



Sandro Luis Haezel

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA PARA
OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR
METAL MECÂNICO**

Horizontina

2013

Sandro Luis Haezel

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA PARA
OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR
METAL MECÂNICO**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Prof^a – Cátia R. Felden Bartz, Mestra.

Co-ORIENTADOR: Prof^o – Vilmar Bueno da Silva, Mestre.

Horizontina

2013

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Estudo de uma proposta para:
Otimização do layout em uma indústria do setor metal mecânico”**

Elaborada por:

Sandro Luis Haezel

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

**Aprovado em: 03/12/2013
Pela Comissão Examinadora**

Mestra Cátia R. Felden Bartz
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Engenheiro Vinicius Witchak Medeiros
Engenheiro – John Deere Horizontina

Mestre Vilmar Bueno da Silva
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina
2013**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que confiaram em minha pessoa, em especial a minha esposa Deise e minha filha Alana que sempre estiveram ao meu lado apoiando a concretização deste objetivo.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar no caminho certo.

A minha esposa Deise por estar sempre a meu lado dando força mesmo nos momentos difíceis pela caminhada da formação.

A minha filha Alana Taís que tem perguntado sobre a minha ausência quando estava na faculdade.

A todos os amigos e colegas que sempre demonstraram o quanto os estudos são importantes para minha formação.

A minha orientadora professora Cátia Raquel Felden Bartz, e também ao co-orientador professor Vilmar Bueno da Silva pela dedicação de seu tempo e conhecimento para a realização deste trabalho.

A FAHOR por proporcionar os excelentes professores que possibilitaram um aprendizado neste curso na qual estarei apto a exercer e atender as necessidades do mercado na indústria moderna.

Aos colegas de trabalho que sempre estão a disposição para que o trabalho de equipe sempre seja uma grande conquista e uma ótima definição.

A empresa John Deere pela oportunidade e confiança depositado em mim para a elaboração deste trabalho, em poder desenvolver o projeto proposto.

“Você pode ter idéias brilhantes, mas se não puder levá-las adiante, elas não lhe levarão a lugar nenhum.” (Lee Iacocca)

RESUMO

As ferramentas da produção são utilizadas para auxiliar as empresas a estabelecer e definir um padrão, para que se possa fazer possíveis melhorias a partir de informações concretas. Nesse sentido, destaca-se o objetivo deste trabalho que é implementar uma proposta de otimizar a área da célula de jateamento. Elaborar um modelo apropriado da utilização do sistema de produção *Lean Manufacturing*, onde utilizou-se a filosofia “As Sete Perdas” para uma determinação dentro do ambiente fabril de grande porte. A partir da aplicação das ferramentas de produção e a definição do que tinha proposto dentro da célula, em que foi desenvolvido o presente trabalho, resultou em um ambiente de trabalho mais simples, prático e acessível a todos os níveis da organização. Desse modo, este objetivo foca, principalmente, em empresas de médio e grande porte, onde possam ser desenvolvidas melhorias com a utilização da ferramenta de apoio, que visa auxiliar e aprimorar os estudos e na identificação de problemas. Como principal resultado, foi possível identificar que, com uma combinação de diversas ferramentas, é possível auxiliar as empresas na identificação da causa raiz dos problemas bem como apresentar as possíveis soluções para o mesmo. Esse sistema foi desenvolvido para melhorar o processo e a capacidade da célula de trabalho e estudos futuros.

Palavras-chave: *Layout*. Ferramentas da Produção. Metal-Mecânico.

ABSTRACT

The production tools are used to help companies establish and define a standard, so, changing from possible improvements into specific information's. In this sense, it is emphasized that the objective of this work is to implement a proposal to optimize the cell area of Shot Blast. Elaborate an appropriate model of the use of the Lean Manufacturing tool, where was used the philosophize The Seven Losses for a determination within the large manufacturing environment. So, it is emphasized that the activities to implement necessary changes were made through the application of The Seven Losses conception. From the application of these production tool and the definition of what was proposed within the cell where the present work has resulted in an, making the work environment more simple, convenient and accessible to all levels of the organization. This way, the objective focuses mainly on medium and large where improvements can be developed using this support tool that aims to help and upgrade those studies and identification of troubles. As main results was possible to identify that with a combination of various tools is possible help companies in the identification of the root cause of the problems and possible solutions for it, the system was developed to improve the process of working cell and future studies.

Keywords: Layout. Production tools. Metal-mechanic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa da Estrutura do Sistema Toyota de Produção	19
Figura 2: Evolução rumo ao Jidoka	20
Figura 3: Os Sete tipos de Perdas	21
Figura 4: Matriz de <i>layout</i> e gráfico volume x variedade	25
Figura 5: Ciclo de Melhoria de Fabrica.....	30
Figura 6: O Ciclo se repete de forma continua.....	32
Figura 7: Gráfico Tipos de Perfis por Produto	37
Figura 8: <i>Layout</i> Processo Atual mostrando a metragem	38
Figura 9: <i>Layout</i> Processo Atual da Célula do Jato de Granalha.....	39
Figura 10: Pontos de Ponto de Uso Sequenciamento.....	41
Figura 11: Gráfico Quantidades Peças Jateadas	44
Figura 12: Incremento de Um Novo Produto	45
Figura 13: Gráfico com o incremento de peças do novo produto.....	47
Figura 14: <i>Layout</i> Proposto Conforme proposta número cinco	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação do <i>layout</i> por processo e produto.....	28
Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens nos quatro tipos de <i>layout</i>	29
Quadro 3 – Cronograma de Atividades do Evento <i>Kaizen</i>	36
Quadro 4 – Perdas Existentes no Processo do Jato de Granalha.	42
Quadro 5 – Escolha da Proposta da Nova Célula <i>Layout</i>	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos Carros Sequenciados ligados ao Jato de Granalha.....	40
Tabela 2 – Tempo nas operações do processo.	43
Tabela 3 – Custos Horas Homem x Horas Máquina	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	16
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	17
2.2.1	As Sete Perdas.....	20
2.3	LAYOUT	24
2.4	KAIZEN	29
3	METODOLOGIA	33
3.1	CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA.....	33
3.2	PLANOS DE COLETA DE DADOS	33
3.3	PLANOS DE ANÁLISE	33
3.4	INTERPRETAÇÕES DOS DADOS	34
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	35
4.1	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO	35
4.2	ANÁLISE DO LAYOUT.....	36
4.3	ANÁLISE DAS SETE PERDAS	42
4.4	PROPOSTA DE MELHORIA E BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO	45
4.5	ESTUDO DA PROPOSTA.....	45
	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual, sócio econômico, político e industrial, mostram grandes avanços para o setor agrícola, principalmente, nas empresas industriais do ramo de máquinas e implementos agrícolas. As empresas fornecedoras de matéria prima começam, também, a vivenciar necessidades de melhorias nos diferentes setores.

No que diz respeito ao fornecimento de produtos, matéria prima ou serviços a essas empresas industriais, observa-se que a melhoria nos processos e a redução dos espaços no “chão de fábrica” é um grande diferencial das empresas, portanto indispensável no cenário competitivo. Muitas indústrias do ramo metal mecânico apresentam, ou ainda vão apresentar, algum tipo de perda no seu processo produtivo por não ter recursos para implementar melhorias. Essas perdas prejudicam ou reduzem seus níveis de produtividade, como é o caso da empresa pesquisada, onde se identificou uma grande oportunidade em otimizar a célula de jateamento de peças metálicas.

Desenvolver e implementar uma proposta de melhoria no processo da célula de jateamento de peças em uma indústria do ramo metal mecânica.

Inicialmente, destaca-se que a indústria do ramo metal mecânico de máquinas e implementos agrícolas deseja otimizar a área da célula de jateamento dos materiais, a qual necessita aumentar a capacidade deste setor; tornando, assim, uma área mais produtiva. Para isso é necessário analisar o *layout* nesta célula de trabalho, otimizar a área e oportunizar uma melhoria nos processos.

A empresa, em estudo, procura minimizar as atividades em seu processo produtivo, com a melhor ocupação possível dos espaços internos e, assim oportunizar a entrada de novos processos e produtos.

Em relação ao exposto anteriormente e ao considerar as necessidades da indústria, foi definido para este trabalho de pesquisa a seguinte pergunta: A aplicação do conceito “As Sete Perdas” é eficaz na análise e melhoria de *layout*?

A importância deste trabalho, para a empresa pesquisada, é de oferecer mudanças e oportunidades de uma melhoria em seus processos com o propósito de

incrementar novos equipamentos e produtos com um maior valor agregado. Os processos produtivos precisam estar preparados para suportar estas necessidades, do crescimento pelo mercado.

Desenvolver processos eficientes é uma questão chave para o bom andamento da empresa em poder manter-se competitiva, e com isso poder aumentar sua capacidade produtiva e atender as necessidades do cliente e da operação.

A realização deste trabalho justifica-se por querer otimizar a área da célula de jateamento junto à empresa em estudo, bem como otimizar a área para aumento de sua eficiência e oportunizar o incremento de novos produtos ou processos. Em virtude disso, o acadêmico escolheu pesquisar e apresentar um projeto de *layout* com base nos conceitos *Lean Manufacturing* e utilizar a filosofia “As Sete Perdas” do Sistema Toyota de Produção (STP). A implementação desse projeto, por suas características, será possível, pois será totalmente viável para a otimização de área e introdução de novos processos, produtos e a aquisição de uma nova máquina.

Assim, destaca-se para o acadêmico e funcionário da empresa pesquisada, desenvolver um trabalho de conclusão de curso na área de manufatura de um processo produtivo, tendo à oportunidade de aplicar seus conhecimentos e habilidade do ambiente de trabalho juntamente com as teorias e ferramentas abordadas em sala de aula, podendo gerar publicações, desenvolvimento pessoal e crescimento profissional. Para o acadêmico, este trabalho será útil, pois será apresentado uma proposta para implementar uma otimização de área no processo de manufatura e ficará registrado que o engenheiro de produção é capaz de realizar trabalhos eficazes dentro dos processos produtivos da empresa.

Para as atividades do engenheiro de produção, desenvolver uma pesquisa desse gênero vai ao encontro das expectativas de aplicação e de conhecimentos na área de trabalho bem como aplicar as informações adquiridas durante os anos de graduação. Além disso, oportuniza o pesquisador apresentar a experiência no que se refere as práticas e melhorias de processo, em que busca eliminar as perdas e aumentar a capacidade e eficiência das operações na célula estudada. Dessa forma atende a demanda necessária para a fabricação de seus produtos com a mesma qualidade, produtividade, entrega e segurança em um espaço readequado para tais atividades.

O objetivo deste trabalho foi analisar o *layout* em uma indústria de máquinas e equipamentos agrícolas e melhorar a otimização do *layout* da célula do processo de jateamento de peças industriais, utilizando a filosofia “As Sete Perdas”, para padronizar o processo de jateamento de peças industriais. Como objetivos específicos definem-se:

- Aplicar a filosofia As Sete Perdas, do STP, para identificar a possibilidades de melhorias no *layout* atual;
- Propor modelos de *layout* e elaborar métricas para selecionar o modelo mais adequado;
- Analisar a eficiência da filosofia “As Sete Perdas” para analisar e avaliar as melhorias provenientes da alteração do *layout*.

O presente trabalho objetiva a definição de uma proposta de melhoria no *layout* da célula de jateamento de peças industriais, em uma empresa de grande porte do ramo de máquinas e implementos agrícolas. Através do estudo observa-se que sua organização e densidade por metragem é indesejável aos objetivos da empresa pesquisada.

A definição das melhorias foi proposta após estudo do *layout*, no qual foi utilizada a filosofia “As Sete Perdas”. Os resultados provenientes deste estudo apontam para uma alteração do *layout*, com rearranjo físico dos equipamentos e a instalação de uma nova máquina de jateamento, que possibilitará maior produtividade.

A partir desse contexto ocorreu toda formalização legal, junto à empresa, para a alteração do *layout*, uma vez que somente será implementado o projeto, ao cumprir com o cronograma de atividades elaborado pela equipe de engenharia de manufatura desta empresa, que tem como previsão abril de 2014.

O presente capítulo apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e a delimitação do trabalho, além desse capítulo, o presente trabalho é composto por mais quatro capítulos.

No capítulo dois, apresenta-se a revisão da literatura pertinente ao propósito do referido estudo, com definições a respeito de melhorias de processo, orientados pelos conceitos de *Lean Manufacturing*, redução das “Sete Perdas” e estudo de melhoria no processo atual, no qual se considera como operação crítica de primeiro grau.

No capítulo três, expõe-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. Também nesse capítulo são apresentados os planos de coleta e de análise de dados para a relação das atividades realizadas.

No capítulo quatro, são mostrados os resultados do estudo sobre a célula de jateamento de peças para melhorar os processos internos da célula na empresa pesquisada, além, é claro, da análise das atividades na situação atual e da proposta definida pelo grupo da engenharia de manufatura.

No último capítulo, apresentam-se as considerações finais sobre o estudo realizado, destacando a importância das alterações necessárias para a empresa pesquisada, através dos benefícios da implementação da melhoria proposta e a aquisição de mais um equipamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados os conceitos da manufatura enxuta, em que grandes autores são considerados e cujas referências servirão para o trabalho em questão.

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Segundo Shingo (1996), as melhorias nos métodos de produção devem iniciar pelo entendimento da Engenharia de Produção, que é uma maneira de pensar sobre como fazer as melhorias.

Um sistema de produção é um conjunto de elementos (máquinas, mão de obra, ferramentas, etc) planejados que visam à transformação de um insumo em produto. O sistema não age sozinho e isoladamente. Ele sofre influências de dentro para fora da organização, que podem afetar o seu desempenho (MOREIRA, 2000).

Um dos conceitos fundamentais da Manufatura Enxuta é a melhoria contínua (chamado de *Kaizen*), considerada a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção. O sistema de produção japonês é constituído para encorajar mudanças e aperfeiçoamentos constantes, como parte das operações diárias. Para alcançar o *Kaizen*, a gerência aproveita a experiência coletiva de todos os seus trabalhadores e valoriza a solução de problemas em conjunto.

Para Riani (2006), a Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura, cujo foco é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdício, como, por exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho, bem como tempos de espera elevados. Seus objetivos fundamentais são:

- Otimização e a Integração do sistema de manufatura: é preciso integrar todas as partes do sistema de manufatura, buscando sempre a otimização do sistema como um todo. Qualquer processo ou atividade que não agrega valor ao produto é desperdício e precisa ser eliminado. A integração e otimização de um sistema de manufatura é um processo contínuo de redução do número de etapas estanques, necessárias para completar um processo em particular;

- **Qualidade:** o sistema puxado, precisa e exige um ambiente produtivo que forneça produtos com qualidade. Por cada processo de produção devem passar produtos com qualidade para a etapa seguinte, ou seja, a qualidade deve ser assegurada ao longo de todo o processo. A Manufatura Enxuta exige que cada pessoa envolvida no processo produtivo seja educada e treinada para aceitar a responsabilidade pelo nível de qualidade do seu trabalho;
- **Flexibilidade do processo:** é minimizar os fatores de restrição na produção. Ser flexível é ter a capacidade de obter materiais rapidamente e de preparar um processo de produção em curto espaço de tempo e a custo mínimo, ou seja, é ser capaz de suportar variações na demanda;
- **Produção de acordo com a demanda:** a empresa precisa organizar sua produção de acordo com os pedidos dos clientes, pois são eles a razão de ser de uma empresa. Não faz sentido produzir o que os clientes não querem.
- **Manter o compromisso com clientes e fornecedores:** manter os compromissos é o elo final que permite que as empresas fabricantes individuais se juntem em um processo industrial contínuo. Os fornecedores, clientes e funcionários precisam de uma posição clara da alta administração de que a empresa pretende permanecer competitiva no mercado.
- **Redução do custo de produção:** é o objetivo mais evidente e factível com a implementação da Manufatura Enxuta, que declara “guerra” ao desperdício e busca de forma determinada e contínua a redução dos custos do processo de manufatura como um todo.

Para a eliminação desses desperdícios e o alcance das metas estabelecidas, a Produção Enxuta lança mão de um conjunto de técnicas e ferramentas como o *Layout Celular*, o *Kanban*, o Mapa do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*) dentre outras (RIANI, 2006).

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A crise do petróleo de 1973 abalou a indústria mundialmente e inúmeras

empresas enfrentaram os efeitos da crise e tiveram reduções consideráveis em seus rendimentos ou até mesmo decretaram falência (OHNO, 1997).

Com a *Toyoda Motor Company* não foi diferente, porém ela se destacou dentre as outras empresas no mundo todo, porque mesmo com níveis zero de crescimento, ela manteve seus rendimentos, com isso surgiram questionamentos sobre os processos desenvolvidos pela companhia, pois alguma característica interna estava fazendo com que a empresa ressurgisse em meio à crise (OHNO, 1997).

Para Ohno (1997), um diferencial entre a indústria japonesa e a americana é que os americanos buscavam reduções de custo através da produção em massa de carros com baixa variabilidade de modelos. Enquanto os japoneses defendiam que a redução seria desta forma de pensar “Nosso problema era como cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros” (OHNO, 1997).

Ohno (1997), ao relatar brevemente sobre o início do Sistema Toyota de Produção, comenta que em 1937 quando trabalhava em uma unidade de tecelagem da *Toyoda Spinning e Wearing*, ouviu uma conversa entre trabalhadores que afirmavam que eram necessários nove japoneses para fazer o trabalho de um americano.

Em complemento a este comentário, Ohno (1997), trouxe a meta imposta pelo presidente da Toyota, que, nessa mesma época, determinou um prazo de três anos para que a empresa alcançasse a produtividade dos EUA, todavia aumentar a produtividade a uma escala de nove a dez vezes em relação à produtividade atual, o que não seria uma tarefa fácil.

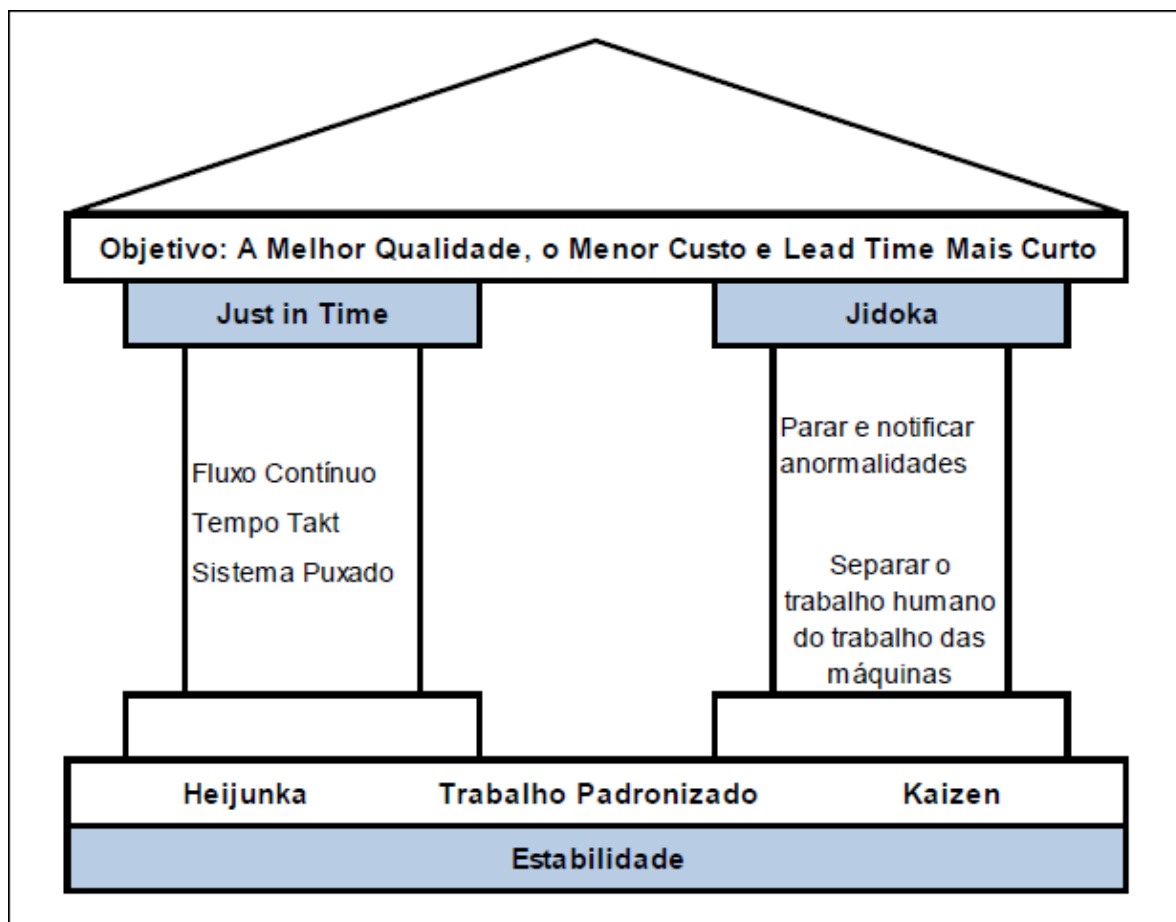
A análise dessa situação também questionava a veracidade do alto rendimento dos americanos em relação aos japoneses e trouxe uma importante reflexão aos japoneses, de que possivelmente estavam tendo alguns desperdícios (OHNO, 1997).

Shingo (1996), explica que grande parte das pessoas, quando questionadas sobre o Sistema Toyota de Produção, talvez pense apenas no *kanban*, ou em outro sistema de produção e outros ainda podem até responder que é um sistema com foco na redução total de perdas.

Shingo (1996), destaca que o Sistema Toyota de Produção é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% de *Kanban*.

“Os dois pilares do Sistema Toyota de Produção são a automação e o *just-in-time*” (OHNO, 1997).

Figura 1 – Casa da Estrutura do Sistema Toyota de Produção

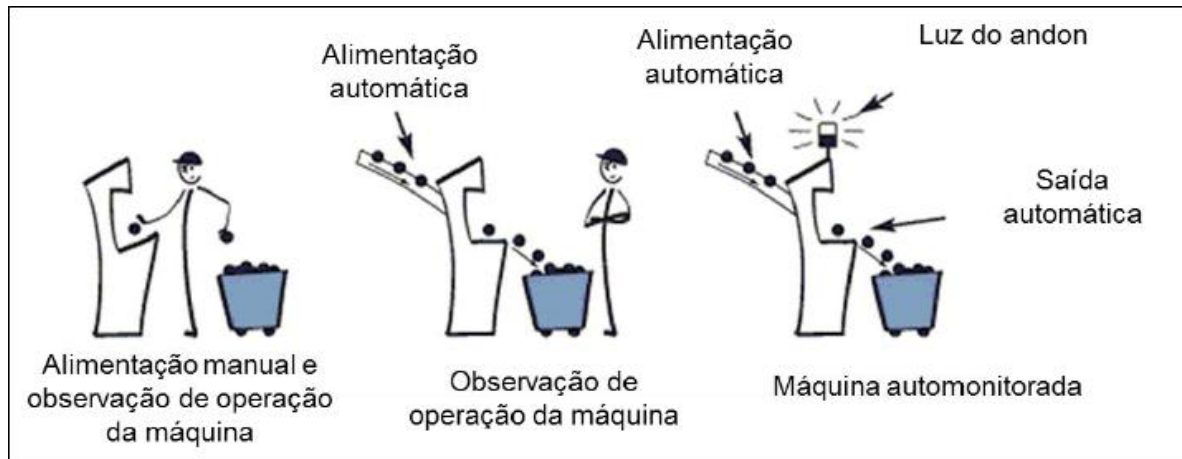


Fonte: Lei, 2003.

A automação também é conhecida como “Jidoka” ou automação inteligente, e para Ohno (1997), esse conceito teve início a partir das ideias de Toyoda Sackichi, que foi o inventor de um tear com um dispositivo que fazia a interrupção do processo imediatamente, caso um dos fios torcidos rompesse ou então se um dos fios terminasse.

Ohno (1997), complementa que esse tear foi automatizado para evitar perdas do processo, retrabalhos e defeitos, bem como sua propagação no decorrer do processo, caso venham ocorrer, fazendo com que as máquinas trabalhem para as pessoas, adicionando, dessa forma, inteligência humana às mesmas.

Figura 2 - Evolução rumo ao Jidoka



Fonte: Lei, 2003.

Slack, Chambers e Johnston (2002), ressaltam que Jidoka é a “humanização da interface entre operador e máquina”.

No entanto, para Slack, Chambers e Johnston (2002), o *just-in-time* (JIT) pode ser conceituado da seguinte maneira:

JIT, que em japonês significa no momento certo pode ser um termo bastante sugestivo para que se atente somente ao prazo de entrega, porém isso não poderia ocasionar uma superprodução nem estoques, uma vez que isso caracteriza perda para o processo (SHINGO, 1996).

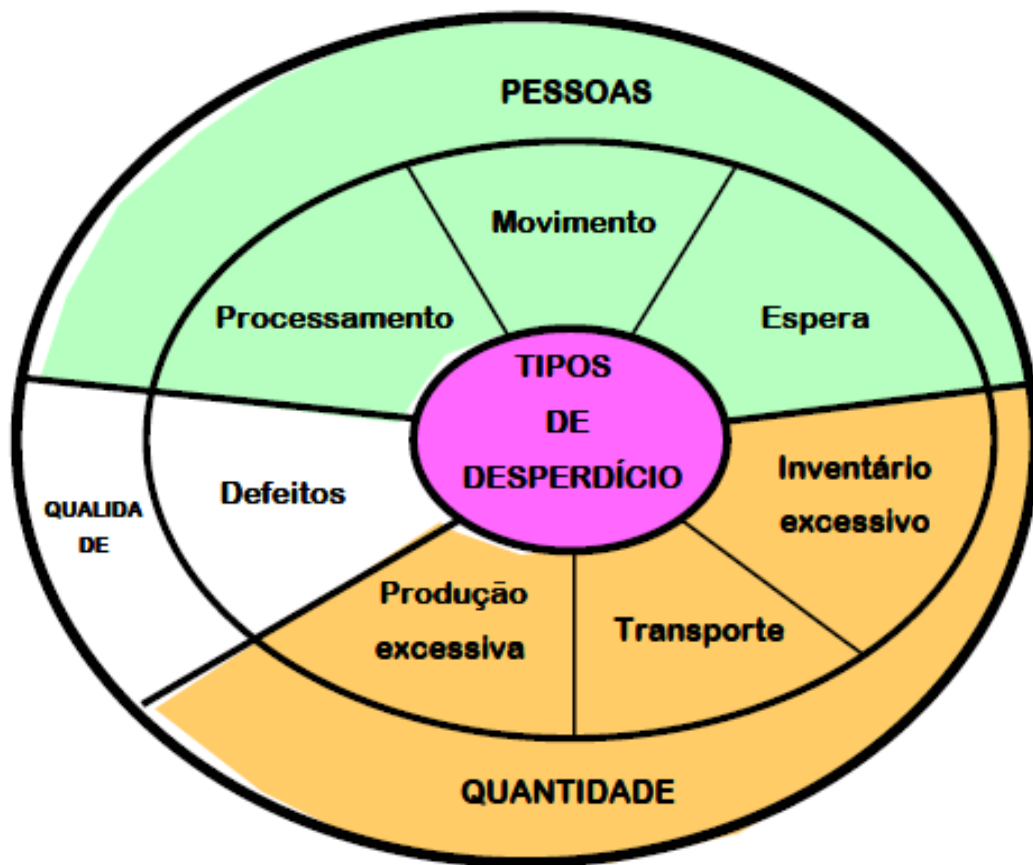
A ideia geral do JIT é realizar a produção sem necessidade de manter estoques, ou seja, os processos devem ser abastecidos com os materiais certos, nas quantidades certas e no momento exato da necessidade (SHINGO, 1996).

Em síntese o JIT possibilita otimização de recursos de capital, equipamentos e mão de obra, propiciando a entrega de produtos conforme demanda dos clientes, atendendo requisitos de qualidade e com custos reduzidos através da eliminação de qualquer atividade desnecessária (LUBBEN, 1989).

2.2.1 As Sete Perdas

Na visão de Ohno (1997), tem na visão a Produção Enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios, também denominado de perdas, existentes dentro de uma empresa.

Figura 3 - Os Sete tipos de Perdas relacionado com pessoas, quantidade e qualidade



Fonte: Ohno 1997.

Na Figura 3, têm-se os três desperdícios associados às pessoas, outros três à quantidade e um à qualidade. Logo pode-se perceber que as pessoas têm influência direta nos desperdícios de processamento, de movimento e de espera. Já os de produção excessiva, transporte e estoque excessivo estão relacionados à quantidade e os defeitos à qualidade (OHNO, 1997).

Conforme os autores Slack, Chambers e Johnston (2002), As Sete Perdas podem ser melhores entendidas a partir da apresentação abaixo:

1 - Perda por produção excessiva

O tipo de desperdício por superprodução é verificado por se produzir excessivamente ou cedo demais. Isso geralmente ocorre devido a problemas e restrições do processo produtivo, tais como:

- a) preparação de equipamentos com tempos elevados;

- b) confiabilidade de equipamentos;
- c) falta de coordenação entre a demanda e a produção;
- d) grandes distâncias a percorrer com o material.

Como resultado, acaba-se adotando a produção em grandes lotes e dessa forma os defeitos não são detectados de forma rápida.

Todos os problemas citados acima irão gerar os outros tipos de desperdício que, de certa forma, estão encobertos pela superprodução.

Produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de desperdício, de acordo com a Toyota.

2 - Perda por espera

Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, formação de filas, bem como em *lead times* longos.

A maioria das empresas está consciente de que o tempo de espera constitui uma fonte de desperdício e por isso eliminá-lo é de vital importância.

Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns e são largamente utilizadas para avaliar os tempos de esperas de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Menos óbvio é o montante de tempo de espera de materiais que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.

A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação deste tipo de desperdício.

3 - Perda por transporte

Movimento excessivo de pessoas ou peças resultando em desperdícios de tempo e recursos respectivamente.

A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo não agrega valor. Mudanças no arranjo físico que aproximam os estágios do processo, aprimoramento nos métodos de transporte e na organização no local de trabalho podem reduzir os desperdícios.

4 - Perda por processamento

No próprio processamento de produtos, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim; podendo, portanto, serem eliminadas.

Esse tipo de desperdício também pode ser encontrado quando há uma escolha equivocada de um conjunto de ferramentas ou procedimentos que deve ser utilizado em alguma atividade.

Para conseguir otimizá-la, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessárias para produzir determinado produto.

5 - Perda por inventário excessivo

O desperdício por espera ocorre devido ao armazenamento excessivo de produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente, além de utilizar espaço que poderia estar sendo aproveitado de maneira efetiva.

A redução dos desperdícios de estoque deve ser realizada através da eliminação de suas causas geradoras. Isto pode ser feito, reduzindo-se as causas que levam à maioria dos desperdícios, que são: tempos elevados para preparação de máquinas, falta de sincronização entre os fluxos de trabalho, flutuações de demanda, confiabilidade das máquinas e garantia da qualidade dos processos.

Dentro da filosofia JIT, todo estoque torna-se alvo para eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques pela eliminação de suas causas.

6 - Perda por movimento

Um operador pode parecer ocupado, mas algumas vezes nenhum valor está sendo agregado pelo trabalhador. A simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução do desperdício de movimentação.

Outra possível causa para essa fonte de desperdício é a desorganização do ambiente de trabalho, levando à movimentação desnecessária, tanto de material quanto de funcionários.

Algumas de suas consequências poderão ser a baixa performance dos aspectos ergonômicos, que prejudica a saúde e a eficiência do funcionário e a perda frequente de itens devido ao excesso de manuseio.

7 - Perda por produzir itens/produtos defeituosos

A última "Perda" significa desperdiçar materiais; disponibilidade de mão de obra e de equipamentos; movimentação e armazenamento de materiais defeituosos; inspeção de produtos; entre outros.

O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas. Os custos totais da qualidade são muito maiores do que tradicionalmente têm sido considerados, sendo, portanto mais importante atacar as causas de tais custos.

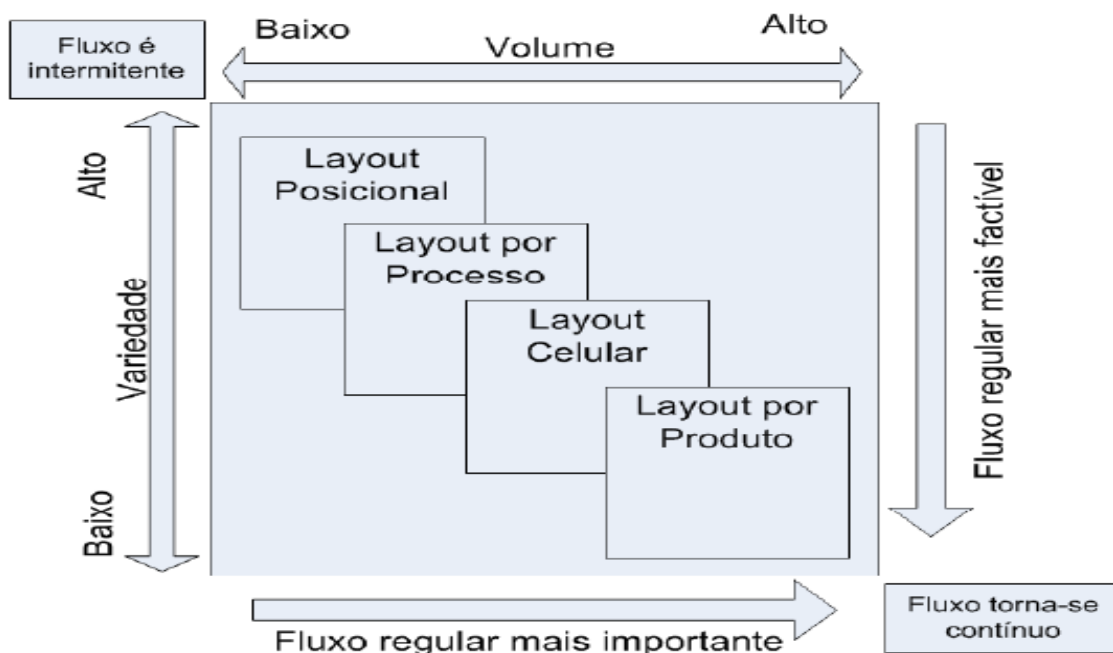
2.3 LAYOUT

Corrêa e Corrêa (2006), afirmam que o tipo básico de arranjo físico é a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação. E isso deriva em apenas quatro tipos básicos:

- a. Posicional;
- b. Por processo;
- c. Celular;
- d. Por produto.

A relação entre os tipos não é totalmente determinística, um tipo de processo não necessariamente implica em tipo básico de *layout*. Um arranjo pode ter e adotar diferentes tipos básicos de arranjo físico ou *layout* resultando em um *layout* híbrido (LIMA J, 2008).

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2002), de todas as características dos vários tipos básicos de *layout*, talvez a mais significativa seja a implicação dos custos unitários na escolha do tipo de *layout*. Isso pode ser mais bem entendido com base na distinção entre as repercussões sobre os elementos de custo fixo e variável ao se adotarem os diversos tipos básicos de *layout*.

Figura 4 - Matriz de *layout* e gráfico volume x variedade

Fonte: Slack (2002).

Para qualquer produto ou serviço, o custo fixo de se estabelecer um *layout* posicional é relativamente baixo quando comparado com qualquer outra forma de se produzir os mesmos produtos ou serviços. Entretanto, os custos variáveis de se produzir cada produto ou serviço particular são relativamente altos quando comparados a qualquer outro tipo de *layout*, segundo (LIMA J. 2008).

a) - *Layout* Posicional

Ainda Lima J. (2008), *layout* posicional ou por posição física é a denominação do *layout* em um processo produtivo em que os materiais, informações ou clientes fluem em volta do bem beneficiado. É de certa forma, uma contradição em termos já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Isso se deve ao fato em que o manufaturado, por vezes, pode possuir grande dimensão impossibilitando o seu manejo e transporte, ou por ser uma operação muito delicada.

Um exemplo clássico é a construção de um edifício. O mesmo permanece fixo enquanto seus materiais e mão de obra circulam em volta no processamento. Um dos problemas encontrados para essa operação são limitações quanto:

- a. Ao espaço para execução das atividades;
- b. A logística de transporte e armazenamento de materiais;
- c. Ao controle do fluxo de subcontratados como equipamentos e mão de obra;

d. A minimização dos movimentos e sua verticalização.

Para Chase, Jacobs e Aquilano (2006), a eficácia de um arranjo físico como este, está ligada a programação de acesso ao espaço e a confiabilidade das entregas de materiais. Por ventura pode se admitir ao longo do tempo de manufatura a intervenção da supervisão promovendo mudanças de suas características a fim de atender demandas de tempo e outros objetivos.

b) - *Layout* por processo

As necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo de manufatura denominam a decisão sobre o arranjo físico por processo. Nesse tipo de *layout* os processos similares ou com necessidades semelhantes são agrupados e alocados juntos. É um tipo de arranjo que pode ficar bastante complexo à medida que temos muitos processos em muitos produtos, conforme (LIMA J, 2008).

O autor ainda afirma que pode se exemplificar com uma manufatura de usinagem de peças utilizadas em automotores, onde se tem áreas separadas dedicadas a um tipo de processo. Nesta manufatura existem alguns beneficiamentos que exigem ambientes especiais para a execução, como por exemplo, uma área de solda de onde resultam gases. Já em processos com máquina ferramenta, necessita-se de operadores e um estoque para ferramentais.

É dito por Corrêa e Corrêa (2006), que um *layout* para fluxos que passam pelos setores são muito variados e que ocorrem intermitentemente. Uma característica é ter diferentes roteiros de produtos na manufatura, tornando o *layout* bastante flexível. Mas com volumes de produtos mais intensos, faz-se com que os fluxos de manufatura se cruzem, diminuindo a eficiência e aumentando o tempo de atravessamento dos fluxos. Esse é um *trade-off* presente nesse tipo de *layout* que privilegia a flexibilidade dos fluxos, permite, por exemplo, que - independentemente da preferência ou necessidade do cliente - percorrer diferentes trajetos, mais longos ou mais curtos, onde todos possam ser acomodados.

Lima J. (2008), afirma que o desafio nas decisões sobre o *layout* de processos é procurar arranjar a posição relativa e as áreas de cada setor, de forma a aproximar setores que tenham fluxos intensos entre si.

c) - *Layout* Celular

Para Slack, Chambers e Harrison (2002), células representam um compromisso entre a flexibilidade do *layout* por processo e a simplicidade do *layout*

por produto. Já Chase, Jacobs e Aquilano (2006), o *layout* de tecnologia de grupo, ou celular, aloca máquinas diferentes em células para trabalhar em produtos que tem formatos e requisitos similares de processamento; também denominados simplesmente por TG (*Technology Groups*) são amplamente difundidos hoje em dia na fabricação de metal, chips para computadores e em trabalhos de montagem. O objetivo geral é obter as vantagens do *layout* de produto em produções do tipo “*job-shop*” ou por processo. Benefícios do *layout* celular que podem ser citados:

- Melhores relações humanas: As células ou TG's consistem em poucos trabalhadores que formam uma pequena equipe de trabalho; que produz unidades completas de trabalho.
- Melhores habilidades dos operadores: os trabalhadores vêem apenas um número limitado de peças diferentes em um ciclo finito de produção, portanto a repetição significa uma aprendizagem rápida.
- Menos estoque em processo e manuseio de materiais: a célula combina vários estágios de produção, portanto menos peças percorrem a área industrial.
- “*Setup*” mais rápido para a produção: menos setup significa uma redução na aparelhagem de ferramentas e, assim, mudanças rápidas do ferramental.

Para Slack, Chambers e Harrison (2002), a natureza das células pode ser descrita examinando-se a quantidade de recursos diretos e indiretos alocados dentro da célula. Para o tipo de *layout*, recursos diretos são aqueles que transformam o material ou informação diretamente e os indiretos apóiam os diretos na sua execução.

d) - *Layout* por Produto

Este tipo de *layout* chama-se “por produto” porque a lógica usada para arranjar a posição relativa dos recursos é a seqüência das etapas dos processos de agregação de valor. Para Slack, Chambers e Harrison (2002), isso é vantajoso quando se possui um alto volume de produtos com características iguais ou semelhantes. Chase, Jacobs e Aquilano (2006), afirmam que esse *layout* também é denominado *layout* em linha (*flowshop*) e é arranjado de forma a conformar-se ao máximo possível às necessidades de processamento do produto ou serviço produzido.

Segundo Slack, Chambers e Harrison (2002), a natureza da decisão neste tipo de *layout* muda um pouco. Em outros *layouts* a decisão é do tipo “onde localizar o quê?” e neste arranjo a decisão é mais sobre “o quê localizar e onde?”, pois em geral a decisão sobre a localização está tomada e, então, as tarefas são alocadas conforme localização decidida.

Em um conceito paralelo para Slack, Chambers e Harrison (2002), pode se definir que existe nos *layouts* certo nível de conexão entre as diferentes etapas do processo agregador de valor. Esta conexão é alta em linhas de montagem, mas chega ao seu máximo em operações que trabalham com processos de fluxos contínuos, como por exemplo, em petroquímicas e em fábricas de papel. Neste tipo de fabricação o tempo de transporte é minimizado ao máximo, o que traz uma máxima eficiência. Qualquer alteração do roteiro produtivo torna-se impossível ou muito difícil de ser feita normalmente. Chega se assim a um *trade-off* envolvido neste tipo de *layout*, onde se privilegia a eficiência, sendo em consequência menos flexível. No Quadro 1 temos uma comparação entre *layouts* de processo e por produto.

Quadro - 1 Comparação do *layout* por processo e produto

Atividades	Layout por processo	Layout por produto
Lógica	Recursos agrupados por função	Recursos arranjados seqüencialmente
Tipo de processo	Por tarefa	Linha (manual ou automática)
Tipo de processo	Por lote ou batelada	Fluxo contínuo
Fluxo processado	Intermitente, variável	Contínuo
Volumes por produto	Baixos	Altos
Variedade dos produtos	Alta	Baixa
Decisão do <i>layout</i>	Localização dos recursos	Balanceamento de linhas
Estoque em processo	Alto	Baixo
Sincronização entre etapas	Difícil	Fácil
Identificação de gargalos	Mais difícil	Mais fácil
Distâncias percorridas	Longas	Curtas
% de tempo agregando valor	Baixa	Alta
Espaço requerido	Grande	Pequeno
Natureza geral dos recursos	Mais polivalentes	Dedicados
Custos com manuseio de materiais	Mais altos	Mais baixos
Critério competitivo priorizado	Flexibilidade	Custo, velocidade

Fonte: Corrêa e Corrêa 2006.

Alguns autores como Corrêa e Corrêa (2006), simplificam as desvantagens e vantagens de cada tipo de *layout* em uma síntese que auxilia na escolha do *layout* apropriado ao planejamento conforme ilustra a Quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens nos quatro tipos de *layout*

	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Flexibilidade muito alta de mix e produto. Produto ou cliente não movido ou perturbado. Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra.	Custos unitários muito altos. Programação de espaço ou atividades pode ser complexa. Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra.
Processo	Alta flexibilidade de mix e produto. Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas. Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil.	Baixa utilização de recursos. Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes. Fluxo complexo pode ser difícil de controlar.
Celular	Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta. Atravessamento rápido. Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação.	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual. Pode requerer capacidade adicional. Pode reduzir níveis de utilização de recursos.
Produto	Baixo custos unitários para altos volumes. Dá oportunidade para especialização de equipamento. Movimentação conveniente de clientes e materiais.	Pode ter baixa flexibilidade de mix. Não muito robusto contra interrupções. Trabalho pode ser repetitivo.

Fonte: Slack (2002).

Há algumas ferramentas empregadas para a avaliação de propostas de *layout*, entre as principais está a Análise de Fatores Ponderados. Para Lee (1998), esta análise resulta de uma decisão baseada na combinação de vários fatores, tanto quantitativa como qualitativos

2.4 KAIZEN

De acordo com Imai (1997), *Kaizen* é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua. E foi um dos caminhos tomados, principalmente, pelas empresas japonesas, para assegurar a sobrevivência das mesmas num mercado altamente competitivo.

Mesquita (2001), relata que *Kaizen* é um termo bastante divulgado e conhecido, inclusive sua definição de que é uma melhoria envolvendo todos na organização – tanto na administração quanto chão de fábrica – gerando

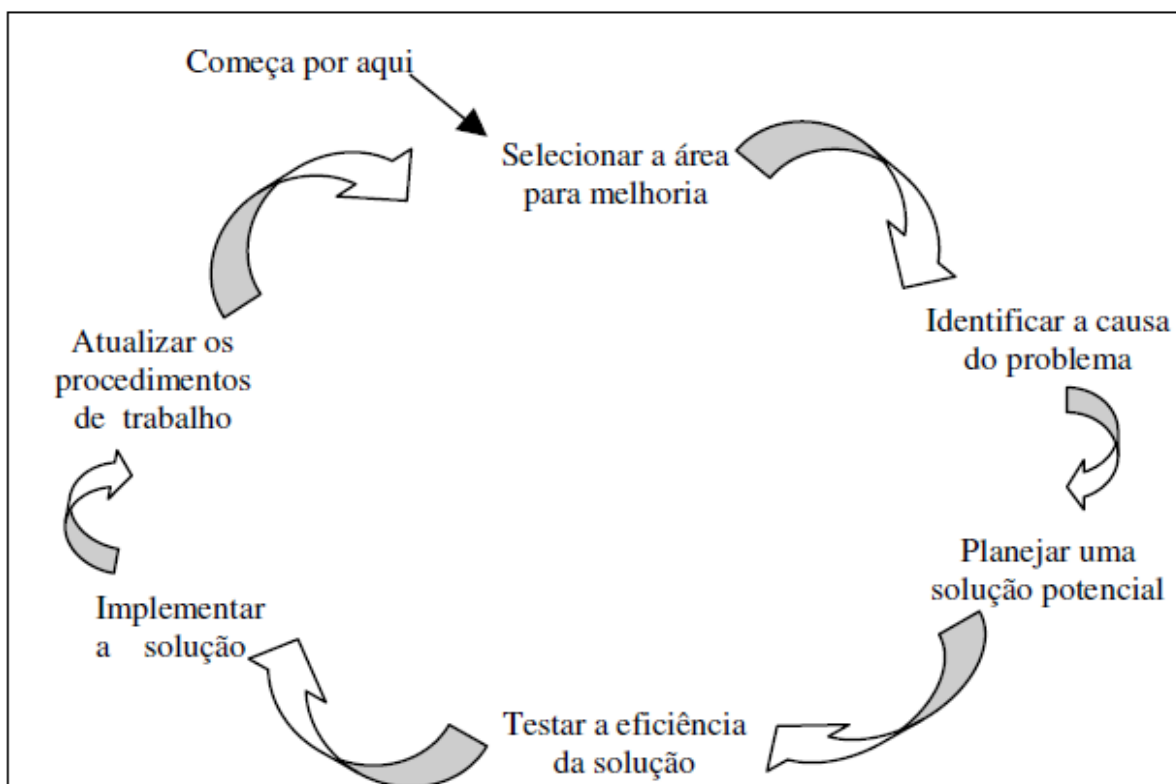
relativamente pouco gasto. Essa filosofia dita que nossa forma de viver – tanto no trabalho, quanto na vida social e em casa – deve ser focada em esforços contínuos de melhoria.

Imai (1997), acredita que essa filosofia já está enraizada na cultura japonesa, e que isso possa ter contribuído para o sucesso competitivo japonês. Porém, segundo ele, qualquer empresa, não importando sua nacionalidade, pode estar apta a se beneficiar com o *Kaizen*.

Autores como Keen (2003) e Hohmann (2002), reafirmam que *Kaizen* é uma técnica que envolve todas as pessoas de todos os níveis hierárquicos, no sentido de repensar os processos produtivos em favor do aumento de produtividade, diminuição de inventário, aumento de qualidade e maior segurança dos funcionários.

Com base na afirmativa anterior, o *Kaizen* pode contribuir com a redução do nível de inventário, pois o ponto de partida para se realizar o *Kaizen*, é a descoberta de um problema.

Figura 5 – Ciclo de Melhoria de Fábrica



Fonte: Adaptado de Standard e Davis (1999).

Segundo Braga (2003), os grupos orientados para os trabalhos dentro da metodologia *Kaizen* são compostos por poucas pessoas, que estabelecem como objetivo melhorar os métodos atuais de trabalho ou resolver problemas específicos. Direcionam, na maioria das vezes, seus esforços para uma melhoria de seus postos de trabalho e recursos, buscando a redução de custos e eliminação de desperdícios. Com o envolvimento dos funcionários na melhoria alcançada, após a definição dos objetivos estabelecidos, torna-se mais fácil o seguimento dos padrões determinados.

Imai (1997), afirma que apesar do *Kaizen* pregar melhorias pequenas e incrementais, traz resultados dramáticos ao longo do tempo. Assim, o autor estabelece uma comparação entre inovação e o *Kaizen*. Enquanto o primeiro é dramático, feito de uma só vez, gerando resultados frequentemente problemáticos; o segundo é contínuo, baseado em um senso comum e abordagens de baixo custo, com pouco risco, podendo-se voltar atrás caso ocorra algum problema. Verifica-se que em ambos é necessária a existência de um referencial capaz de identificar a melhoria, ou seja, um indicador.

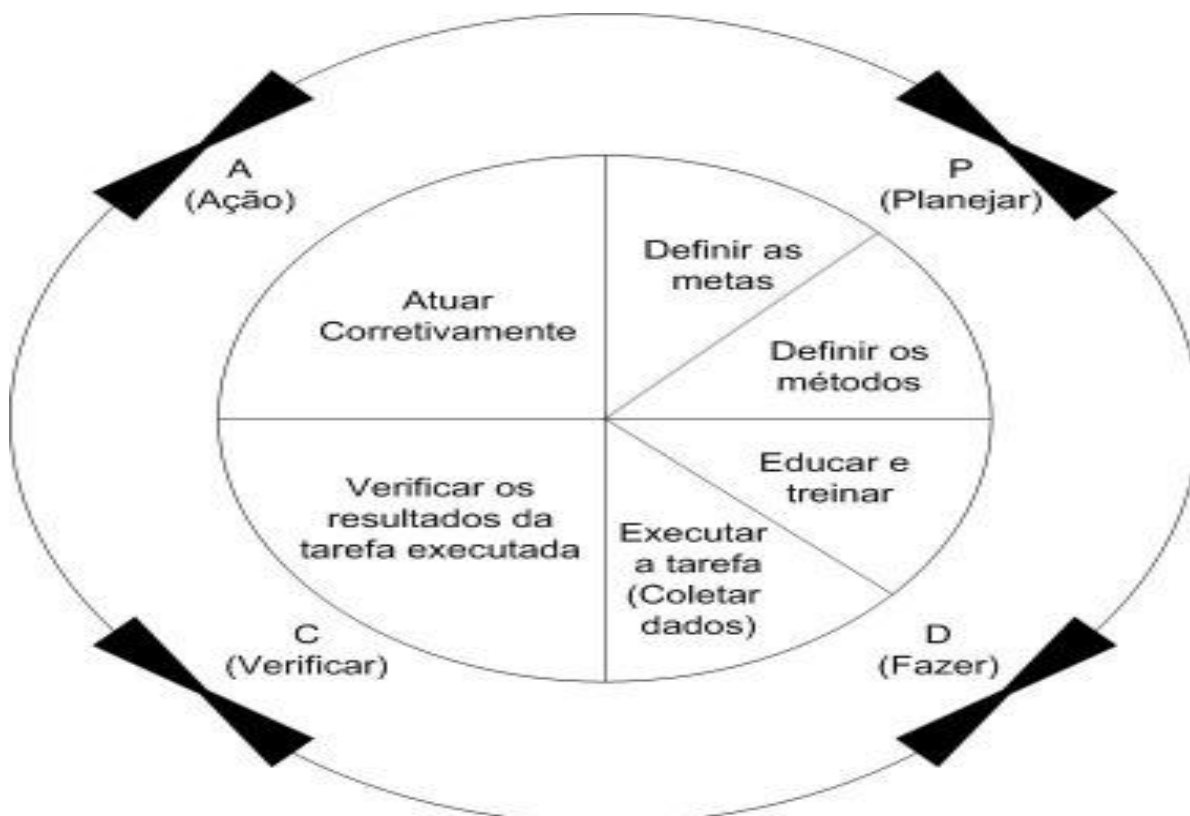
De acordo com Siqueira (2005), melhoria contínua é um método que tem um fluxo de valor ou um processo individual, com o objetivo de agregar mais valor com menos desperdício. *Kaizen* é uma palavra japonesa, na qual *Kai* significa mudança, e *Zen* significa para melhor. Mais especificamente, *kaizen* são pequenos melhoramentos feitos no *status*, como resultados dos esforços contínuos, diferenciando-o dos melhoramentos drásticos resultantes de grandes investimentos, os quais caracterizam a inovação.

Um ciclo do *Kaizen*, ou Ciclo PDCA é composto por quatro fases conforme salientado pelo autor:

- Planejar (*Plan*): estabelecer metas sobre os itens de controle e estabelecer a maneira para atingí-las;
- Executar (*Do*): executar as tarefas planejadas e coletar dados para verificação do processo;
- Verificar (*Check*): comparar os dados apurados na etapa anterior com a meta planejada;
- Atuar corretivamente (*Action*): atuar no sentido de corrigir os desvios encontrados, de forma que o problema não volte a ocorrer.

Isto vai ao encontro do que é sugerido por Campos (1992), que afirma que “o ciclo PDCA de controle pode ser utilizado para manter e melhorar as diretrizes de controle de um processo”.

Figura 6 – O Ciclo se repete de forma contínua



Fonte: Adaptado de Campos, 1992.

Além da abordagem sistemática dos métodos de *Gemba Kaizen*, é de fundamental importância para o sucesso dos mesmos que haja um envolvimento de todos da organização, desde os operadores até a diretoria. Desta forma, todos estarão comprometidos com a melhoria contínua e será mais fácil incorporar isso à cultura da empresa. Além de que as pessoas se sentirão mais dispostas a seguir os novos padrões e melhorias por elas mesmas propostas (IMAI, 1996).

3 METODOLOGIA

O conhecimento é o processo pelo qual as pessoas deduzem, assimilam e depois expressam o que foi analisado, mostrando suas conclusões sobre o objeto de estudo, tendo a pesquisa como a atividade predominante na metodologia. Assim, de acordo com Deslandes (1996), metodologia é uma parte complexa e deve requerer maior cuidado do pesquisador. Mais que uma descrição formal dos métodos e técnicas a serem utilizadas, indica as opções e a leitura operacional que o pesquisador fez do quadro teórico.

Estudar o processo pelo qual as pessoas pensam, concluem e depois expressam o que será analisado, mostra as conclusões sobre o objeto de estudo, tendo a pesquisa como a atividade principal na metodologia. Assim, de acordo com Deslandes (1996), metodologia é uma parte complexa e deve requerer maior cuidado do pesquisador.

3.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho tem como procedimento técnico, um estudo de caso, pois de acordo com Yin (2001), foca em uma situação atual inserida em um contexto da vida real. A aplicação de um planejamento de *Layout* em uma instalação de uma empresa industrial do ramo de máquinas e implementos agrícolas.

3.2 PLANOS DE COLETA DE DADOS

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca da metodologia de planejamento de *layout* escolhida, com o objetivo de aprofundar mais o assunto. Após foram coletado dados e informações da área em estudo, tendo como referência documentos e observações *in loco* e tático na sequência aplicado a filosofia “As Sete Perdas”.

3.3 PLANOS DE ANÁLISE

Após a coleta de dados, será realizada análise da filosofia “As Sete Perdas”

que compõe o método de planejamento escolhido, a fim de encontrar a melhor proposta de *layout* para atender a otimização deste trabalho que está baseado em fatores quantitativos e qualitativos da área em estudo.

3.4 INTERPRETAÇÕES DOS DADOS

O estudo será organizado através das seguintes fases de atividades descritas abaixo:

- Levantar informação sobre os produtos, volumes de estoques;
- Analise de processos produtivos existentes;
- Dimensões e analise de espaço físico;
- Aplicação do planejamento do *layout*;
- Analise do fluxo de materiais;
- Levantar as limitações ao planejamento de espaço.
- Descrever o projeto e a proposta.

O presente trabalho se caracteriza como pesquisa de estudo de caso, uma vez que o pesquisador participará de todas as fases da pesquisa, tanto na sua elaboração como no desenvolvimento das etapas de implantação da solução do problema levantado, o que oportunizará junto à empresa uma melhoria no seu ambiente de trabalho da célula em questão.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A apresentação e análise dos resultados foram aplicadas com base nos conceitos estudados na literatura, a elaboração e as melhorias no processo da célula de jateamento de peças. Na sequência serão mostrados os resultados obtidos com a elaboração de minimização da célula para a colocação de uma nova máquina e um incremento de novas peças a serem jateadas.

Partindo deste cenário, observa-se que existe uma oportunidade de melhoria, pois através das análises e pesquisas realizadas, foi notável que a máquina atual é um equipamento crítico dentro do processo operacional.

4.1 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO

Neste contexto procura-se mostrar o trabalho realizado na atividade de jateamento de peças. Esta atividade nada mais é do que um processo de remover partes contaminantes como oxidação, graxos e carepas das peças conhecidas como tubos e chapas planas processadas. A empresa contém somente uma máquina neste ramo, tornando assim restrita para a atividade exercida. No auge da produção, são jateados pela máquina, a quantia de 800 toneladas de aço por mês, sendo destas 70% tubos e 30% chapas. O tamanho das peças varia de acordo com seus perfis - podem variar em seu comprimento, menores de 35mm até as maiores chegando em 10700mm; com uma variação de peso de 0,5 Kg até 600 Kg.

No decorrer deste trabalho, evidenciou-se que existem muitas perdas em seu processo. Associando o cenário atual com uma oportunidade para otimizar a célula e dar mais espaço a outros novos produtos, partiu-se para atividades de melhorias realizadas em um time multifuncional.

As primeiras análises foram realizadas devido à necessidade de incremento de produtos novos. Nessa oportunidade se fez um estudo de capacidade do equipamento em atender a demanda prevista. Logo foi notável que seria desafiador e arriscado produzir produtos desse ramo com um equipamento único, crítico e autodestrutivo.

Para a elaboração do plano de trabalho, foi formado um grupo multifuncional que aplicou a filosofia *Kaizen*. Na elaboração e aplicação dos conceitos desta ferramenta, foi elaborado um cronograma sobre as atividades a serem realizadas. O

objetivo deste trabalho foi listar as oportunidades de melhoria levantadas pelo grupo formado.

Quadro 3 - Cronograma de Atividades do Evento *Kaizen*

	Atividade	Membro/Área	Lider/Função
Primeiro Dia	Apresentação da área	Engenharia Manufatura	Supervisor Engenharia
	Apresentação dos objetivos	Operador de Máquina	Supervisor Manufatura
	Apresentação dos participantes	Técnico de Manutenção	Supervisor Manutenção
	Definição dos grupos de trabalho		
	Acompanhamento da produção	Segurança	Supervisor Segurança
	Tomar nota das possíveis falhas	Engenharia Manutenção	Supervisor Manutenção
Segundo Dia	Apresentação potenciais falhas	Supervisor Manutenção	Gerente Manutenção
	Definição projetos x Causa-raiz		
	Desenvolvimento das soluções	Supervisor Manufatura	Gerente Manufatura
	Implementação das soluções	Coordenador CI	Gerente Manutenção Geral
Terceiro Dia	Cálculo resultados obtidos RPN	Evento realizado nos dias 13 à 15 de Maio de 2013.	
	Foto das melhorias implantadas		
	Fechamento do evento		

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

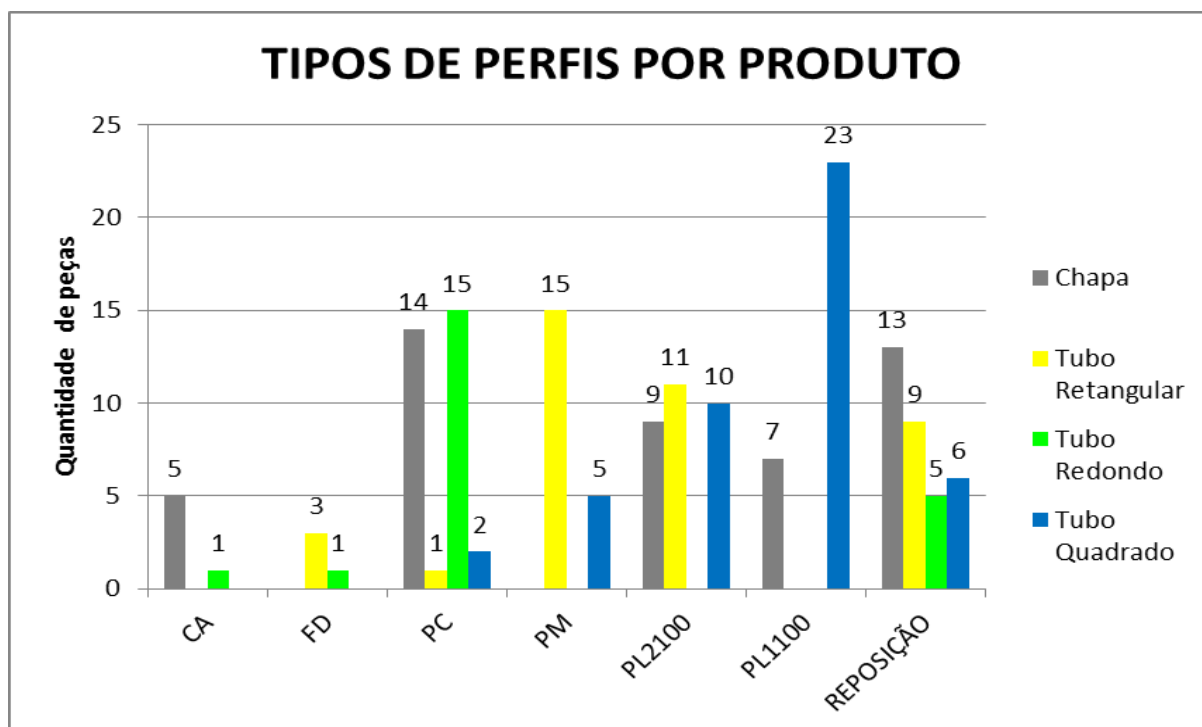
Resumindo as atividades do evento *Kaizen*, atingiu-se em 97% das atividades concluídas em melhoria para a máquina, sendo 33 em segurança, 22 em eficiência e 02 em qualidade. Destas, três atividades estão relacionadas em longo prazo. As medidas tomadas para atividades mais impactantes foram as de prevenção contra acidente, quebra do equipamento e plano de contingência.

4.2 ANALISE DO LAYOUT

A área na qual é formada a célula contém números elevados de metragem correlacionando com outros processos. Tem-se uma área coberta de 860m² onde está alocado o Jato de Granalha e duas Serras Fitas. Esse mesmo espaço é dividido com os carros sequenciados e embalagens de diferentes tamanhos com peças para processamento no jato. Na parte externa da fábrica, tem-se a maior parte de matéria prima que irá ser processada. Todo material externo denomina-se como

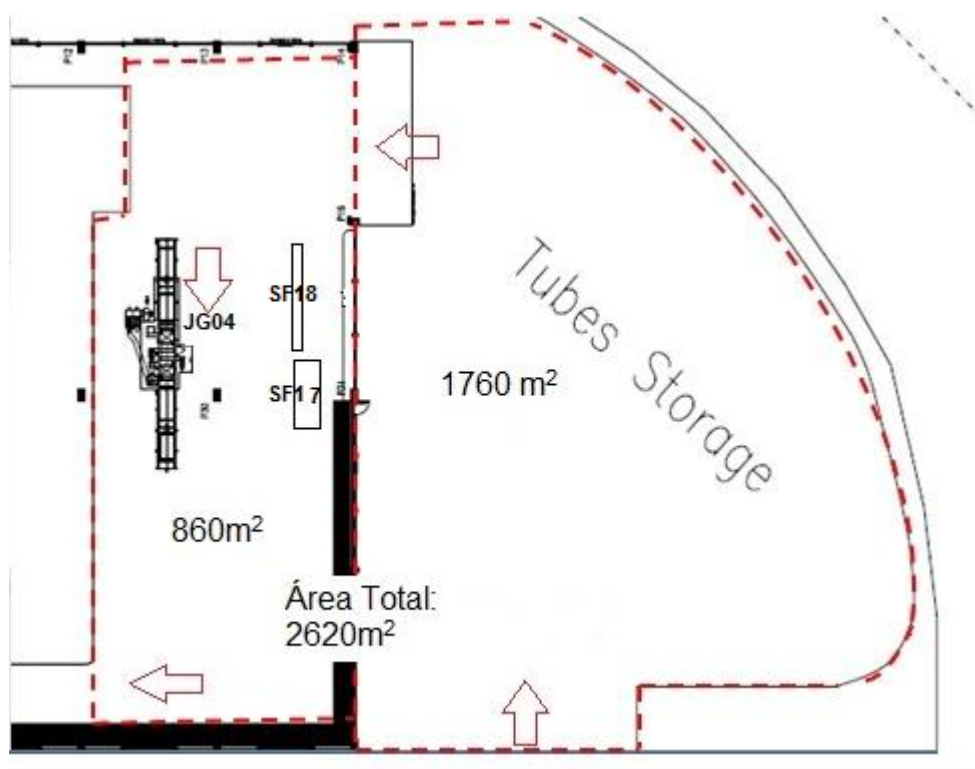
tubos, sendo quadrados, retângulos e cilíndricos. Seus tamanhos variam, podendo chegar até 10700 mm de comprimento e seiscentos quilos, sendo que a área ocupada chega à 1760m².

Figura 7 - Gráfico Tipos de Perfis por Produto



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Nessa área, o processo atual contém 155 roteiros registrados conforme mostrada na figura 7 acima, sendo que tem-se 86 tubos de geometria similar, atendendo os modelos das máquinas de plantadeiras, plataforma de milho e plataforma de corte. Ainda são considerados 48 perfis como chapas, estas podendo ser planas ou com alguma dobra conforme sua projeção geométrica.

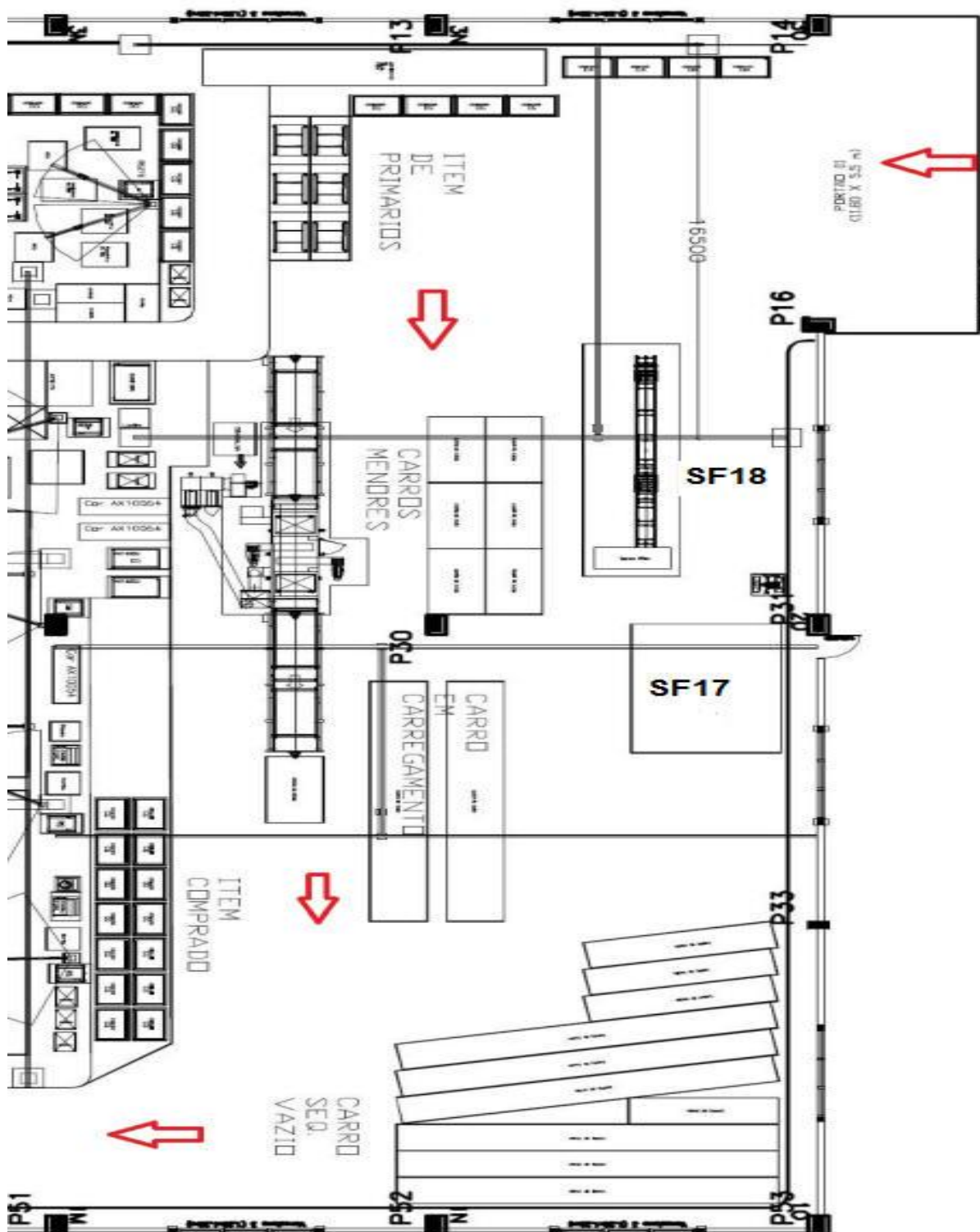
Figura 8 – *Layout* Processo Atual mostrando a metragem

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Nessa área os materiais são armazenados e aguardam até que as ordens de fabricação são geradas pelo sistema operacional, logo os operadores buscam com auxílio de uma empilhadeira motriz a embalagem que está na área externa contendo o item solicitado, transportam-no para o lado interno até a frente da máquina de jatear. Quando a embalagem tiver mais peças do que a necessidade de consumo, novamente a embalagem retorna ao local onde estava armazenada anteriormente. Se a embalagem ficar vazia, a mesma é segregada em um ponto de coleta para embalagens vazias.

Podemos verificar o *Layout* atual, como está descrito cada componente utilizado para o andamento das atividades, ficando nas mãos do operador da célula organizar os espaços dos materiais.

Figura 9 - Layout Processo Atual da Célula do Jato de Granalha



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Acontece que, devido ao tamanho das peças, os carros sequenciados necessitam de espaço para ser manobrado, isso deixa a maior parte do espaço vazio, assim como ilustrado na Figura 9. Estes devem também ter seu local para que

o operador visualize os mesmos quando estão vazios, para poder então, acionar o processo de jateamento para entregar ao cliente que neste caso seria a solda.

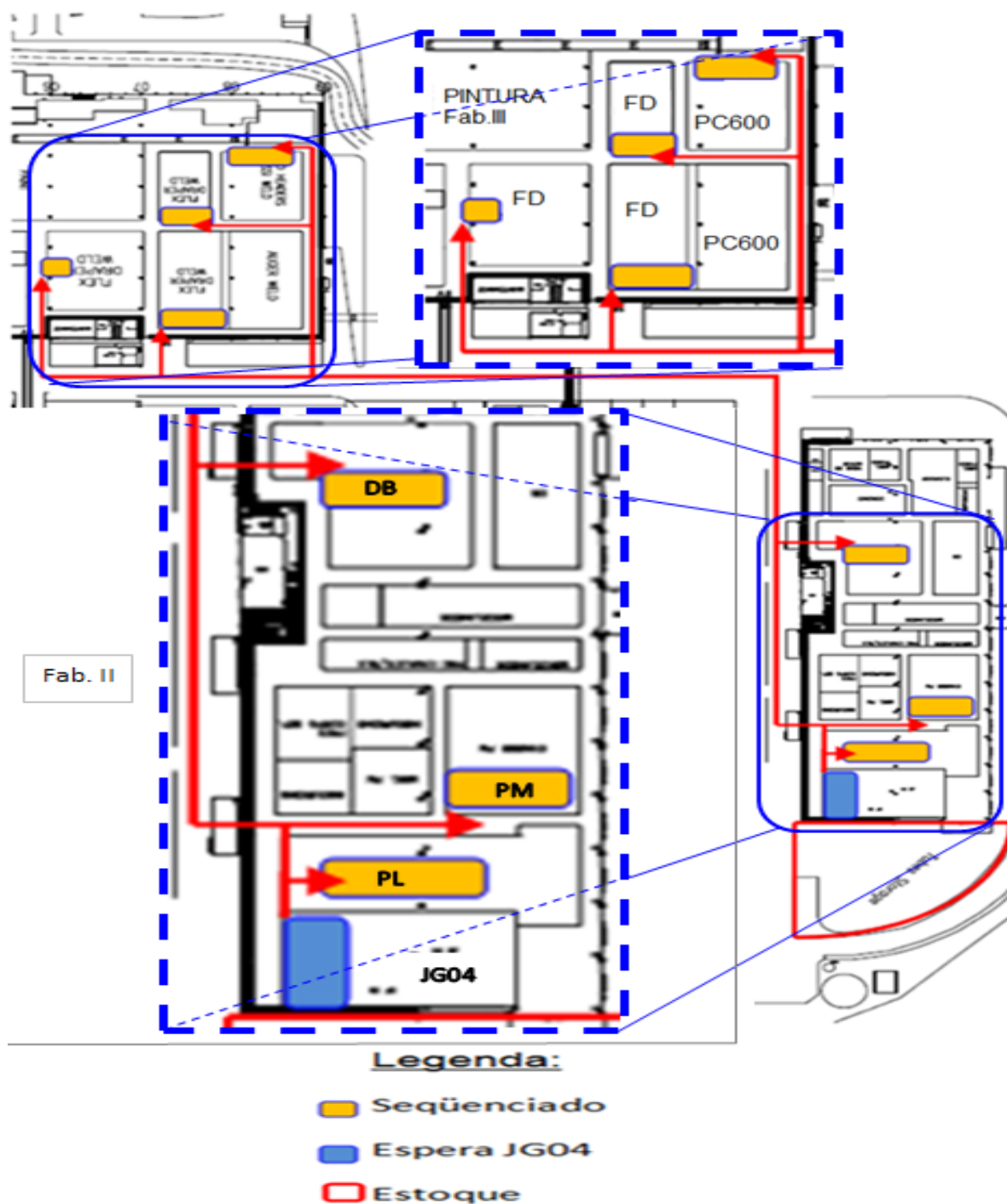
Tabela 1 - Relação dos Carros Sequenciados ligados ao Jato de Granalha

Numero Carro	Nome do Carro	Descrição do Carro	Centro de Trabalho	Área Suprimento	Planejador	Qtd. De Carros
1043	CAR06FD	Carro 06 Solda Flex Draper	FEE01000	DR150400	4600	2
1044	CAR07FD	Carro 07 Solda Flex Draper	FEE01000	DR150500	4600	2
1045	CAR08FD	Carro 08 Solda Flex Draper	FEE01000	DR150200	4600	2
1047	CARDB2 TUBO	Carro Deere Bauer 02 Tubo JG04	DB250100	DB01EE	3594	2
1049	CARDB4 TUBO	Carro 04 Deere Bauer Tubo JG04	DB250200	DB01EE	3594	2
1050	CARDB05	Carro 05 Deere Bauer	DB250100	DB01EE	3594	2
1051	CARDB07	Carro 07 Deere Bauer	DB250300	DB01EE	5711	2
1052	CARDB8 TUBO	Carro 08 Deere Bauer Tubo JG04	DB250300	DB01EE	3594	2
1056	CARDB12 TUBO	Carro 12 Deere Bauer Tubo JG04	DB250400	DB01EE	3594	2
1059	CARDB14	Carro 14 Deere Bauer	DB250200	DB01EE	3594	2
1070	CAR12 PC600	Carro 11 Solda Est. PC600	FEE01000	FEE01EE	4600	2
1071	CAR12CH	Carro 12 Solda Chassi Corn Head	FEE01000	FEE01ED	3594	2
1072	CAR13CH	Carro 13 Solda Chassi Corn Hed	FEE01000	FEE01ED	3594	2
1073	CAR13 PC600	Carro 13 Solda Est. PC 600	FEE01000	FEE01ED	6690	2
1074	CAR11 PC600	Carro 11 Solda Chassi S600	FEE01000	FEE01ED	4600	2
1092	CAR2 TUBOPL	Carro 2 Tubo PL	MONPL_P1	FAB.5	3594	2
1093	CAR3 TUBOPL	Carro 3 Tubo PL	MONPL_P1	FAB.5	3594	2

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Os carros sequenciados são levados para duas áreas da fábrica, ficando um na mesma Fáb.V onde está localizado a célula do jato e, outro na área da Fáb.III; precisando, portanto, ser movimentada por rebocadores conforme imagem abaixo.

Figura 10 – Pontos de Ponto de Uso Sequenciamento



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

4.3 ANÁLISE DAS SETE PERDAS

No seguimento da pesquisa, o autor consegue visualizar perdas no processo de jateamento devido a vários fatores. Para isso se fez uma tabela, onde podemos relacionar os sete tipos de perdas do sistema Toyota de produção que estão evidenciadas dentro da célula de jateamento de peças. Esses permitem o monitoramento das perdas no processo.

Quadro 4 - Perdas Existentes no Processo do Jato de Granalha

Causas Processos	Causa Provável	Causa Principal	Resultado da causa
Superprodução	Acionamento dos carros ao mesmo tempo	Mix de produtos diferenciados	Demanda da produção
Espera	Equipamento em processo	Segurança operador	Ociosidade do operador
Transporte	Passagem das peças	Tempo limitado	Desperdício de tempo
Processamento	Tempo limitado	Restrição do equipamento	Projeto ruim de componentes ou manutenção
Estocagem	Antes e após da operação	Espaço restrito para carros vazios	Armazenamento excessivo
Movimentos	Pessoas, máquinas	Atividade N/A	Desorganização e baixa performance
Defeitos	Excesso de Oxidação	Peças estocadas em local sem proteção	Não conformidade, gerando retrabalho

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Sabe-se que no processo atual existe a perda em função de vários outros fatores, como buscar embalagens com peças a uma certa distância ou ainda buscar os carros que estão no ponto de espera até próximo à máquina.

No processamento da própria máquina, observa-se que, por suas características, existem ajustes de inspeções para serem feitas. Um fator que chama atenção e não é menos desprezível que os demais, é quando acontece a operação do mecanismo da máquina para transportar as peças de um lado para outro. Fica claro que temos perdas significativas em nosso processo atual.

Tabela 2 - Tempo nas operações do processo

Código da peça	Tempo de carga (min)	Tempo de jateamento (min)	Tempo de descarga (min)	Tempo máquina parada (min)	Tempo pessoa parada (min)
AX10050	3	11	3	6	11
AX10051	3	11	3	6	11
AX10052	3	11	3	6	11

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Com isso pode-se observar que em um período, ciclo de 17 minutos para processar três peças, fica claro que quando um trabalha o outro fica aguardando. Quando os operadores estão movimentando os materiais, as embalagens e os carros sequenciados, são considerados atividades que não agregam valor.

Um desperdício que tem relacionado grandes custos e gastos à empresa são as partes do equipamento que são autodestrutivos, pois se sabe que o jato de granalha atua através de turbinas que jogam a granalha sobre as peças.

A granalha é formada por esferas de aço, que atingindo a peça ou a própria parede da máquina, gera o atrito e sucessivamente o desgaste onde é aplicado. Devido esse processo, a frequência de manutenção é constante, tendo assim uma substituição das peças e sucessivamente a parada de máquina.

Tabela 3 – Custos Horas Homem x Horas Máquina

Informações sobre Jato de Granalha		
Período:	14/06/2011 à 14/06/2013	
Tipo de Ordem	Horas Trabalhada	Custo de Manutenção
Corretiva	40	3445,00
Preventiva	117	8666,00
Planejada	2101	287594,00
Parada de Máq. Horas	18	6300,00
Máq. Crítica "A"	Itens	Vlr R\$
Peças de Reposição:	83	(+) 15980,00
Peças com código:	165	

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

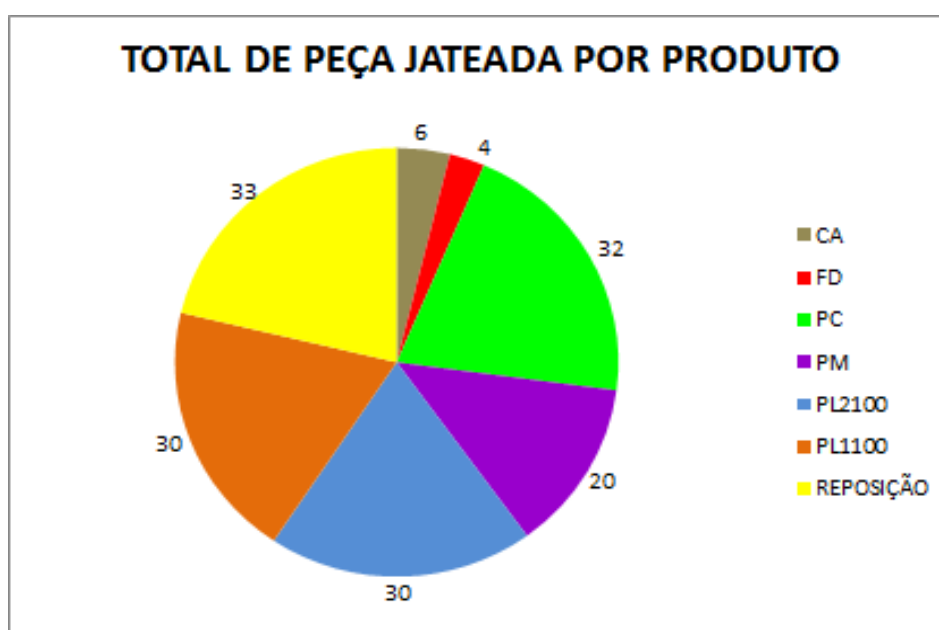
Atualmente se tem um gasto anual bem elevado, o qual atinge aproximadamente 150 mil reais em substituição de peças, mão de obra e paradas de produção.

A própria granalha é um consumível que se decompõe, necessitando ser trocado em períodos curtos, motivo para que ela não vire pó, e sim fique em forma de grão para poder realizar uma melhor limpeza.

Outro grande problema é o alto estoque com materiais estocados lado de fora da fábrica, e devido a geometria das peças, acaba não acontecendo o *FIFO* – (*Firts In and Firts Out*). Acontece que são armazenadas as peças na frente das demais e sucessivamente são estas as primeiras a serem consumidas, isso significa mais oxidação, mais retrabalho, sendo necessário em casos até dois jateamentos por peça.

Foi elaborado uma análise de todos os produtos que necessitam do processo de jateamento de peças. Nesse contexto foi extraído do sistema operacional, um relatório contendo todos os itens ligados ao centro de trabalho, onde os roteiros de produção e reposição estão ligados em seus produtos. O roteiro de produção carrega informações importantes, servindo como base para o processo ser eficaz. Essas informações, que foram extraídas de seus cadastros, podem observar, no cenário atual, que temos uma demanda de 155 itens no total.

Figura 11 -Gráfico Quantidades Peças Jateadas



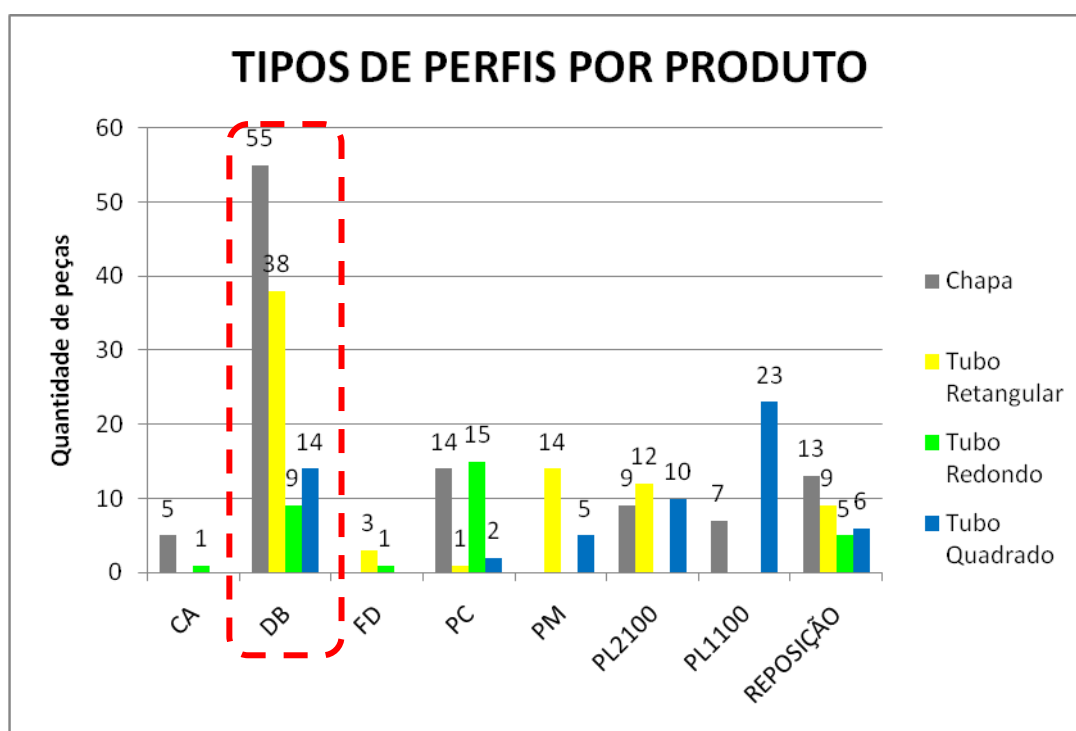
Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Sabe-se que o jateamento é considerado tão importante nos processos ou até superior aos demais, pois ele faz a remoção de contaminantes que são prejudiciais aos processos subsequentes.

4.4 PROPOSTA DE MELHORIA E BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO

Após a análise dos benefícios que se busca, vem a otimização da área para o incremento de mais uma máquina; atendendo, assim, a demanda da empresa para que seus processos ocorram conforme planejados e seus clientes tenham um produto de alta qualidade. Sabe-se que haverá um incremento de capacidade devido a um modelo novo de máquinas na produção. Os números são bem expressivos e podemos afirmar que a máquina atual não atenderia esta demanda.

Figura 12 - Incremento de Um Novo Produto



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Com isso se espera minimizar os desperdícios apresentados na análise da situação atual, podendo assim ter resultados positivos ajudando a empresa e seus funcionários ganharem mais produtividade e subsequentemente obterem maiores lucros nesta célula de trabalho.

A implementação deste trabalho será realizada conforme cronograma do grupo formado para a compra do novo equipamento, em que, por sua vez, está programado para o mês de abril de 2014.

Porém o processo de estudo do trabalho e a definição do mesmo se conclui através da apresentação das propostas de *layout* bem como as melhorias sugeridas.

4.5 ESTUDOS DA PROPOSTA

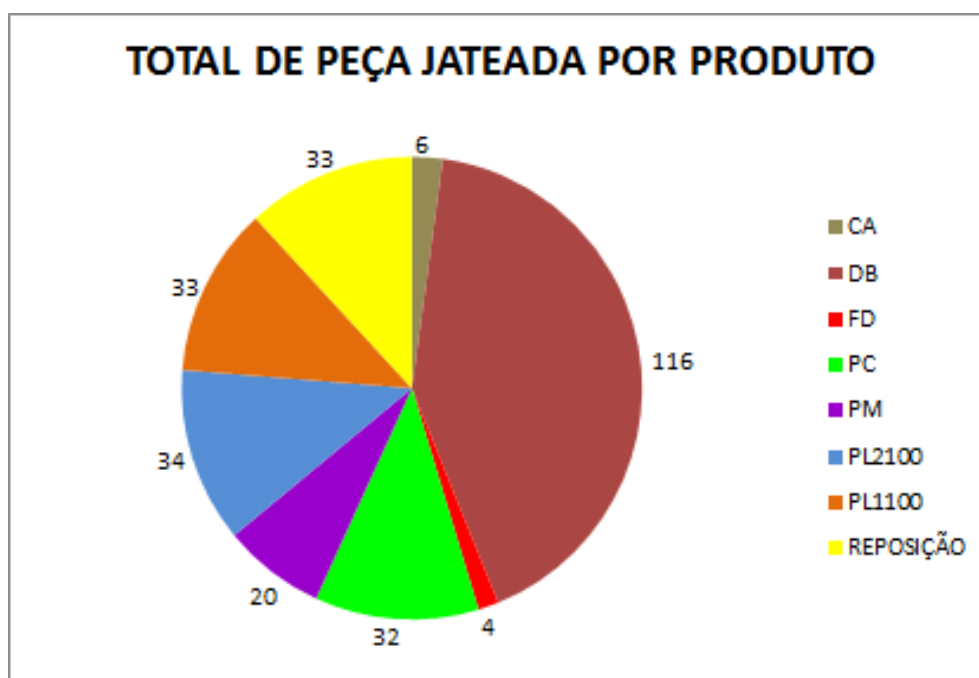
A proposta estudada e apresentada obteve grandes ganhos, pois se percebe que no novo cenário do *layout* de processo, as máquinas serão uma família, podendo assim, uma substituir a outra. Esta, porém deixará de ser então uma máquina classificada como criticidade alta, passando ser classificada como crítica “B”, obtendo assim um plano de contingência.

A nova máquina a ser adquirida, vem com alguma vantagem, que ajudará aos operadores trabalhar no momento em que ela está realizando o trabalho de jateamento. A nova máquina ficará destinada ao jateamento de peças com maiores dimensões geométricas, a máquina atual, então ficará para as peças menores, que precisam de um maior tempo de preparação e exigem cuidados especiais por serem peças de dimensões geométricas menores. Estas são colocadas sobre grades expandidas.

O autor deste trabalho focou na proposta de realizar e apresentar um *layout* que absorve um cenário futuro. O grupo de trabalho, chamado multifuncional, está trabalhando na aquisição de uma nova máquina de jatear, que será implementada no mesmo espaço, funcionando como um *layout* celular.

A necessidade de mais uma máquina, acontece através do incremento de produção, um modelo de produto novo que passou a ser fabricado nesta unidade. Esse aumento foi um acréscimo em 58% nas atividades de jateamento de peças. Com esse cenário novo, tem-se uma nova demanda e que torna necessária, então, a aquisição da nova máquina.

Figura 13 – Gráfico com o incremento de peças do novo produto



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Outro ponto trabalhado fortemente, foi a questão de melhorar os processos tais como deixar os operadores menos ociosos durante o trabalho de jateamento das peças, máquina funcionando acima de 86% sem parada, plano de contingência do equipamento e *layout* proporcional ao novo cenário.

O autor, conforme citado acima, propôs então cinco diferentes cenários de *layout*, onde teve a ajuda da equipe de engenharia, pois este estudo necessita dos dados totais da nova célula. Foram apresentadas as propostas em uma reunião, em que foi definido, pela equipe de projeto da aquisição desta nova máquina, que a melhor proposta foi a quinta, pois esta traz as melhores condições futuras para o novo cenário.

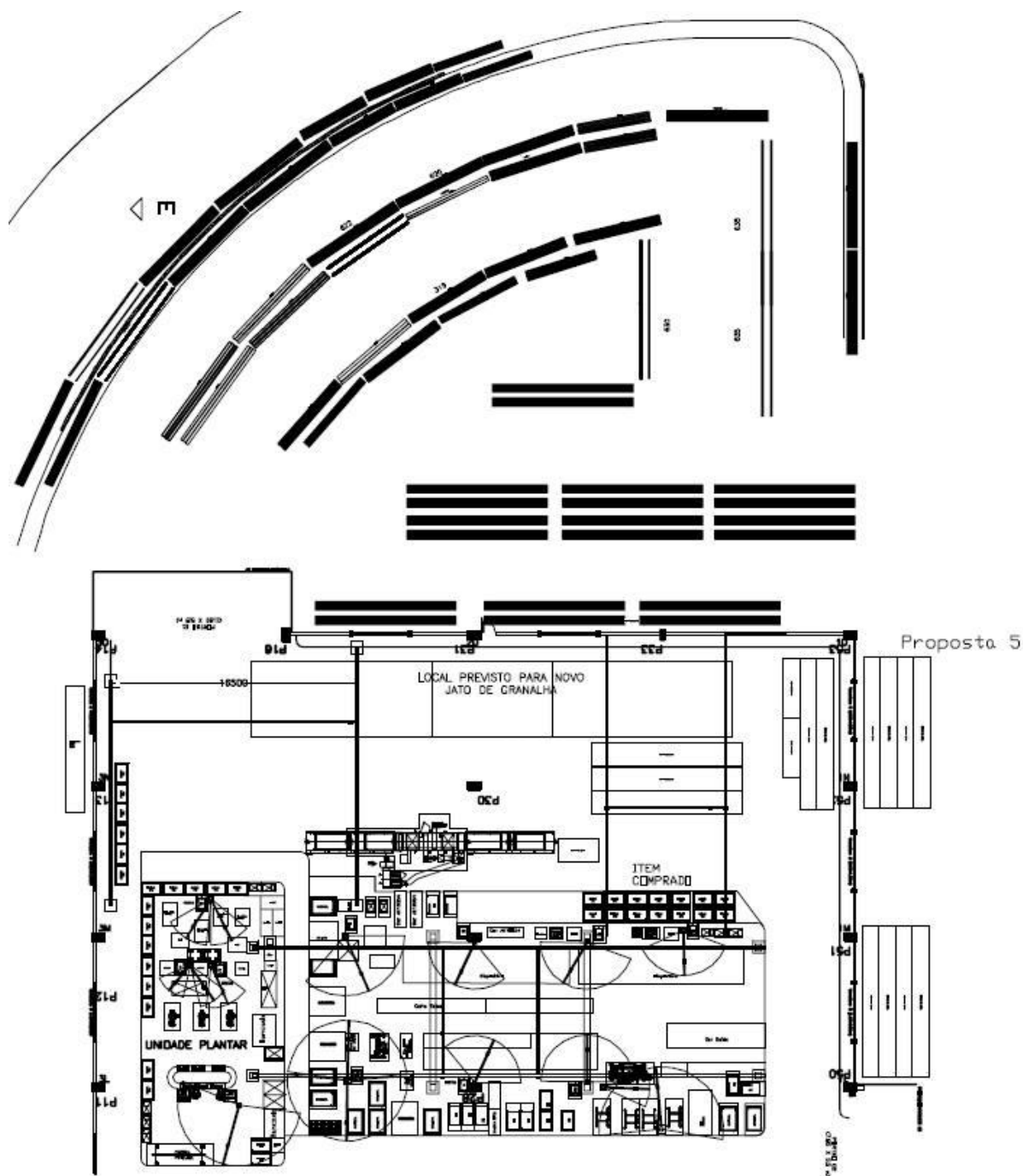
Quadro 5 – Escolha da Proposta da Nova Célula *Layout*

Exigência	Proposta Layout 1	Proposta Layout 2	Proposta Layout 3	Proposta Layout 4	Proposta Layout 5
Mudar JG04	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Plano de contingência	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mudar ponte de guindaste	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Descontinuar SF17	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Realocar SF18	Não	Não	Não	Sim	Sim
Mudar as peças dentro da Fab.	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Reduzir o comprimento da porta	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Necessidade de construção	Sim	Não	Não	Não	Não
Mudar tubos fora da fábrica	Sim	Sim	Não	Não	Não

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Conforme a proposta cinco, o novo *layout* passará por grandes mudanças, a máquina atual permanecerá no mesmo local, sem mudanças, pois existe uma fundação na qual está posicionada. A máquina Serra-Fita SF17, será descontinuada do processo, por particularidades e exigências de segurança e meio ambiente, bem como altos gastos com manutenção. Já a Serra-Fita SF18 será alocada em outro departamento chamado de primários, motivo este que o espaço, onde se encontram as duas serras, será ocupado pelo novo equipamento jato de granalha. Não terá nenhum impacto com a transferência da serra, pois a mesma tem uma carga de trabalho de aproximadamente uma hora dia. São aproximadamente 16 itens manufaturados.

Figura 14 – *Layout* Proposto Conforme proposta número cinco



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da empresa (2013).

Com a adequação de *layout* proposto, a célula absorverá uma nova máquina, e também estará adequada para jatear novos produtos com uma disponibilidade de trabalho no terceiro turno. Outro fator contribuinte é que a célula, a partir de sua implementação, passará a ser uma célula que tem um plano de contingência.

Conforme o *layout* proposto, as peças de embalagens com tubos e de perfis maiores de 2000 mm ficarão alocados na parte externa do pavilhão. Somente peças

menores em container que permanecerão nas extremidades da fábrica, o que facilita a logística das mesmas.

5 CONCLUSÃO

O resultado obtido com a proposta da otimização da célula de jateamento foi que o *layout* proposto à empresa oferece um cenário favorável para a instalação da nova máquina dentro do prazo, conforme a estratégia estabelecida.

A melhoria proposta durante o desenvolvimento deste trabalho consiste, exclusivamente, em desenhar um *layout* que atenda a necessidade operacional da máquina atual juntamente com a nova. As vantagens com esta proposta é que uma será a contingência da outra, deixando o fluxo dos materiais desenhados na mesma sequência.

O objetivo de desenvolvimento desta proposta influenciou diretamente nas definições de aquisição da máquina futura, entretanto foi aprovado e será implementado no mês de abril de 2014, quando a nova máquina será instalada.

O objetivo em melhorar o processo de jateamento de peças industriais, através das perdas nos processos, obteve seu arranjo físico modificado, passando sua densidade por metragem dentro do esperado pela empresa, devido à aquisição de mais um jato para mesma área.

Poder aplicar os conceitos da filosofia “As Sete Perdas” para definir as possíveis e relevantes oportunidades de melhoria, através da análise do processo de jateamento na empresa estudada, possibilitaram apresentar uma alternativa sendo que a melhoria foi notável e importante na decisão no novo *layout* por produto.

Dessa forma, é importante salientar que as alterações propostas através dessa melhoria, são importantes para o crescimento da empresa e também do profissional e pessoal deste autor. Como também pode servir para futuras pesquisas de ação, cujo embasamento poderá ser aplicado em estudos de outros acadêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, W. L. M. **Uma contribuição para o estudo da informação no sistema de melhoria contínua.** Aplicação no processo de produção de componentes elétricos. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2003.
- CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. 2006. **Administração de produção e operações.** São Paulo: Ed. Atlas AS, 2006.
- CHASE, Richard B. JACOBS, Roberts F. AQUILANO, Nicholas T. **Administração da produção para a vantagem competitiva.** 10 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, p. 38-44, 161.
- DESLANDES, S. F. 1996. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1996.
- JUNIOR, F. A. L. **Otimização e reprojetado de layout.** Joinville, Santa Catarina: Artigo 2008.
- IMAI, M. 1994. **Kaizen: uma Estratégia para o sucesso.** São Paulo: IMAI, M, 1994. Adaptado de: STANDARD, C. e DAVIS (1999);
- IMAI, M. 1996. **Gemba-Kaizen: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica.** São Paulo: Instituto IMAM, 1996.
- IMAI, M. **Gemba Kaizen.** São Paulo: Instituto IMAM, 1997.
- KEEN, P. **Kaizen.** Disponível em: <http://www.peterkeen.com/emgpb009.htm>. Acesso em: 28 Julho 2013.
- LEE, Q. 1998. **Projeto de Instalações e do Local de trabalho.** São Paulo: IMAM, 1998.
- LEI - Lean Enterprise Institute. **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean.** Trad. De A. C.C. Maciel. São Paulo, 2003.
- LUBBEN, R. T. **Just-In-Time: Uma estratégia avançada de produção.** Trad. De F.D. Steffen. São Paulo: McGraw-Hill, 1989
- MESQUITA, M. 2001. **Competências para Melhoria Contínua da Produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

MOREIRA, D. A. 2000. **Administração da Produção e Operações**. 5 ed. São Paulo: Pioneira,2000.

OHNO, T. 1997. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Trad. de C. Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

RIANI, A. M. 2006. **Estudo de Caso**: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson. JUIZ DE FORA, MG. DEZEMBRO DE 2006.

SIQUEIRA, J. 2005. **Dissertação de Mestrado**, apresentada à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ: 2005.

SHINGO, S. 1996. **O Sistema Toyota de Produção**, “Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção”. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS. S.; JOHNSTON. R. **Administração da Produção**. Trad. de M. T. C. de Oliveira, F. Alher. – 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK N., CHAMBERS, S., HARRISON A. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.