor ao produto, devendo sempre que possível serem eliminadas pela reorganização física da fábrica.
- Desperdícios por movimentação - corresponde à movimentação ineficiente durante a execução da operação propriamente dita, podendo ser eliminada pela determinação de padrões eficientes de trabalho.
- Desperdícios de estoques - relacionados aos custos financeiros de manutenção dos estoques como a obsolescência, ou custos de oportunidade pela perda de mercado para a concorrência com menor *Lead-Time*.

3.2 Cenário após a implantação

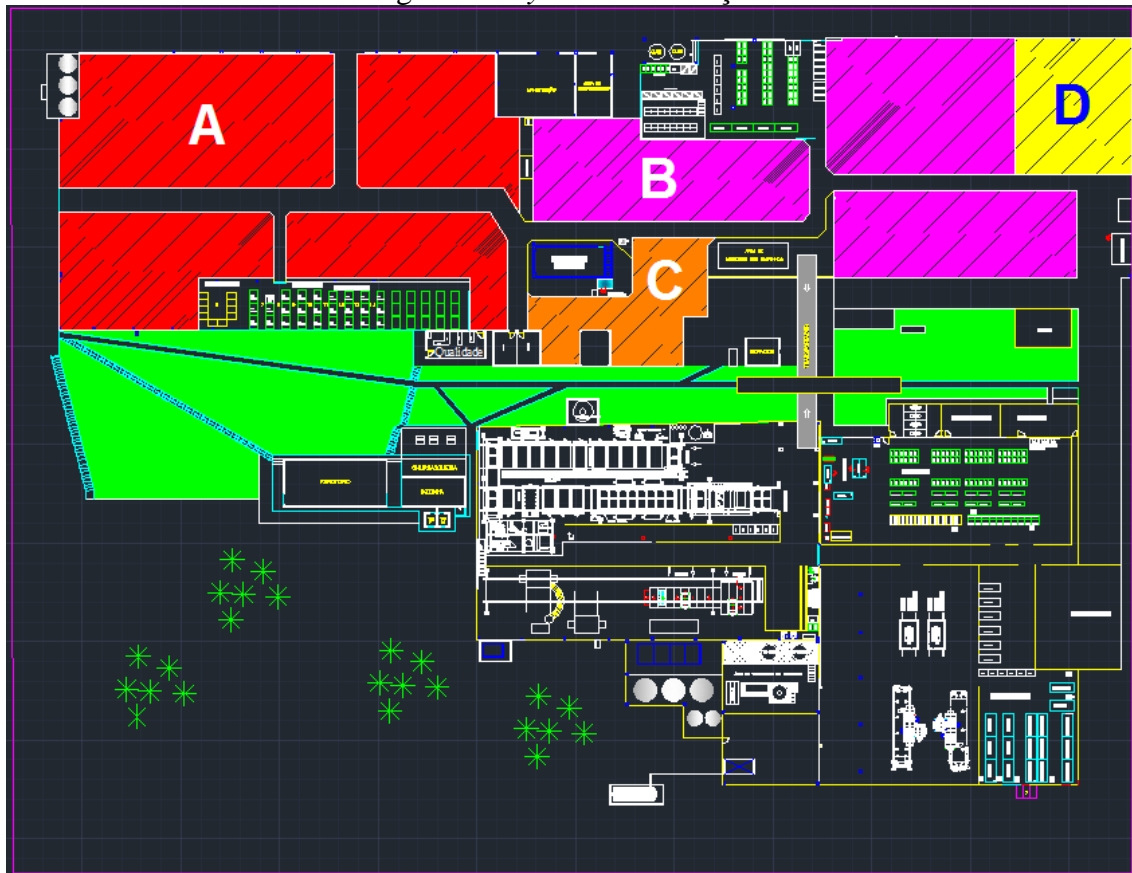
A implantação da rampa foi fiscalizada e acompanhada com a periodicidade semanal e apontamento quinzenal e mensal, pelos gestores, supervisão e liderança das áreas envolvidas (produção e tratamento), sendo colocados em indicadores gráficos de gestão à vista do sistema os resultados deste período de forma a atestar e eficácia dos investimentos. O resultado final indica que houve um aumento de mais de 50% na produtividade do setor, índice considerado satisfatório. Diante dessa primeira fase, tida como suficiente e satisfatória à diretoria e áreas envolvidas, os conceitos estudados e aplicados têm sido utilizados de modo a manter contínuos os resultados positivos.

3.3 Layouts

A Figura 01 representa todo *layout* fabril atual da empresa na qual foi desenvolvido o estudo, sendo subdivididas por cores as linhas de produção que foram atendidas pela implantação da rampa, ficando assim dispostas:

- Linha de produção A (em vermelho)
- Linha de produção B (em violeta)
- Linha de produção C (em laranja)
- Estoque D (em amarelo)
- Em cinza, identifica-se a representação da rampa. O canteiro central que divide as áreas produtivas da fábrica e suas linhas de produção, da área de tratamento e pintura que fica na parte inferior da figura.

Figura 1: Layout das Produções

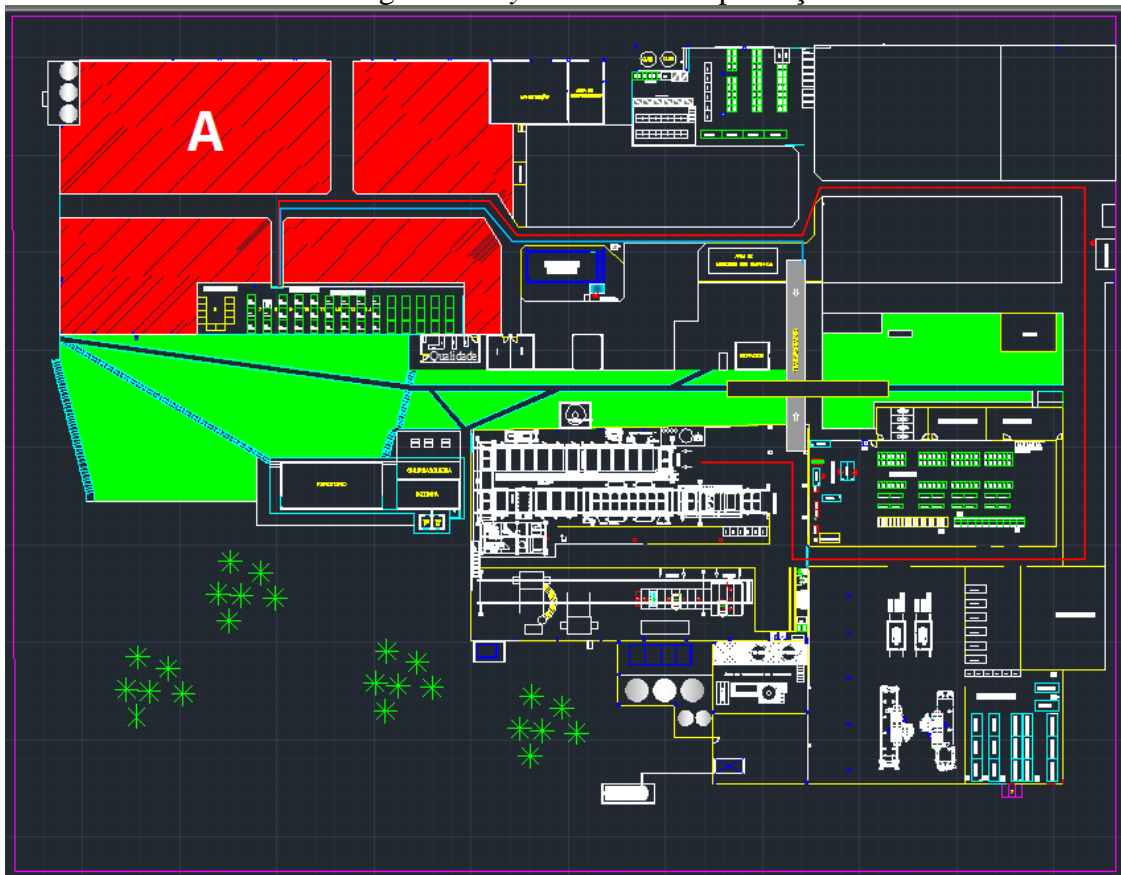


Antes da implantação, a Linha de produção A tinha um trajeto de atendimento e movimentação de aproximadamente 246,5 metros (representada pela linha vermelha), até a área de tratamento e envolvia em sua montagem e movimentação de 5 a 8 colaboradores, entre estes, auxiliares, operadores e empilhadeiras, utilizando um tempo médio de 5 a 10 minutos de movimentação com uso de empilhadeira e de 10 a 20 minutos sem seu uso (livre de chuva e intempéries naturais, haja vista o trajeto ser em área aberta e percurso com rampa), atendendo uma demanda média semanal de 4 a 10 mil peças.

Depois da implantação, representada pela linha azul, o trajeto de atendimento e movimentação passou a ser de aproximadamente 82,7 metros, entre linha de produção A e área de tratamento, envolvendo em sua montagem e movimentação de 2 a 4 colaboradores, entre estes, auxiliares e operadores e não mais necessitando de empilhadeiras. O tempo médio de movimentação, neste caso, é de 5 minutos, independente de condições do tempo, devido à cobertura, atendendo atualmente uma demanda semanal média de 8 a 15 mil peças.

A Figura 2 representa a movimentação e trajeto de peças desenvolvidas pela Linha de produção A, antes e depois da implantação da rampa.

Figura 2: *Layout* – Linha de produção A



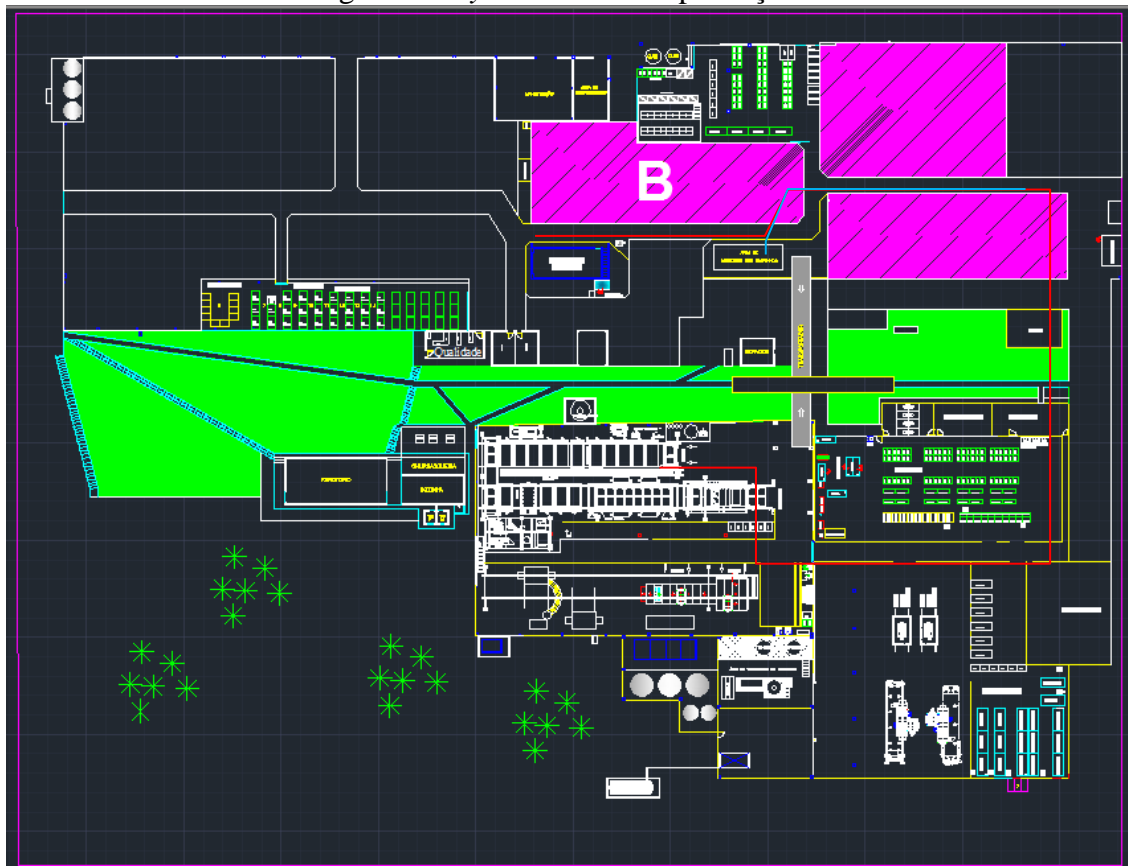
Antes da implantação, a Linha de produção B tinha um trajeto de atendimento e movimentação de aproximadamente 190,45 metros (representada pela linha vermelha), até a área de tratamento e envolvia em sua montagem e movimentação de 5 a 8 colaboradores, entre estes, auxiliares, operadores e empilhadeiristas, utilizando um tempo médio de 5 a 10 minutos de movimentação com uso de empilhadeira e de 10 a 20 minutos sem seu uso (livre

de chuva e intempéries naturais, haja vista o trajeto ser em área aberta e percurso com rampa), atendendo uma demanda média semanal de 4 a 10 mil peças.

Depois da implantação, representada pela linha azul, o trajeto de atendimento e movimentação passou a ser de aproximadamente 36,5 metros, entre Linha de produção B e área de tratamento, envolvendo em sua montagem e movimentação de 2 a 4 colaboradores, entre estes, auxiliares e operadores e não mais necessitando de empilhadeiras. O tempo médio de movimentação é de 5 minutos, independente de condições do tempo, devido ser coberta, atendendo atualmente uma demanda semanal média de 8 a 15 mil peças.

A Figura 3 representa a movimentação e trajeto de peças desenvolvidas pela Linha de produção B, antes e depois da implantação da rampa.

Figura 3: *Layout* – Linha de produção B



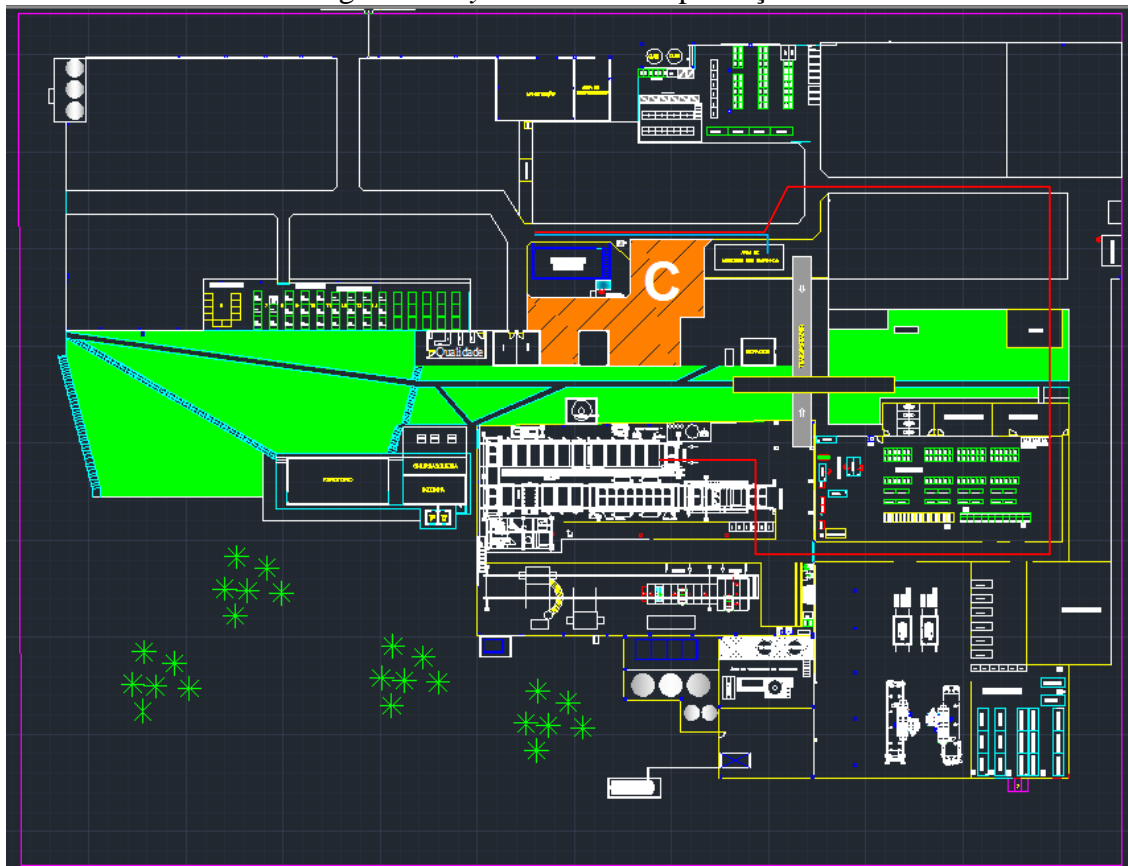
Antes da implantação, a Linha de produção C tinha um trajeto de atendimento e movimentação de aproximadamente 190,45 metros (representada pela linha vermelha), até a área de tratamento e envolvia em sua montagem e movimentação de 4 a 6 colaboradores, dentre estes, auxiliares, operadores e empilhadeiristas, utilizando um tempo médio de 5 a 10 minutos de movimentação com uso de empilhadeira e de 10 a 20 minutos sem seu uso (livre

de chuva e intempéries naturais, haja vista o trajeto ser em área aberta e percurso com rampa), atendendo uma demanda média semanal de 2 a 6 mil peças.

Depois da implantação, representada pela linha azul, o trajeto de atendimento e movimentação passou a ser de aproximadamente 22 metros, entre Linha de produção C e área de tratamento, envolvendo em sua montagem e movimentação de 2 a 3 colaboradores, entre estes, auxiliares e operadores e não mais necessitando de empilhadeiras. O tempo médio de movimentação é de 5 minutos, independente de condições do tempo, devido ser coberta, atendendo atualmente uma demanda semanal média de 4 a 8,5 mil peças.

A Figura 4 representa a movimentação e trajeto de peças desenvolvidas pela Linha de produção C, antes e depois da implantação da rampa, tendo como dados:

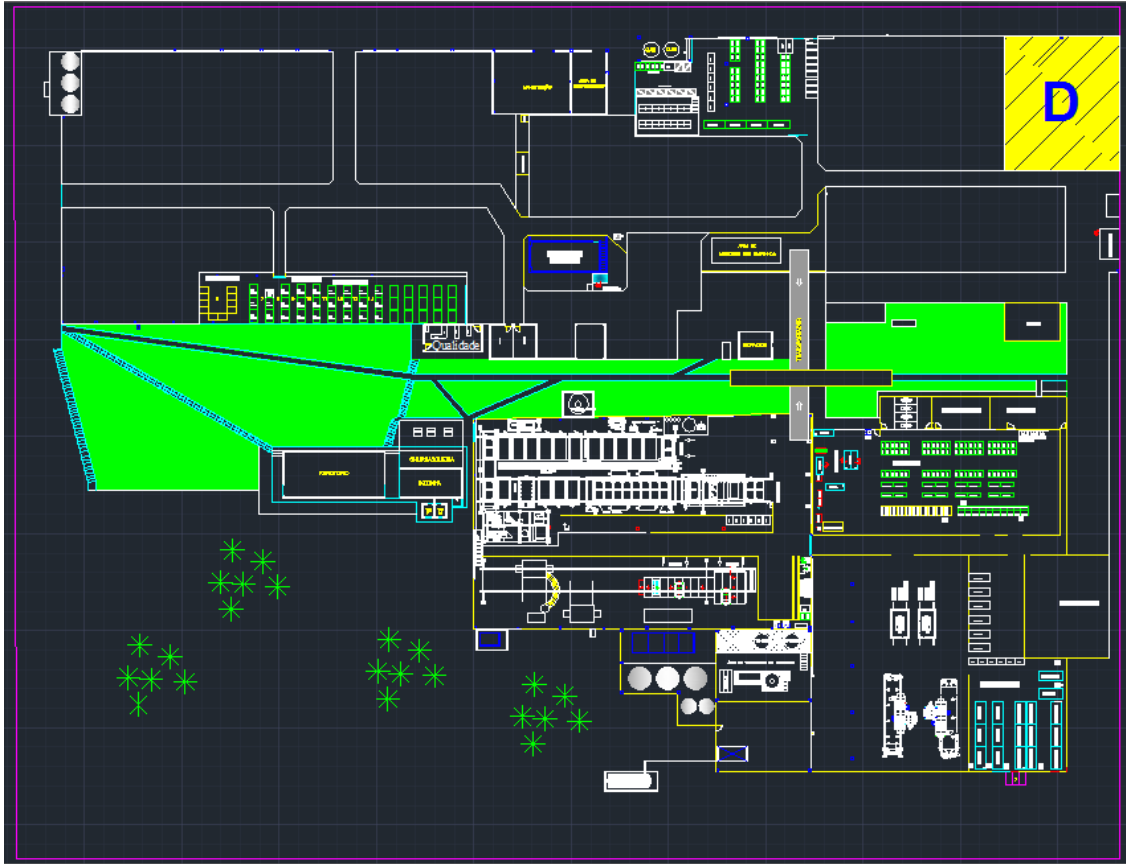
Figura 4: *Layout – Linha de produção C*



A Figura 5 representa a área de Estoque D, reservada para a estocagem e espera para liberação das peças eram condicionadas em paletes e *Skids* (carrinhos de transporte) até a disponibilidade da operação para sua montagem e manuseio, disposição e transporte da empilhadeira, ou mesmo de melhores condições climáticas. Área irregular e de improviso,

devido à falha no *layout* e a movimentação que esse exigia. Atualmente, esse estoque D não existe mais, tendo chão de fábrica livre para uso.

Figura 5: *Layout* – Estoque D



4 CONCLUSÃO

O estudo visou apresentar os resultados positivos conforme dados coletados e a análise da melhoria da eficiência operacional na fabricação de peças primárias, pelo uso dos conceitos definidos na filosofia *Lean*, Toyota e *Layout*, com o objetivo de aumentar a produtividade das peças produzidas, redução do *lead time* e da movimentação excessiva das peças e operação. O evento contou com a participação e integração de vários setores e níveis hierárquicos da empresa.

A metodologia e conceitos utilizados no estudo podem ser utilizados em qualquer tipo de organização. Cabe ressaltar que a eficiência e alcance dos objetivos são resultados de um trabalho realizado desde a alta direção até o setor operacional. A implantação não exige grande demanda de recursos financeiros e intelectuais, basta à disponibilidade parcial de

determinadas pessoas da empresa para execução da metodologia e formação da equipe, assim, os resultados serão sem dúvida, muito satisfatório.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. **Metodologia para a Concepção de Sistemas de Produção Orientados ao Produto**. Dissertação (Mestrado em Produção Integrada por Computado). Guimarães: Universidade do Minho, 1999.

LIMA, R. M. **Sistema distribuídos de produção em ambiente de produção simultânea**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas). Guimarães: Universidade do Minho, 2003.

LORENZATTO, J.T.;RIBEIRO, J. L. D. **Projeto de Layout Alinhado às Práticas de Produção Enxuta em uma Empresa Siderúrgica de Grande Porte** . In: XXVII Encontro Nac. de Eng. De Produção,2007, Foz do Iguaçu 9 f. Disponível em: <http://www.labceo.com.br/bibliografia/archive/files/2007---8_c4e2b0c64b.pdf>. Acesso em 30 Mar. 2015.

LUZZI, A. A. **Uma Abordagem para Projetos de Layout Industrial em Sistemas de Produção Enxuta: Um Estudo de Caso**. 2004. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4721/000459179.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 06 Mar. 2015.

MENEGON, D.; NAZARENO, R. R.; RENDES, A.F. **Relacionamento entredesperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta**. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. De Produção,2003, Ouro Preto 8 f. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0103_0754.pdf> . Acesso em: 03 Mar. 2015.

MOURA, Reinaldo A. **Armazenagem: Do Recebimento à Expedição em Almojarifados ou Centros de Distribuição**. 5. Ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2008. v.2.
MOURA, Reinaldo A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. 6. Ed.rev. São Paulo: Instituto IMAM, 2008. v.1.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. P. 38-40.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TREIN, F. A. **Análise e Melhoria de Layout de Processo na Indústria de Beneficiamento de Couro**. 2001. 126 f. Trabalho de conclusão do curso (Mestrado profissionalizante em Engenharia programa de pós-graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2001. Disponível

em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1790/000308359.pdf?sequence=1>>.
Acesso em: 03 Mar. 2015.

WERKEMA, C. ***Lean Seis Sigma***: Introdução as Ferramentas do *Lean Manufacturing*. 1. Ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.v. 2, 119p.