

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Introdução da Filosofia da Manufatura Enxuta por meio de
Eventos Kaizen – Estudo de Caso em uma Indústria Metal
Mecânico**

Vinicius Mitsuo Kojima Campos

TCC-EP-108-2012

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Introdução da Filosofia Manufatura Enxuta por meio da Blitz
Kaizen – Estudo de Caso em uma Indústria Metal Mecânico**

Vinicius Mitsuo Kojima Campos

TCC-EP-108-2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador (a): Prof.(^a): Gislaine Camila Lapasine Leal

**Maringá - Paraná
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus Pais, Ademir de Campos
Marin e Rosa Mitiko Kojima Campos e
Irmão, Vitor Yoshio Kojima Campos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, pela oportunidade de me tornar um profissional melhor, sempre me acolhendo com amor e carinho. Muito obrigado pelas palavras de motivação, pela paciência independente da situação, pelos conselhos e por tudo que fizeram para conquistar a graduação.

Também gostaria de agradecer ao meu irmão, por tudo que passamos juntos, momentos maravilhosos e também difíceis que compartilhamos, e que com certeza nos tornaram pessoas melhores e ainda mais unidas.

Um agradecimento mais que especial para meus amigos (Barbosa, Beisso, Chuck, Fm, Mineiro e Renan), que me acompanharam por todo o período de graduação, compartilhando momentos inesquecíveis, e que sempre ficaram nas melhores e mais importantes lembranças da minha vida. Obrigado por serem minha família e por tudo o que vivemos e viveremos juntos.

Aos meus amigos da Turma 32 (Eve, Jacque, Gui, Ometto e Rúbia), pelos momentos de diversão que com certeza fizeram meus dias mais completos e felizes, minhas noites inesquecíveis, e meus cinco anos de faculdade, os melhores anos de minha vida.

Aos meus amigos (Pedro, Zéla, Fabiano, Ulysses, Thiaguinho, Cássio e Renato) que estavam longe, mas que de todas as formas possíveis estiveram presentes na minha vida. Obrigado por serem tão companheiros e fiéis a nossa amizade.

Aos meus amigos (Pato, Elder, João, Ricardinho, Tone, Rô e Berto) que me ajudam sempre que preciso e me proporcionam uma amizade tão verdadeira que eu não teria palavras aqui para descrever. Obrigado pelos conselhos, risadas, aventuras e histórias.

Gostaria de agradecer a Professora Camila Leal, pela paciência, dedicação e direcionamento durante todo o desenvolvimento do meu trabalho.

Também agradeço a todos os professores do curso de Engenharia de Produção, pelos ensinamentos e experiências, que me ajudaram a me tornar um profissional mais competente e qualificado para os desafios do mercado de trabalho.

RESUMO

O cenário competitivo mercadológico exige estratégias organizacionais cada vez mais elaboradas, criando a necessidade, das empresas estruturarem seus modelos de gestão de forma a absorver esses conflitos gerados pela concorrência. A área fabril é a que mais impacta financeiramente os resultados da empresa, dessa forma, a melhoria de processos entra como diretriz de sobrevivência da organização, e a racionalização dos desperdícios sem a necessidade de super investimentos, se mostra uma ótima alternativa competitiva. A aplicação do evento *Kaizen* busca mensurar os benefícios gerados pela implementação da filosofia *Lean Manufacturing*, trabalhando aspectos de setup de máquinas, fluxo do processo de fabricação, diminuição do *lead time* de entrega e estoques em processo. A blitz *Kaizen*, foi aplicada em uma célula de produção de processos de estampagem e repuxo, trabalhando os conceitos do *Lean Manufacturing* na resolução dos problemas. Podemos destacar como aspectos melhorados o tempo de *setup* de máquinas, o *leadtime* de processamento do produto, o fluxo de materiais dentro da célula de produção, a ergonomia do colaborador, e também criação de condições para uma gestão mais flexível da programação de produção.

Palavras-Chave: Manufatura Enxuta, Projetos *Kaizen* e Redução de Desperdícios.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VII
LISTA DE QUADROS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 METODOLOGIA	4
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 MANUFATURA ENXUTA	8
2.2 FILOSOFIA KAIZEN	9
2.3 O EVENTO KAIZEN	11
2.4 AS SETE PERDAS	13
2.5 <i>JUST IN TIME</i>	16
2.6 OS CINCO PRINCÍPIOS	17
2.6.1 <i>Especificação de Valor</i>	18
2.6.2 <i>Identificação da Cadeira de Valor</i>	18
2.6.3 <i>Fluxo de Valor</i>	18
2.6.4 <i>Produção Puxada</i>	19
2.6.5 <i>Busca da Perfeição</i>	19
2.7 PRINCIPAIS FERRAMENTAS	19
2.7.1 <i>Mapa de Fluxo de Valor</i>	20
2.7.2 <i>5S (Housekeeping)</i>	22
2.7.3 <i>Arranjo Físico Celular</i>	23
2.7.4 <i>Brainstorming</i>	24
2.7.5 <i>Autonomiação (jidoka)</i>	24
3 DESENVOLVIMENTO	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	26
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO	29
3.2.1 <i>Análise de Eficiência</i>	31
3.3 <i>BLITZ KAIZEN</i>	35
3.3.1 <i>Formação da Equipe</i>	36
3.3.2 <i>A documentação do processo “como está?”</i>	37
3.3.3 <i>Identificação de potenciais oportunidades de melhoria</i>	42
3.3.4 <i>Um processo iterativo e imediato para introdução de melhorias</i>	43
3.3.5 <i>Apresentação dos resultados</i>	46
3.3.6 <i>A geração dos itens de controle</i>	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
5.1 CONTRIBUIÇÕES	53
5.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	54
5.3 TRABALHOS FUTUROS	55
REFERÊNCIAS	57

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: NÍVEIS DE KAIZEN.....	10
FIGURA 2 - MÉTRICAS LEAN	21
FIGURA 3 - BALANCEAMENTO DE OPERAÇÕES.....	22
FIGURA 4 - ARRANJO FÍSICO CELULAR	24
FIGURA 5 - ORGANOGRAMA	28
FIGURA 6 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO <i>COMPONENTE</i>	30
FIGURA 7 - LAYOUT DE FABRICAÇÃO DO <i>COMPONENTE</i>	31
FIGURA 8 - MAPOFLUXOGRAMA DO PROCESSO.....	33
FIGURA 9 - BLITZ <i>KAIZEN</i>	35
FIGURA 10 - VOLUME DE PRODUÇÃO MENSAL	40
FIGURA 11 - PROCESSO DE SETUP DE <i>COMPONENTES</i>	41
FIGURA 12 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO.....	45
FIGURA 13 - NOVO MAPOFLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COMPONENTES.....	48

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- OS DESPERDÍCIOS CLÁSSICOS DO PROCESSO E COMO ELIMINÁ-LOS	15
QUADRO 2 - OPORTUNIDADES DE MELHORIA	43
QUADRO 3 - INDICADORES DE PRODUÇÃO, PROCESSO E QUALIDADE	47
QUADRO 4 - RESUMO DAS MELHORIAS DO PROCESSO	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PRODUTIVIDADE CÉLULA DE <i>COMPONENTES</i>	32
TABELA 2 - CAPACIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	33
TABELA 3 - ANÁLISE DE EFICIÊNCIA.....	34
TABELA 4 - EQUIPE <i>KAIZEN</i> FABRICAÇÃO DE COMPONENTES.....	36
TABELA 5 - LOTE ECONÔMICO X DEMANDA MÉDIA MENSAL.....	37
TABELA 6 - TEMPO DE SETUP X TEMPO DE PRODUÇÃO DISPONÍVEL.....	38
TABELA 7- PLANO DE AÇÃO <i>KAIZEN COMPONENTES</i>	44
TABELA 8 - TEMPO DE PROCESSAMENTO E <i>LEAD TIME</i> DE ENTREGA.....	49
TABELA 9 - CAPACIDADE ATUAL.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASME	<i>American Society Mechanical Engineers</i>
IFIA	<i>International Federation of Inspection Agents</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Action</i>
SGS	<i>Société Générale de Surveillance</i>
TA	Tempo Automático
TC	Tempo Ciclo
TCO	Tempo Ciclo do Operador
TI	Tecnologia da Informação
TM	Tempo Manual
TPD	Tempo de Produção Disponível
TS	Tempo de Setup
UN	Unidade
VSM	<i>Value Stream Map</i>

1 INTRODUÇÃO

Com processo de globalização em curso, os mercados consumidores acabam criando altos níveis de criticidade, desafiando a sobrevivência das organizações exigindo melhores níveis de produtividade e qualidade, colocando a prova os seus métodos de gestão.

Na manufatura, a busca pela excelência confere uma gestão com o alvo apontado para os desperdícios da cadeia produtiva, definidos como atividade que absorvem recursos e não criam valor (WOMACK, 1998). Após a Segunda Guerra Mundial a necessidade de criar uma indústria competitiva inspirou os japoneses a desenvolverem um conjunto de novas práticas que alavancariam sua competitividade, denominando-se técnicas de produção enxuta, onde processos que desencadeiam superprodução, tempos de espera (de pessoas ou equipamentos), erros que exijam retificação, inventários desnecessários, transporte excessivo de materiais e movimentação de pessoas são fardados a ações de melhoria contínua (WOMACK, 1992).

Altos níveis de qualidade, produtividade e competitividade estimularam ações que buscavam fluxos contínuos, maquinário e a mão de obra na melhor seqüência de atividades, visando a redução dos desperdícios de forma à agregar valor sem a necessidade de interrupção, definindo as diretrizes do denominado *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto), criado por Taiichi Ohno (PASCAL, 2008)

De acordo com Corrêa e Vieira (2008), a representatividade dos resultados que a metodologia *Lean Manufacturing* ou produção enxuta, que teve como precursores Eiji Toyota e Taiichi Ohno da *Toyota Motor Company* têm verificado um movimento de reconhecimento no mundo ocidental, tornando parte da estratégia competitiva das organizações, conferindo as melhorias de produtividade cujo interesse é reduzir os custos, aumentar a disponibilidade de recursos, aumentar a eficiência e reduzir os desperdícios.

Segundo Imai (1996), a disseminação do *Lean Thinking* pode ser estimulada por meio de eventos *Kaizen*, configurando projetos que buscam otimizar recursos existentes, rapidez na implantação de mudanças, participação ativa dos funcionários, pequenos passos e contínua aproximação do objetivo estabelecido. Esses resultados em curto prazo acabam por promover o alinhamento das diretrizes corporativas com o seu elenco por meio do comprometimento.

No processo de melhoria contínua o que realmente têm significância é escolher o momento da melhoria mesmo que seja a mínima possível, não o quanto se deve melhorar. Qualquer processo pode ser analisado de uma ótica diferente sofrendo mudanças positivas a cada hora, dia, semana ou mês, sendo que o importante é que alguma melhoria tenha acontecido, aprimorando ainda mais os processos e influenciando os níveis de maturidade da organização. Contudo a habilidade de melhorar continuamente não ocorre naturalmente, e exige o envolvimento desde a alta direção aos operadores, onde a quebra de paradigmas compreendem a absorção de novos valores, habilidades específicas, comportamentos e ações que visem o melhoramento contínuo, sustentada por uma filosofia voltada para os resultados (HARRINGTON, 1997).

A incorporação da filosofia *Lean* é consequência do conhecimento adquirido pelos funcionários, transformando o quadro corporativo da organização em uma massa crítica, onde cada um torna-se capaz de ser o gestor do seu próprio trabalho, banindo o paradigma de que o funcionário não é pago para pensar (SHINGO, 1996).

Com a necessidade de se tornar mais competitiva devido à busca por conquistas de novos mercados, a empresa em estudo mobilizou suas estratégias de mercado para a filosofia *Lean* e por meio de *Eventos Kaizen*, busca quebrar paradigmas organizacionais, direcionando a maneira de pensar do seu elenco corporativo segundo o *Lean Thinking*, com a ambição de alavancar seus resultados de Produção e aumentar o nível de qualidade do produto.

1.1 Justificativa

Na maioria das empresas de manufatura, a maior concentração do seu capital é investido e concentrado no setor de Produção, onde os recursos produtivos (mão de obra, maquinário e matéria prima) exigem uma gestão cada vez mais madura.

Ao final do ultimo semestre de 2011, a empresa concedente do estudo criou uma necessidade de mudança das suas condutas para que alguns objetivos estratégicos sejam atingidos, como por exemplo, aumento da produtividade, conquista de novos mercados consumidores, aumento da satisfação do cliente e busca da liderança do setor. A escolha de um sistema enxuto de produção como estratégia competitiva, se deu pelo exemplo da eficiência do método aplicado aos mais diversos setores da manufatura.

Contudo a introdução da metodologia *Lean* como estratégia competitiva compete uma mobilização conjunta dos membros da empresa, gerando valores e princípios que remetem

comprometimento dos mesmos. E, entretanto, o simples fato da mudança já incomoda a satisfação dos clientes internos. Mudar gera desconfiança e muitas vezes preconceito dos *stakeholders*, devido ao comodismo que farda muitas culturas organizacionais, o que acaba inviabilizando os projetos de melhoria.

Dessa forma, buscou-se avaliar o impacto inerente a introdução da metodologia *Lean Manufacturing* à estratégia corporativa por meio do desenvolvimento das *Blits Kaizen*, ou seja, pequenos projetos que otimizem os recursos já existentes, num curto prazo, com baixos investimentos, participação ativa dos funcionários e a aproximação dos objetivos previamente definidos.

1.2 Definição e delimitação do problema

Com o ritmo de crescimento que a empresa metal mecânica em estudo, situada no norte do Paraná deseja empregar, o volume de produção ganharia 28% de aumento em menos de um ano, o que influenciou o direcionamento das estratégias de produção voltadas para a otimização dos seus processos produtivos, gerando uma alta demanda por projetos que trouxessem resultados em curto prazo e com a restrição de demandarem poucos investimentos.

Para que inconvenientes não fizessem parte da rotina dos gestores, foram mobilizadas equipes multidisciplinares que promovessem ações de melhoria e de forma estruturada (projetos *Kaizen*), com o fim de preparar as células produtivas e linhas de montagem para a futura demanda.

O processo de fabricação de um determinado componente, abordado como instrumento de estudo no trabalho, sofre com as variações da demanda, onde a falta de flexibilidade do processo, acaba por demandar lotes para serem processados em volumes muito grandes, gerando desperdícios de estoques para estes componentes, a necessidade de mão de obra auxiliar e quando não, a falta de componentes para o processo de montagem do vaso de pressão.

O monitoramento do processo é realizado por indicadores de produtividade e refugo, alimentados pelo processo de apontamento de produção, onde são ilustrados em um sistema de informação os resultados obtidos no dia trabalhado. A avaliação destes indicadores, além dos problemas identificados no chão de fábrica e também o mapeamento de fluxo de valor,

foram os direcionadores da proposta de se criar melhores condições de trabalho para o processo.

A geração de necessidades de componentes que compõem o produto final é diretamente proporcional ao crescimento do seu volume de produção, dessa forma a discussão em pauta é observada especificamente na célula de fabricação do componente já citado anteriormente, parte componente do produto final da empresa concedente.

Com o objetivo de se melhorar significativamente os resultados da célula de fabricação, fora direcionada uma equipe multifuncional que por meio de um método estruturado de resolução de problemas, desenvolveu soluções necessariamente viáveis a partir do pensamento enxuto, a fim de se atacar os desperdícios que restringem as estratégias de produção, a capacidade da célula e a produtividade da célula.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O macro objetivo do estudo é aplicar os conceitos da filosofia de produção enxuta (*Lean Manufacturing*) utilizando a metodologia de projetos *Kaizen*.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos que compõem a discussão macro são listados em:

- Revisar a literatura sobre: produção enxuta e kaizen;
- Aplicar da filosofia *Lean manufacturing* por meio da realização do Projeto *Kaizen*;
- Avaliar quantitativamente o impacto das melhorias promovidas pelo Projeto *Kainzen* no volume de produção;
- Avaliar qualitativamente o impacto das melhorias promovidas pelo Projeto *Kaizen* na célula de produção.

1.4 Metodologia

A natureza da pesquisa é configurada em aplicada, visto que, entende-se uma necessidade de se gerar conhecimentos para a aplicação prática para a solução de problemas. Sua abordagem é quantitativa, onde será feita uma análise de rendimento das soluções propostas. E do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é exploratória.

Estruturado de forma a fomentar os princípios da manufatura enxuta, o trabalho visa operacionalizar os conceitos da manufatura enxuta por meio dos “Eventos *Kaizen*”, promovendo a melhoria contínua do processo, reduzindo os desperdícios e custos operacionais da célula, além de, capacitar os funcionários, desenvolvendo a autodisciplina, envolvendo os operadores, e criando a capacidade de criticidade para o reconhecimento dos problemas existentes.

Dessa forma os passos para a realização da pesquisa foram:

- Revisar a bibliografia sobre Manufatura Enxuta e Eventos *Kaizen*;
- Caracterizar a empresa e o processo a ser analisado;
- Realizar o Evento *Kaizen* na célula de fabricação do componente observado;
- Avaliar quantitativamente os resultados empregados pelo Evento *Kaizen*, analisando os volumes de produção da célula, a flexibilidade do processo e o tempo de processamento da peça;
- Avaliar qualitativamente as melhorias propostas pelo Evento *Kaizen*, analisando a organização física da célula, a facilidade de executar o procedimento operacional e a motivação do operador.

O início do projeto foi dado segundo um direcionamento tático, onde uma análise de resultados da célula produtiva em questão pôs em dúvida a eficiência da mesma, avaliando de forma crítica as entregas da célula em determinado período. É importante evidenciar que num momento anteriormente já havia sido realizada uma análise de valor em todo o processo produtivo da empresa, o que acabou por traçar as prioridades dos eventos, listando de forma a ordenar os projetos de acordo com o seu impacto no resultado final da produção.

Primeiramente foi escolhida uma equipe de colaboradores multifuncionais por um líder que concentrava as informações e direcionava o acontecimento do projeto. Posteriormente, ao recrutamento do time foram mapeadas todas as informações inerentes ao processo de fabricação da célula, evidenciando fatores importantes para o resultado da celular como, por exemplo: capacidade, lead time de entrega, volume de entrega, eficiência geral, fluxo da produção e tempo de setup.

Em uma análise mais aprofundada dos dados coletados foram definidos os objetivos gerais e secundários do projeto, e considerando que o evento *kaizen* tem o objetivo de

eliminar os desperdícios do processo foram evidenciados os principais problemas que limitam os resultados da célula de fabricação. Após uma análise crítica desses problemas, foi traçado um plano de ação para a eliminação permanente das causas que determinavam um nível de impacto significativo para o processo.

Na etapa de execução do plano de ação, foram delegadas as entregas de cada membro do time de acordo com suas competências específicas, que se tornavam responsáveis por “puxar” as ações dentro de um cronograma acordado entre todos.

Uma análise quantitativa foi realizada ao final de um período de adaptação, onde os mesmos indicadores que foram levantados no início do projeto são novamente avaliados, gerando um *feedback* das melhorias implantadas. Para uma percepção qualitativa das melhorias, foram avaliados critérios subjetivos como, por exemplo, organização dos meios físicos da célula produtiva, satisfação e comprometimento do operador e ergonomia das atividades operacionais.

1.5 Estrutura do Trabalho

A pesquisa foi estruturada em cinco capítulos ordenados de forma a proporcionar um seqüenciamento lógico dos acontecimentos do projeto.

No Capítulo 2 foi realizada uma pesquisa teórica dos conceitos que deveriam ser abordados e de acordo com as diretrizes traçadas foram revisadas bibliografias referentes aos conhecimentos necessários para se desenvolver um projeto de melhoria de processos.

A manufatura enxuta é o principal assunto abordado pela pesquisa, onde se busca evidenciar os resultados gerados pela sua aplicação e sua importância no mercado competitivo. Posteriormente em uma abordagem um pouco mais detalhada apresentam-se os principais conceitos do *lean* e qual sua influência nos resultados das organizações, e por último, uma abordagem mais prática dos conceitos e ferramentas, aplicadas na melhoria de processos por meio da realização de projetos a baixo custo e alto impacto.

O Capítulo 3 foi estruturado de forma a apresentar a parte prática da pesquisa, onde primeiramente foi caracterizada a empresa, abordando os aspectos organizacionais e também os do processo de fabricação indicado como objeto de análise. Em seguida o foco do capítulo foi direcionado para a realização da *Blitz Kaizen*, e suas respectivas fases de formação da

equipe, análise do processo, identificação das potenciais oportunidades de melhoria, plano de ação e apresentação dos resultados.

Como forma de evidenciar os resultados do projeto foi realizada uma compilação dos resultados obtidos com as melhorias. O Capítulo 4, avalia os resultados do projeto, trazendo em pauta a nova forma de se trabalhar na célula.

Finalizando a pesquisa, foi elaborado o Capítulo 5 que apresenta as considerações finais, destacando as contribuições, dificuldades e limitações, bem como as perspectivas de trabalhos futuros que geram abertura para novas discussões referentes a melhoria de processos e novas oportunidades da gestão do processo de fabricação indicado como objeto de estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manufatura Enxuta

No período pós Segunda Guerra Mundial, o Japão devastado pelas batalhas não dispunha de recursos para realizar os altos investimentos necessários para a implantação da produção em massa implantada por Henry Ford e a General Motors. Outras complicações também eram observadas como, por exemplo, a limitação do mercado interno demandando vasta variedade de produtos, mão de obra organizada, existência da concorrência mundial, dentre outros problemas (WOMACK, 1992).

A Toyota Motor Company também afetada pelo caos causado pela guerra foi precursora no desenvolvimento da Produção Enxuta, devido à necessidade de se criar um novo modelo gerencial que fosse fundamentado em flexibilidade do processo e qualidade, o que geraria uma ampliação da sua capacidade produtiva refletindo num maior poder competitivo, nascendo, assim, o Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*) (WOMACK, 1992).

Esse conceito e filosofia disseminaram-se pelo mundo inteiro, sendo definido de diversas formas:

- “Há de conferir o máximo número de funções e responsabilidades a todos os trabalhadores que adicionam valor ao produto na linha, e a adotar um sistema de tratamento de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de alcançar a sua causa raiz (WOMACK, 1992).”
- “A busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia (SHINOHARA, 1988).”
- “A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO, 1997).”

A manufatura enxuta surgiu como um sistema produtivo cujo foco é aperfeiçoar os processos e procedimentos por meio da redução contínua de desperdícios, combinando técnicas gerenciais com máquinas a fim de se produzir mais com menos recursos. Segundo WOMACK (1992) a produção enxuta combina a vantagem da produção artesanal, evitando o alto custo, com a produção em massa, evitando a inflexibilidade, criando a necessidade de os gestores reunirem equipes de colaboradores com várias habilidades, e no chão de fábrica trabalhando junto às máquinas organizadas do melhor modo, produzindo uma grande quantidade de bens com a opção de variedade de escolha. É denominada enxuta pela baixa necessidade de tudo se comparada à produção em massa: menos esforço físico, menor investimento em equipamentos e menor espaço físico.

A base do Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) tem como objetos a: otimização e a integração do sistema de manufatura, integrando todas as partes do sistema, eliminando qualquer processo ou atividade que não agrega valor ao produto; assegurar a qualidade do produto, garantindo suas especificações e requisitos necessários para a transformação no processo seguinte, validando a confiabilidade de todo o sistema; proporcionar a flexibilidade do processo, minimizando os fatores de restrição da produção tornando-se capaz de suportar as variações da demanda; produzir o volume necessário ao cumprimento da demanda estabelecida pelo mercado, evitando o acúmulo de estoques; construir credibilidade perante os fornecedores (parceiros) garantindo a sua sustentabilidade no mercado; e reduzir os custos de produção, tornando a empresa mais competitiva (OHNO, 1997).

Essa busca incessante da eliminação de qualquer perda ilustra a essência do Sistema Toyota de Produção, movimentada pela melhoria contínua (*Kaizen*) do sistema, determina as diretrizes que garantem a gestão da organização rumo à perfeição, através do entendimento da sua cadeia de valor, fazendo-o fluir, sem a presença de desperdícios desnecessários, de modo que o valor chegue ao cliente quando ele quiser.

2.2 Filosofia Kaizen

Não há como discutir sobre Manufatura Enxuta sem ressaltar o elemento chave da concretização da redução dos custos operacionais (CHAVES, 2010). Criada pelo Engenheiro Taichi Ohno, as diretrizes que guiam a filosofia Kaizen na busca da eliminação dos desperdícios, baseia-se na utilização das melhores práticas indagadas ao bom senso e soluções baratas, operacionalizadas pela motivação e criatividade dos operadores. Segundo Sharma

(2003), as sílabas japonesas que configuram a palavra Kaizen significam Fazer Bem (KA = mudar; ZEN = bem).

“*Kaizen* implica melhoria que envolve todos, com relativamente poucas despesas. A Filosofia *Kaizen* assume que seu estilo de vida deve ser o foco dos esforços de melhoria contínua” (IMAI, 1996). Para Sharma e Moody (2003), é “mudança para melhor”. Assim sendo esta ferramenta que aborda baixo custo a melhoria, enfatiza a moral, a comunicação, o treinamento, o trabalho em equipe, envolvimento e autodisciplina, e também os esforços humanos (HANASHIRO, 2005).

A expressão melhoria contínua de processos é a que mais se aproxima da tradução do significado da cultura japonesa *Kaizen*, embora não se refira exclusivamente à melhoria de processo, como por exemplo, fabricação de produtos, serviços, atendimento ao cliente, relacionamentos com fornecedores e sindicatos (REALI¹ apud CHAVES, 2010).

De acordo com Rother e Shook (2003), existem dois níveis de *Kaizen*, conforme apresentado na Figura 1.

- Kaizen de Fluxo: ou de sistema, que enfoca o fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento;
- Kaizen de Processo: enfoca em processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.

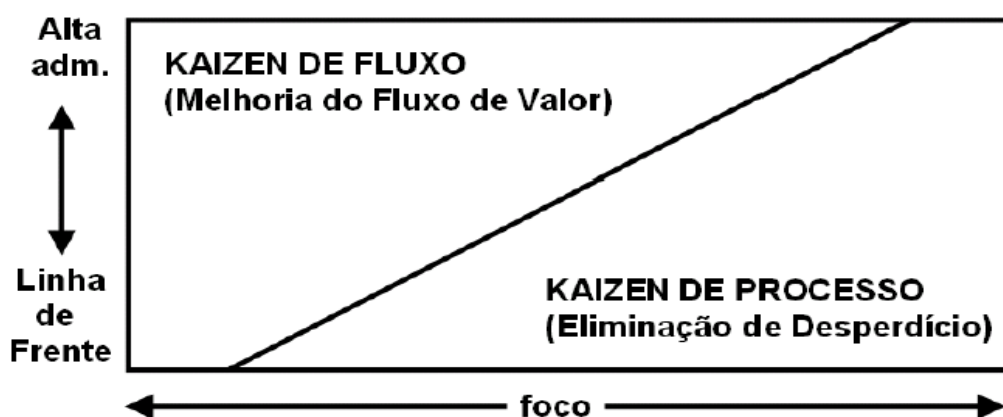


Figura 1: Níveis de Kaizen
Fonte: Rother (2003)

¹ REALI, L.P. Aplicação da técnica de eventos Kaizen implantação de Produção Enxuta: estudo de casos em

A generalidade e simplicidade do *Kaizen* abrange desde atividades que focalizam o desenvolvimento de soluções na *Gemba* (chão de fábrica), à implementação de um plano predeterminado de mudanças, à fluidez do curso do trabalho burocrático, assumindo vários níveis de envolvimento e grandeza de projetos.

2.3 O Evento Kaizen

Para Chaves (2010) o “Evento *Kaizen*” se caracteriza por ser uma técnica que realiza a implantação de melhorias tanto em um processo produtivo, quanto em um administrativo. Trata-se de uma técnica para a implantação rápida de melhorias, com a participação efetiva do nível operacional.

O Evento *Kaizen* é um esforço intensivo de curto prazo para melhorar dramaticamente o desempenho de um processo de escopo limitado (LARAIA² *apud* Lima, 2010). O programa baseia-se na gestão voltada a maximizar a produtividade sem gerar um aumento em termos de custos, podendo assumir diversos níveis de abrangência, ressaltando o trabalho em equipe, pois em cada Evento *Kaizen* é formada uma equipe multifuncional de operadores, engenheiros, pessoas do setor administrativo, fornecedores e, às vezes, pessoas externas.

Com o trabalho focado a equipe identifica o problema e o ataca de diversos ângulos, incentivando soluções criativas, dessa forma, uma vez a idéia sendo aprovada pela equipe, é implantada a melhoria imediatamente com o total apoio da organização (SHARMA *apud* CHAVES 2010).

Costumeiramente, algumas empresas desenvolvem grandes projetos de melhoria, que em sua grande maioria são muito complexos envolvendo muitas pessoas de diversas áreas da organização, contudo, a multifuncional ida é bastante comum nas equipes de desenvolvimento, mas dependendo da gama do projeto em questão, se faz necessário o envolvimento de várias interfaces da cadeia, transformando atividades simples de soluções em complexas e longas implantações.

Para LARAIA (*apud* Lima, 2010), existem três fases para que o processo de melhoria através dos Eventos *Kaizen* seja completado:

² LARAIA, A. C., MOODY, P. E., & HAL, R. W. (2009). *Kaizen Blitz: Processo para o Alcance da Melhoria Contínua nas Organizações*. São Paulo: Leopardo.

1. Preparação. Decidir quem estará na equipe da blitz. Informar às pessoas na área de processos e àquelas que dão suporte que ocorrerá uma blitz, o que eles devem esperar e qual poderão ser as conseqüências
2. Evento Kaizen. O evento essencial termina numa demonstração da alteração de um processo.
3. Acompanhamento. Padronizar os ganhos e torná-los parte de operações contínuas.

Normalmente os Eventos *Kaizen* podem variar seus prazos, durando de dois a cinco dias, embora alguns projetos sejam “relâmpagos” com prazos tão curtos quanto um dia (SHERIDAN³ *apud* CHAVES, 2010). Dessa forma dependendo do tipo de ferramenta enxuta que precisa ser implantado, o escopo do evento define a extensão do cronograma, com sua respectiva agenda, número de participantes e nível de exigência técnica, sempre levando em consideração algumas características principais destacadas por Nazareno, (*apud* CHAVES 2010):

1. Formação de uma equipe de até 12 pessoas.
2. Cumprir a missão em cinco dias.
3. A equipe deve ficar inteiramente focada na missão a ser cumprida.
4. Sua dedicação deve ser exclusiva e não ter mais nada a fazer na semana.
5. Possui prioridade na utilização de recursos fabris e na obtenção de informações. Naturalmente, por uma questão de bom senso, recomenda-se reservá-los ou, ao menos, alertar as respectivas áreas de suporte previamente.

Trabalhando-se com essa estrutura, projetos maiores podem ser divididos em pequenos *Kaizens*, cujos resultados de todo trabalho de melhoria vão começando a aparecer assim que os Eventos vão sendo concluídos, ou seja, em pequenos ciclos de implantação, com equipes inteiramente focadas na missão a ser cumprida, com um prazo de tempo curto, e desta forma, mais efetiva e rapidamente.

As fases típicas de um Evento *Kaizen*, de acordo com o Melnyk⁴ (*apud* Chaves, 2010), são:

1. Formação;
2. A documentação do processo “como está?”;

³ SHERIDAN, J. Kaizen Blitz, *Industry Week*, Vol. 246, No.16, p.19-27, 1997.

⁴ MELNYK, S. A.; CALANTONE, R. J.; MONTABON, F. L.; SMITH, R. T. Short-Term Action in Pursuit of Long-Term Improvements: Introducing Kaizen Event, *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 39, No. 4, p. 69-76, 1998.

3. Identificação de potenciais oportunidades de melhoria;
4. Um processo iterativo e imediato para introdução de melhorias e avaliação da eficácia das melhorias;
5. Apresentação dos resultados (normalmente para os gestores) e;
6. A geração da lista de ações (para acompanhamento das intervenções);

Segundo IMAI (1996) é importante ressaltar que existem dois enfoques básicos para a incorporação da melhoria:

- Inovação: processo em que a direção da empresa participa de forma única, sendo quase que nulo o envolvimento dos colaboradores, caracterizando-se pela necessidade de altos investimentos, grandes mudanças, aquisição de alta tecnologia e risco de perder o nível adquirido inicialmente.
- Processo de melhoria contínua: método onde se visa otimizar os recursos já existentes com a participação ativa dos funcionários. É caracterizada pela rapidez na implementação das melhorias e aproximação contínua do objetivo estabelecido por meio de pequenos passos.

O *Kaizen* difere fundamentalmente dos processos tradicionais de melhoria contínua porque é quase inteiramente baseado em ação, onde as equipes são as encarregadas do desenvolvimento e implementação de suas soluções, empregando um outro de nível de eficiência e velocidade, criando ou mudando processos e deixando um novo no lugar (LARAIA *apud* LIMA, 2010). Além disso, a combinação de ambos, inovação e processo de melhoria contínua, permitirá adquirir bons resultados para a empresa.

A mensagem da estratégia *Kaizen* é de que um dia não deveria passar sem que alguma forma de melhoria tenha sido feita, e para o seu criador Massaki Imai, o “*Kaizen* um guarda chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, aglutinando-as de maneira harmoniosa para tirar o máximo proveito do que cada uma oferece” (IMAI, 1996). O conceito da melhoria contínua é de que, independente de cargo ou título, todos devem admitir com sinceridade qualquer erro cometido, ou falhas que existam em seu trabalho e tentar fazer melhor na próxima vez.

2.4 As Sete Perdas

De acordo com OHNO (1997), a Produção Enxuta resulta da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios, também denominado de perdas existentes dentro de uma empresa.

SHINGO (1996) define como desperdícios:

- a) Superprodução: produzir além do que se precisa gerando estoques, aumentando os custos da produção e armazenamento, impactando negativamente o capital de giro;
- b) Espera: são decorrentes da falta de materiais para serem processados e causam a ociosidade. Podem ser provocadas pela falta de matéria prima ou ainda pela falta de transporte ou permissão para a movimentação de um posto de trabalho para o outro;
- c) Transporte: o deslocamento do produto não gera nenhuma criação de valor, e ainda sistemas inadequados de transporte podem não atender a demanda requerida pelo fluxo de produção ou danificar os produtos;
- d) Estoques: requer investimentos, muitos produtos do processo são desnecessários e também não agregam valor ao produto;
- e) Processamento: algumas operações do processo são desnecessários e também não agregam valor ao produto;
- f) Movimentação: está associada ao esforço desnecessário do operário, ocasionado por métodos inadequados de trabalho. Os movimentos desnecessários podem ocasionar refugos e retrabalhos, devido à fadiga física, por exemplo;
- g) Defeitos: ocasionam desperdícios de material e mão de obra. Os refugos geram custo e aumento do custo/homem e hora/máquina para empresa.

A Toyota assim como Ohno (1997), Womack e Jones (1998) e Shingo (1996), identificou o somente sete perdas além desses. Liker⁵ (*apud* Lima (2010)) define um oitavo desperdício como sendo a falta de criatividade dos funcionários. Já Laraia (*apud* Lima, 2010) identifica o oitavo desperdício como sendo a “informação”, e apresenta sua classificação de acordo com o Quadro 1.

⁵ LIKER, J. K. (2005). *O Modelo Toyota. 14 Principios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman.

Quadro 1- Os desperdícios clássicos do processo e como eliminá-los

<i>Desperdícios</i>	<i>Ação na área de Produção</i>	<i>Ação na Administração</i>
Superprodução	<p>Reduzir tamanho dos lotes</p> <p>Reduzir tempo de setup</p>	<p>Reduzir tamanho dos lotes de trabalho</p> <p>Reduzir tempo de preparação mental</p> <p>Encurtar rotinas de busca</p> <p>Facilitar acesso à informação</p> <p>Eliminar dados desnecessários</p> <p>Simplificar o processamento</p>
Tempo de Espera	<p>Sincronizar fluxo de trabalho</p> <p>Usar células</p> <p>Equilibrar cargas de trabalho</p> <p>Treinamento múltiplo</p> <p>Dicas sobre sistemas visuais</p>	<p>Combinar trabalho em uma estação de trabalho</p> <p>Co-alocar trabalho seqüencial</p> <p>Treinamento múltiplo para eliminar a carga de trabalho</p> <p>Acesso a informação com um toque</p> <p>Dicas sobre sistemas visuais</p>
Transporte	<p>Usar células</p> <p>Espaço compacto</p> <p>Ter menor Fornecedores, mas mais próximos</p> <p>Minimizar número de movimentação de material</p>	<p>Eliminação do papel ou redução de processos de papel</p> <p>Estação de trabalho com uma parada On-Line com fornecedores</p>
Próprio Processamento	<p>Redesenhar - eliminar peças</p> <p>Redesenhar - simplificar desenhos das peças</p> <p>Rever - todos os passos do processo são necessários</p> <p>Estabelecer trabalho padrão</p> <p>Ação à prova de falhas para eliminar trabalho</p>	<p>Simplificar - eliminar trabalho desnecessário</p> <p>Estabelecer sistema de trabalho padrão</p> <p>Processos à prova de falha para eliminar retrabalho</p>
Estoque	<p>Reduzir tamanho dos lotes</p> <p>Reduzir tempos totais</p> <p>Sincronizar fluxos de trabalho</p> <p>Minimizar interrupções de fluxo</p> <p>Criar capacidade para lidar com picos de carga</p>	<p>Reduzir tamanho dos lotes para processamento</p> <p>Minimizar verificações e revisões</p> <p>Sincronizar fluxo de trabalho</p> <p>Minimizar interrupções de fluxo</p> <p>Criar capacidade para lidar com picos de</p>

		carga
Movimento	Tome importante cada movimento de pessoas ou máquinas Organize o layout: 5S Sistema de visibilidade	Eliminar movimentos buscando acesso de uma parada ao invés de rodar ao redor Organizar o layout: 5S Sistema de visibilidade
Defeitos	Padrões lógicos de qualidade Documentação disciplinada, mas flexível	Padrões lógicos de qualidade Documentação disciplinada, mas flexível Trabalho padronizado Processo à prova de falhas
Informação	Reduzir desperdício do processo Facilmente compreensível Sistemas de visibilidade Facilitar o acesso ao banco de dados Precisão de registro	Reduzir desperdícios Facilmente compreensível Sistemas de visibilidade Facilitar o acesso ao banco de dados Precisão do registro

Fonte: Laraia (apud Lima 2010)

De acordo com Lima (2010) as abordagens tradicionais de melhoria de processos estão focadas em identificar os pontos de eficiência locais, dirigindo suas ações ao equipamento, aos processos que agregam valor, e melhore o tempo tornando o ciclo mais rápido, ou substituído o funcionário por equipamento automatiza. Esse tipo de estratégia poderá trazer certa porcentagem significativa de melhoria, caracterizando um processo de inovação, mas pode apresentar pouco impacto ao fluxo de valor da cadeia. Sem o pensamento enxuto, fica difícil observar e identificar as oportunidades de eliminação ou redução das perdas, através da diminuição das atividades visando à redução dos desperdícios. .

2.5 *Just in Time*

Para Pascal (2008), produzir o item necessário na hora e quantidade certa, não antes que forme estoques, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar, é o que define “*Just in Time*” (*JIT*), expressão de origem inglesa, adotada pelos japoneses que segundo OHNO surgiu na Toyota Motor Co, qualquer outra coisa leva a “*muda*” (desperdício).

De acordo com Corrêa (1996), o *JIT* tem uma abrangência muito maior do que uma técnica ou conjunto de métodos de administração da produção, sendo considerada uma completa “filosofia”, na qual podemos incluir aspectos de administração de materiais, gestão da

qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

Ohno (1997) resume a filosofia *Just in Time (JIT)* em um sistema de programação para puxar o fluxo de produção e um sistema de controle de estoques, o que significa que cada processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e local certo. O objetivo do *JIT* é identificar, localizar e eliminar os desperdícios relacionados a atividades que não agregam valor, reduzindo estoque e garantindo um fluxo contínuo de produção.

Ao discutir com um executivo da *Toyota* Pascal (2008) ilustra o *JIT* como sendo apenas algumas simples regras:

1. Não produza um item sem que o cliente tenha feito pedido;
2. Nivele a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranqüila em toda fábrica;
3. Conecte todos os processos à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples (Kanbans);
4. Maximize a flexibilidade de pessoas e máquinas.

A qualidade e a flexibilidade são os objetivos fundamentais do sistema *JIT*, colocando duas metas de gestão acima de qualquer outra: a melhoria contínua e o ataque incessante aos desperdícios. A sua atuação cria um cenário onde esses dois objetivos se dão de maneira integrada, sendo que qualidade e flexibilidade, quando estabelecidos quanto ao processo produtivo, têm um efeito secundário significativo sobre eficiência, velocidade e confiabilidade do processo (CORRÊA e CORRÊA, 2004).

2.6 Os Cinco Princípios

Como toda filosofia que se toma como diretriz, seja ela em qualquer que seja o cenário em discussão, crie-se princípios que sustentam a sobrevivência da ideologia, na Manufatura Enxuta, são definidos como fundamentais cinco princípios que visam a eliminação das perdas, sendo eles os responsáveis pela orientação das empresas que adotam o Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*).

Para uma melhor compreensão desses princípios, devemos conceituar o significado de “Valor Agregado” ou simplesmente “Valor”, ou seja, o valor real de um produto, processo ou sistema é o grau de aceitabilidade de um produto pelo cliente, o que o torna parâmetro para o seu

valor econômico. Do ponto de vista mercadológico, quanto maior o valor real de um item sobre outro concorrente, maior será sua probabilidade de vencer a concorrência, dessa forma oferecer produtos ou serviços valorizados a partir da perspectiva do cliente, com certeza formaliza-se vantagens competitivas consideráveis (WOMACK e JONES, 1998).

Womack e Jones (1998) definem cinco princípios do pensamento enxuto com precisam, oferecendo uma valiosa colaboração para a gestão de processos:

2.6.1 Especificação de Valor

O ponto de partida para mentalidade enxuta é definir o que é valor, sendo ele especificado pelo cliente final, e não pela empresa. Cria-se uma exigência de que o produto deve ter requisitos que atendam as necessidades dos clientes com um preço específico e entregue o em um prazo adequado. Levando em consideração que a empresa cria este valor, concebe, projeta, produz, vende e entrega quaisquer características ou atributos do produto que não atendam as percepções do valor do cliente representam oportunidades de melhoria.

2.6.2 Identificação da Cadeira de Valor

O conjunto de todas as mobilizações de esforços ou ações específicas necessárias para a transformação deste produto é o que caracteriza a sua cadeia ou fluxo de valor. Identificar e mapear o fluxo de valor, é tarefa fundamental para se enxergar os desperdícios em cada processo e implementar ações para eliminá-los, criando um ciclo virtuoso da melhoria contínua, obtendo a cada análise um novo fluxo de valor otimizado.

Dessa forma a identificação da cadeia de valor consiste em mapear o conjunto de atividades, analisando cada etapa do processo de diferentes perspectivas de criticidade, ou seja, atividades que efetivamente agregam valor, as que não agregam valor e as que são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, mas não agregam valor.

2.6.3 Fluxo de Valor

Segundo Womack e Jones (1998), depois de concebido o valor especificado para determinado produto e o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valor devem ser eliminadas, sendo que é fundamental que o valor flua no processo, suave e continuamente, dentro de três fases gerenciais críticas: solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física.

Dessa forma, após a compreensão dos dois princípios anteriores, o passo seguinte do pensamento enxuto é criar condições para que o fluxo otimizado de valor flua de forma harmônica durante seus processos até a chegada do produto ao cliente final, redefinindo as competências dos setores, permitindo que estes contribuam de maneira efetiva na criação de valor.

2.6.4 Produção Puxada

Trazendo os conceitos do *JIT* para o nicho dos processos, Womack e Jones (1998), ressaltam a restrição de não se fabricar nenhum produto, a menos que seja necessário, e neste caso, que se fabrique o produto rapidamente.

O princípio de puxar a produção visa evitar a acumulação de estoques de produtos em processo e acabados, garantindo o fornecimento daquilo que o cliente deseja quando ele precisa, dessa forma, eliminasse estoques, dando valor ao produto e acarretando ganhos em produtividade.

2.6.5 Busca da Perfeição

Os focos das ações de todos os envolvidos nos fluxos de valor devem ter como objetivo a perfeição. Ao se intensificar a compreensão dos outros quatro princípios, aplicados de forma interativa, surgem novos desperdícios e novos obstáculos ao fluxo de valor, gerando novos desafios, ou seja, oportunidades de melhoria. Trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia, concretizando seu ciclo virtuoso de melhorar continuamente.

Fazendo com que o fluxo de valor flua e com que os clientes puxem o valor da empresa, a produtividade empresarial conseqüentemente aumenta e os custos diretos e indiretos diminuem. A incorporação desses princípios a filosofia de trabalho da empresa, desempenha uma força de transformação muito forte na iniciativa enxuta, que está na especificação correta do valor par ao cliente final.

2.7 Principais Ferramentas

A concepção da mentalidade enxuta em uma organização é amparada por uma gama de ferramentas aplicáveis, que se diferenciam entre si pela nomenclatura, objetivo, pré-requisitos, tempo e forma de aplicação e também pelas suas limitações. As ferramentas enxutas ou de qualidade como são conhecidas podem ser consideradas métodos, aplicações de atividades, modelos gráficos, exames de processo, entre outras formas que ao final das contas,

todas possuem o objetivo de proporcionar uma melhor percepção do cenário em questão, a fim de se elevar a produtividade, competitividade e a qualidade juntamente com a diminuição do custo.

É fundamental o conhecimento de alguns conceitos para se compreender de forma completa o assunto, sendo que a baixo, serão apresentadas algumas ferramentas consideradas essenciais para a obtenção dos resultados positivos.

2.7.1 Mapa de Fluxo de Valor

O mapeamento do Fluxo de Valor é uma das ferramentas fundamentais da Produção Enxuta, que de acordo com Rother (2002), se baseia em uma técnica de modelagem proveniente da metodologia Análise de Linha de Valor.

O *VSM (Value Stream Map)* consiste no processo de identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente ao produto. Esse é um processo de observação e compreensão do estado atual e o desenho de um mapa dos processos que se tomará na sua base para o *Lean*, ou seja, é uma representação visual de cada processo no fluxo do material e informação real que se reformulam um conjunto de questões chaves e desenha um mapa do estado futuro de como a produção deveria fluir.

Para a elaboração do mapeamento do fluxo de valor, são necessárias algumas métricas, conforme explica a Figura 2.

O tempo *takt (takt time)* é o tempo máximo necessário para se fornecer uma peça e é uma forma de sincronizar a produção das células de manufatura. Ele é calculado dividindo-se o tempo disponível para fabricação pela quantidade a se produzida, conforme manda a demanda dos clientes (ROTHER, 2002).

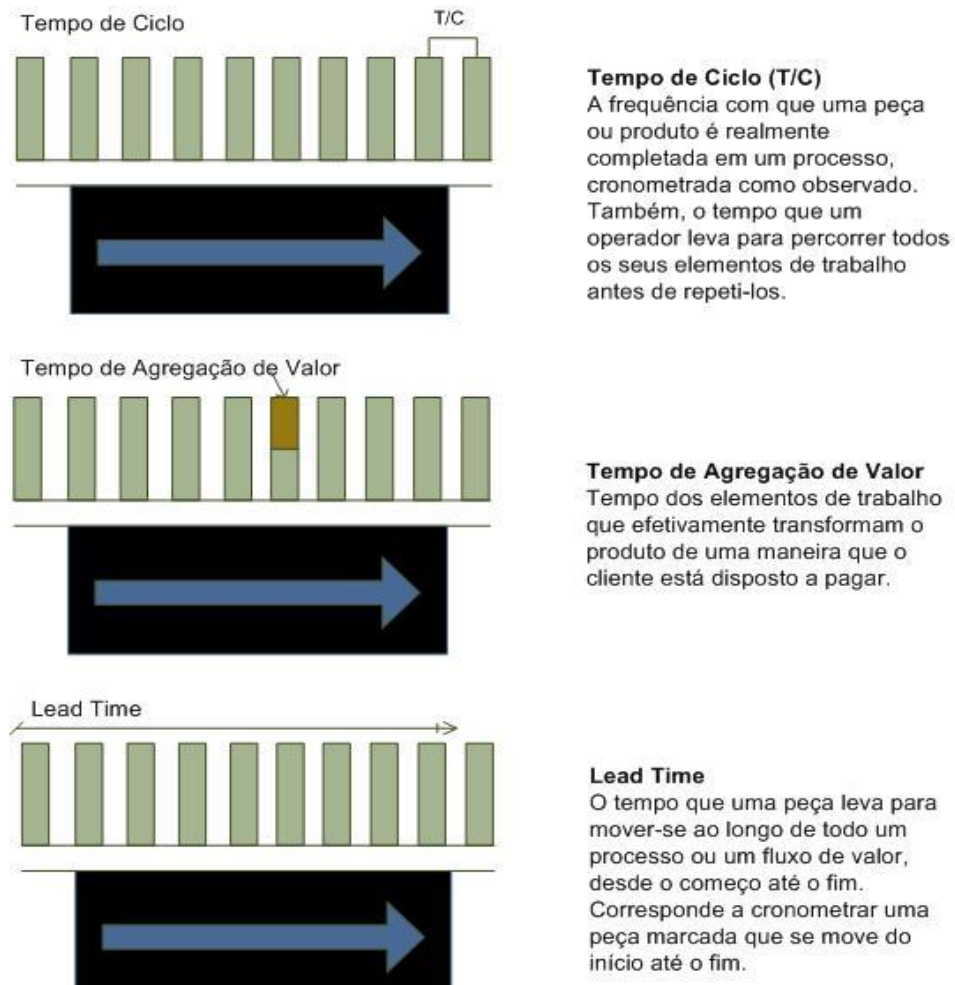


Figura 2 - Métricas Lean
Fonte: Rother (2002).

Outra definição importante é o Balanceamento das Operações, aplicado para distribuir o esforço mais ou menos de modo equivalente entre os membros, considerando o tempo necessário para se realizar cada operação e tentar várias combinações de operadores e tarefas designadas para determinar um melhor ajuste a fim de se atender o tempo *takt*. A Figura 3, adaptada Rother (2002), tem como objetivo ilustrar um caso fictício de balanceamento das operações.

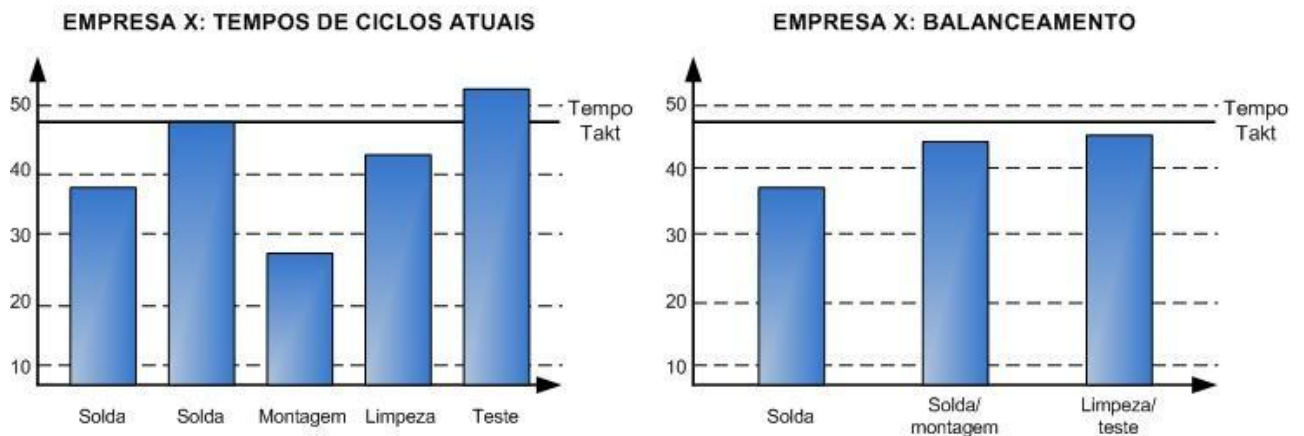


Figura 3 - Balanceamento de Operações
 Fonte: Adaptado de Rother (2002).

Além do Tempo Takt, outra variável do processo que deve ser levada em conta para o balanceamento da linha é o Tempo de Setup. Esse elemento é definido como intervalo de tempo decorrido da troca de processo da última peça boa de um lote até a produção da primeira peça do próximo lote (PINHO, 2005). O tempo de preparação das máquinas para a fabricação de determinado componente é definido como Setup, sendo este um fator limitante dos processos, já que este processo de preparação pode consumir boa parte do tempo disponível para a produção, tornando os processos mais inflexíveis, demandando estratégias de produção que supram a demanda de peças e suas variações quanto aos tipos.

2.7.2 5S (*Housekeeping*)

A eficiência do trabalho está diretamente ligada à satisfação do colaborador, e o seu ambiente físico acaba se tornando uma interface da transformação e concepção dos produtos. Para que esta relação se dê de forma harmoniosa, o ambiente de trabalho deve oferecer acessibilidade ao operador, facilitando suas tarefas e motivando-o para mantê-lo e melhorá-lo.

O programa 5S tem como objetivo a melhoria do ambiente de trabalho, oferecendo uma interatividade mais acessível ao operador. Segundo Francisco e Hatakeyma (2008), o 5S é um sistema aparentemente simples, onde as palavras japonesas que formam seu nome (“*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*”), traduzidas para o português, tomam um significado de “senso”, o que significa que a busca por essa melhoria do ambiente de trabalho promove uma cultura de bons hábitos de para a organização.

De forma mais detalhada, essas diretrizes do programa 5S são definidas como:

- *Seiri* – Senso da Utilização: consiste em promover o descarte de tudo aquilo que não é necessário, mantendo apenas o mínimo de recursos para apoiar as operações rotineiras, sem que o trabalho seja comprometido.
- *Seiton* – Senso da Ordenação: este senso tem como objetivo colocar tudo em ordem, sendo que cada coisa tenha seu lugar definido e apropriado. Essa organização deve seguir critérios de alocação, levando em consideração as características dos objetos, modos de armazenagem, lugares apropriados, e etc. A padronização é a base dessa etapa do programa, oferecendo um sistema de identificação visual e inventário que facilite o acesso das ferramentas, materiais, e máquinas do processo.
- *Seisou* – Senso da limpeza: consiste em eliminar o lixo e sujeira, fazendo faxinas periódicas, tornando mais fácil a detecção de problemas. A limpeza disciplina os hábitos humanos, além de fornecer oportunidades de inspeções preventivas.
- *Seiketsu* – Senso de Saúde: é importante que as causas de desordem sejam eliminadas, estabelecendo condições melhores para se trabalhar, promovendo o trabalho em equipe, respeito mútuo, e um ambiente de trabalho harmonioso, onde a saúde e integridade do operador sejam garantidas.
- *Shitsuke* – Senso de Autodisciplina: ilustra basicamente a disciplina dos “S” anteriores, mantendo todas as melhorias realizadas. Para que esse princípio seja absorvido é importante estabelecer estratégias de incentivos para que esses valores sejam incorporados.

2.7.3 Arranjo Físico Celular

As disposições físicas dos recursos que ocupam o espaço dentro da instalação de operação configuram seu arranjo físico (Corrêa e Corrêa, 2004).

Rother e Harris (2002) definem célula como um arranjo de pessoas, máquinas materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem seqüencial, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo.

O arranjo físico celular, segundo Slack (2002), é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram. Depois de serem processados na célula, os recursos transformados podem prosseguir para outra célula.

Segundo Argdoud (2007), o arranjo físico celular baseia-se no agrupamento de peças em famílias. Uma família possui peças com características de projeto e/ou processo como forma, composição do material, ferramental, controles. No arranjo físico celular as máquinas agrupadas são capazes de realizar um conjunto de operações diferentes, mas suficiente para produzir uma gama de peças completas na saída. Tipicamente, há muito fluxo dentro da célula e pouco fluxo entre as células. A Figura 4 ilustra um exemplo de arranjo físico celular:

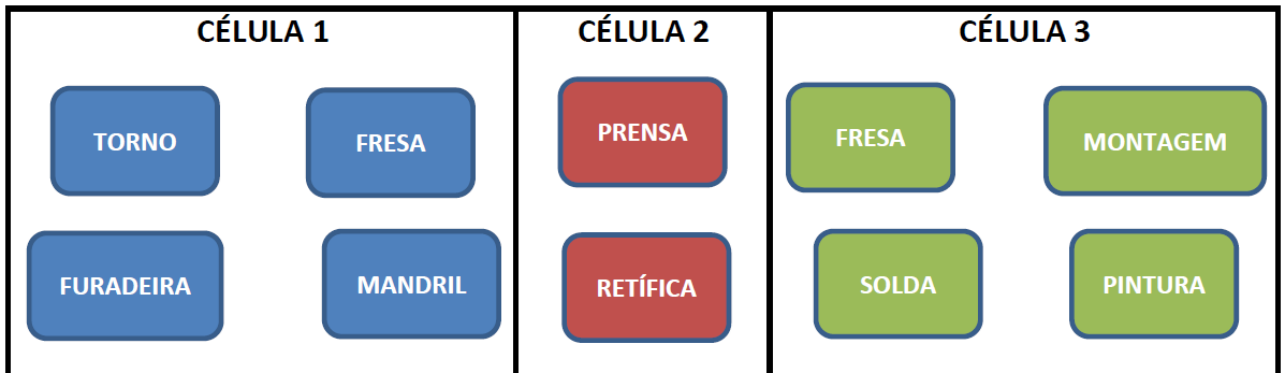


Figura 4 - Arranjo Físico Celular
Fonte: Argoud (2007)

2.7.4 *Brainstorming*

A palavra *Brainstorming* traduzida para o português tem o significado de “tempestade de idéias”, sendo uma metodologia que estimula a busca de soluções criativas. A concepção dessas soluções segue um formato, onde um determinado grupo de pessoas que sugerem idéias para a resolução de problemas de maneira aleatória e sob um conjunto de regras simples (ROSENFELD, 2006).

2.7.5 *Autonomação (jidoka)*

Para Pascal (2008) a palavra *jidoka* consiste de três caracteres chineses. O primeiro, *ji*, se refere ao próprio trabalhador, Se ele sente que “algo não está bem”, ou que “está criando um defeito”, deve parar a linha. *Do* se refere ao movimento, ou trabalho, e *ka* ao sufixo ação. Juntando as partes, *jidoka*, tem sido definido pela Toyota como “automação com uma mente humana” e se refere aos trabalhadores e às máquinas inteligentes identificando os erros e decidindo por contramedidas rápidas.

Na Toyota Pascal (2008) começou a entender que *jidoka* é criar processos livres de defeitos por constantemente fortalecer:

- A capacidade do processo;

- A contenção, onde os defeitos são rapidamente identificados e contidos em uma zona;
- O *feedback*, para que rápidas contramedidas possam ser tomadas.

Pascal (2008) também começou compreender que *jidoka* representa uma revolução no gerenciamento de qualidade que talvez ainda não tenha sido totalmente compreendido. Altos índices de defeitos provocam paradas freqüentes de linha, o que torna o fluxo e o sistema puxado impossíveis. Sistemas *kanban* caem em colapso quando peças defeituosas são expedidas, refletindo na produtividade, *lead times*, sem contar que os custos vão às alturas.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da Empresa

O objeto de estudo desta pesquisa é uma empresa situada no Estado do Paraná, atuante no setor metal-mecânico, abrangendo estratégias de negócios e mercado em todo território nacional e também com vendas quase inexpressivas para o exterior (menos de 1% do faturamento mensal). As regiões que respondem pela maior parcela do seu faturamento são: o estado de São Paulo, do Rio de Janeiro e de Minas Gerais.

A empresa conta com um número de funcionários que vem variando nos últimos meses entre 160 e 170 funcionários e sua capacidade é de produzir 150 unidades ao dia de seu produto principal que varia entre duas linhas principais com mais duas linhas secundárias. Além disso, a empresa também revende produtos de outras empresas, entretanto a maioria dos seus processos são internos sendo que poucos deles são realizados por terceiros.

O setor fabril da empresa é subdividido em três grandes setores, aonde dois deles alimentam o terceiro setor, o de montagem, onde é concebido o produto final. Ao final da linha de montagem reside o setor de expedição que armazena os produtos acabados. Ainda como áreas de apoio à produção temos os setores do almoxarifado, que armazena a matéria-prima e os componentes fornecidos por terceiros, planejamento e controle de produção (PCP), tecnologia da informação (TI), compras, qualidade e engenharia. Já os setores responsáveis pelos processos administrativos e de vendas são configurados em comercial, financeiro e contabilidade.

Os projetos de produtos são fundamentados nos conceitos de funcionalidade, durabilidade, ergonomia, segurança e custo benefício, tendo como diretriz de construção a norma ASME (EUA) e a NR13 (Ministério do trabalho – Brasil), referentes aos processos de soldagem e consolidação de caldeiras e vasos de pressão.

A obediência às normas garante um produto final de altíssima qualidade, não deixando nada a desejar em relação ao que se comercializa. Para comprovar essa afirmativa, a empresa concedente ao estudo convidou a SGS do Brasil, membro do Grupo SGS (*Société Générale de Surveillance* - Membro da Federação Internacional de Agentes de Inspeção, IFIA), reconhecido mundialmente em mais de 140 países, que verificou "in loco" a adequação dos processos produtivos.

Sua estrutura organizacional matricial forte é departamentalizada sendo que as diretrizes estratégicas da empresa são direcionadas pelo Diretor Superintendente, membro pertencente a alta gerencia da empresa, patrocinado por um time de investidores. O grupo funcional, todo subordinado a diretoria, é liderado por uma equipe de Gerentes que responde pelas decisões e projetos de natureza tática, que contam com seus supervisores, analistas e auxiliares para as atividades e processos operacionais.

As vendas e o relacionamento com o cliente são funções de responsabilidade do setor Comercial, e os processos financeiros e administrativos são inerentes respectivamente aos setores Administrativo e Financeiro. Já os processos operacionais, especificações de produto, e indicadores operacionais são geridos pelo Sistema de Gestão da Qualidade normalizado pela ISO9001, e a Engenharia é responsável pelos processos de fabricação e também pelo desenvolvimento de produtos.

A função Produção tem como responsabilidade a gestão dos três setores fabris, responsáveis pela consolidação de componentes e da montagem dos produtos. Um deles é responsável pela fabricação dos componentes originadas do processo de usinagem. O outro confere a produção de componentes oriundos de processos de caldeiraria, estampagem, repuxo e soldagem. E o terceiro setor fabril é responsável pela montagem dos membros componentes dos produtos finais direcionados aos clientes.

Como estratégia competitiva mantém-se a diretriz da melhoria contínua, visto que a adequação das suas responsabilidades são definidas de acordo com o mercado onde se está inseridas e também sobre as características de valor que se deseja obter no produto oferecido. Para isso, o *Lean Manufacture* foi inserido ao processo de melhoria contínua oferecendo uma melhor perspectiva de resultados para a empresa, direcionando de maneira mais eficiente as ações de mudanças na empresa, tanto no aspecto financeiro, como também cultural. De maneira mais simples, é ilustrada na Figura 5 a estrutura funcional e organizacional da empresa concedente do estudo de caso.

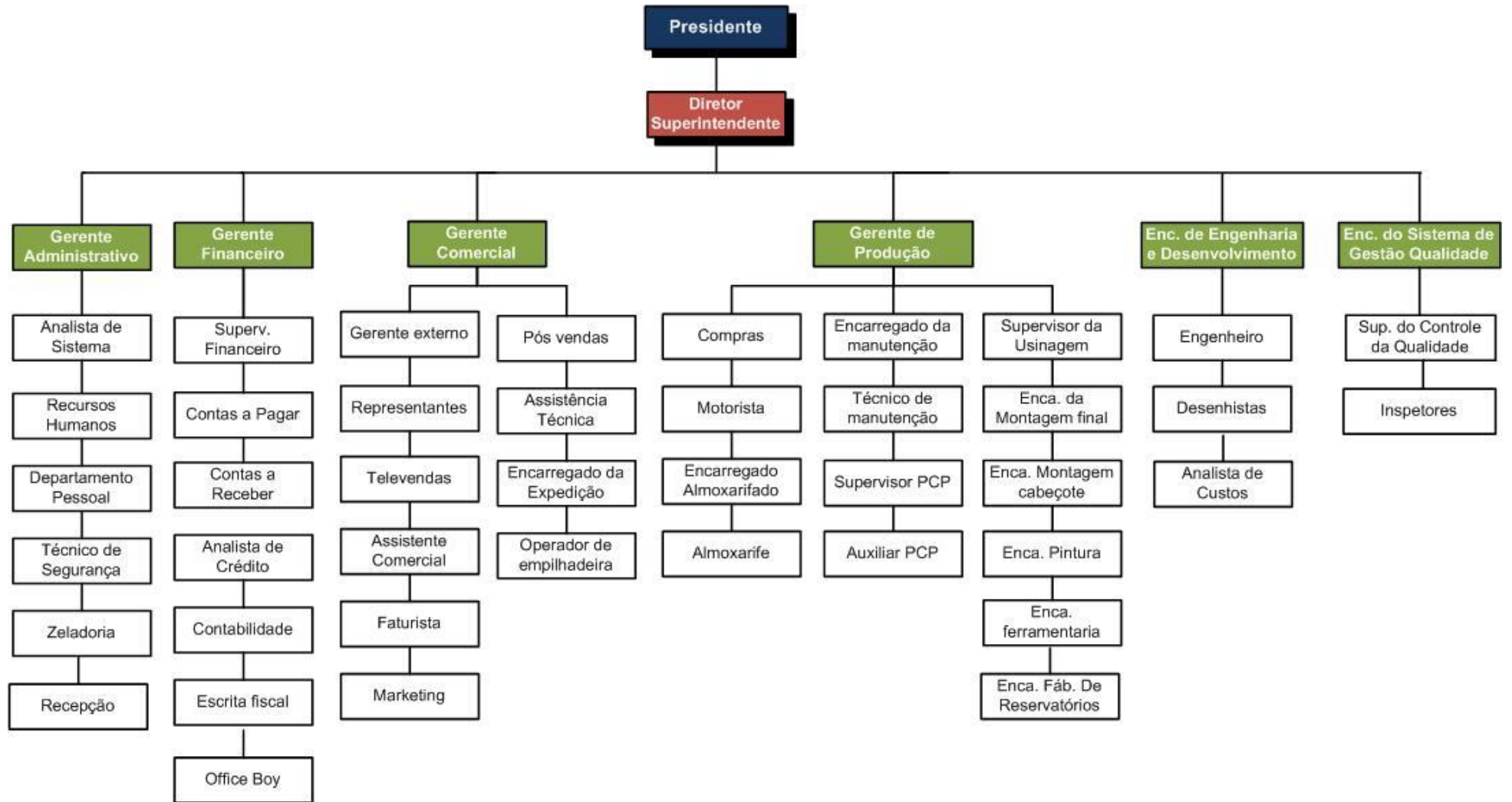


Figura 5 - Organograma
Fonte: Empresa Concedente

3.2 Caracterização do Processo

O processo de fabricação é observado perante uma grande gama de processos da metalurgia, dentre eles usinagem, caldeiraria, estampagem, repuxo e solda. Além disso, o objeto de estudo é parte integrante de um dos produtos fabricados na empresa e o chamaremos de “*componente*”, sendo que o mesmo tem uma variação de sete modelos que variam de tamanho conforme sua aplicação,

Para a classificação dos sete modelos do *componente* utilizaremos uma nomenclatura que varia de forma crescente de acordo com o tamanho dos modelos, que ganham uma referência alfabética, conforme se aumenta o tamanho do componente (*Componentes A, B, C, D, E, F e G*).

O processo de fabricação do *componente* é idêntico para todos os modelos, sendo que seu início da transformação é dada pelo corte da chapa de aço plana, que é recebida do fornecedor de acordo com uma especificação de medidas (espessura, largura e comprimento), garantindo a eficiência do processo de corte. Essa chapa bruta é processada em uma guilhotina que abastece não só a célula do *componente*, mas também uma segunda célula de fabricação, que parte para seu processo subsequente, mais um corte, dando origem a sua geometria final. Com auxílio de uma matriz, a prensa hidráulica (*prensa hidráulica 1*) faz o segundo corte na chapa de aço, que sofre um processo de repuxo na sua terceira etapa de fabricação, também realizada por matrizes, mas em uma segunda prensa hidráulica (*prensa hidráulica 2*). E como etapas finais de agregação de valor têm a quarta etapa de processamento do *componente*, caracterizado por fazer uma borda na parte inferior do *componente*.

Como processos ainda pertencentes ao processo de fabricação em estudo, podemos citar um último processo que ocorre durante o processamento do *componente*, a lavagem, que não agrega valor ao produto, mas é imprescindível para a operação subsequente, a soldagem. Além do processo de lavagem podemos citar processos de movimentação e espera entre os processos de corte pela guilhotina e corte pela *prensa hidráulica 1*, e também entre o processo de rebordeamento e lavagem do *componente*.

Para ilustrar de maneira mais objetiva o processo de fabricação criou-se um fluxograma do processo produtivo representando os processos de agregação de valor, os processos fundamentais e também os processos que não agregam valor. A Figura 6 representa com mais detalhes todas as etapas do processo de fabricação do *componente*.

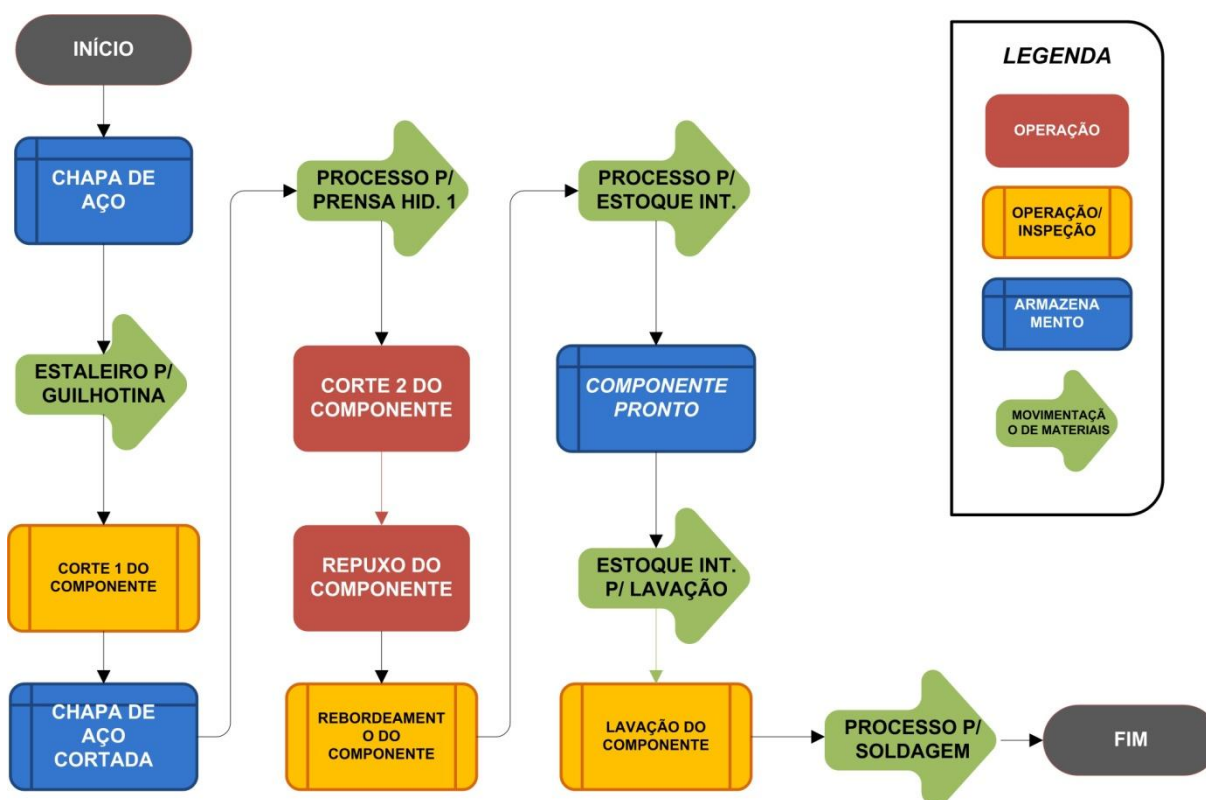


Figura 6 - Processo de Fabricação *COMPONENTE*

O processo ilustrado acima é composto por uma Guilhotina que é responsável por elaborar o primeiro corte, duas prensas hidráulicas que elaboram os processos de corte em geometria e repuxo respectivamente, e uma quarta máquina dedicada realiza o rebordeamento. Dois operadores são necessários para operar a Guilhotina, e um terceiro operador é responsável pela fabricação do *componente* que passa pelas prensas e rebordeadeira, além de um quarto operador que é solicitado quando se faz necessário a lavagem das calotas para serem utilizadas no processo de soldagem.

Os processos de movimentação de materiais são de responsabilidade do líder do setor que utiliza a empilhadeira para movimentar os lotes que são processados na guilhotina e que vão da guilhotina para a prensa hidráulica 1. O *componente* é movimentado um a um dentro da célula de fabricação pelo próprio operador das máquinas, que também realizada a carga e descarga das máquinas.

Um movimentador de materiais é responsável por movimentar os *componentes* prontos sujos, armazenados em caixas metálicas, para um *almoxarifado intermediário*. O armazenamento e a movimentação do lote de volta para célula, que é solicitada quando se faz necessário a lavagem dos *componentes* para a sua utilização no processo de soldagem, também é de competência do movimentador de materiais.

É importante ressaltar que as duas prensas hidráulicas e a rebordeadeira fazem uso de ferramentas dedicadas para a fabricação dos modelos de *componentes* e toda a vez que é solicitada a fabricação de um determinado modelo, é necessária a realização de um setup (preparação da máquina), que é realizada pelo líder do setor e também pelo operador das prensas e rebordeadeira.

A Figura 7 representa o Layout do setor e evidência a área física referente a fabricação do componentes.

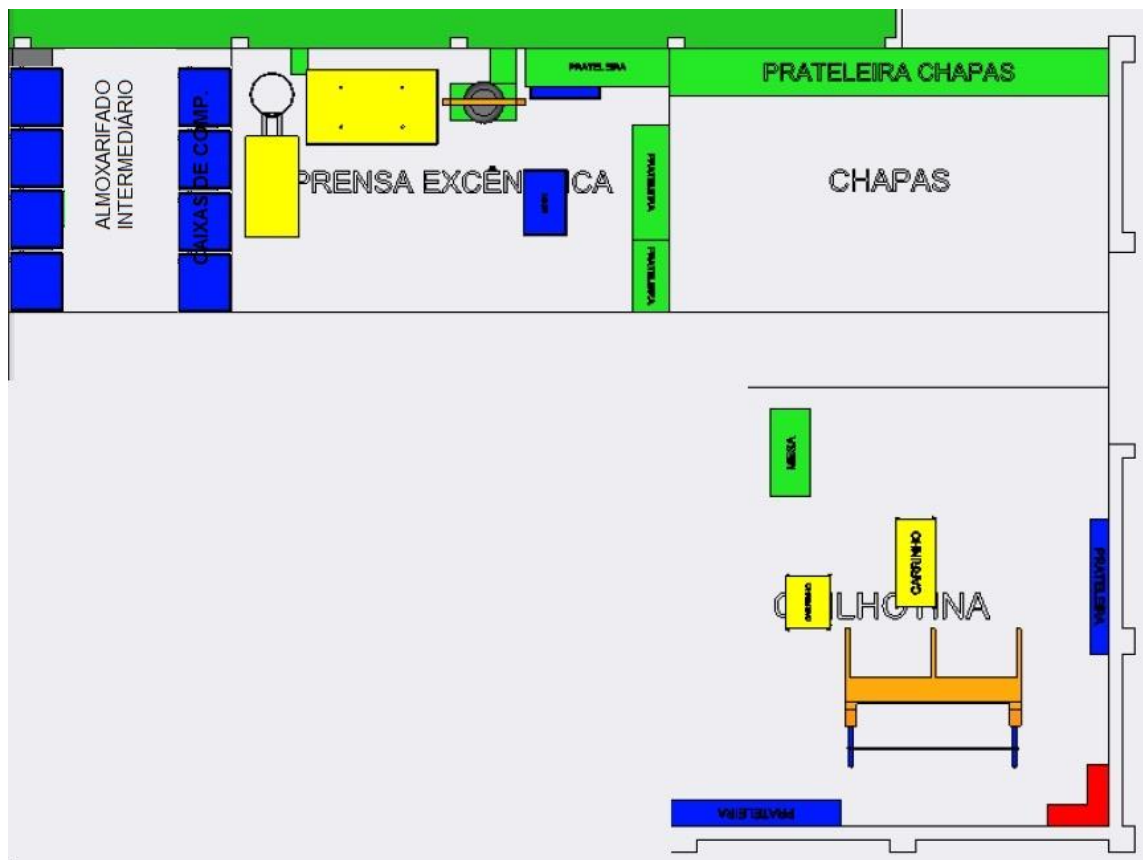


Figura 7 - Layout de Fabricação do *COMPONENTE*

3.2.1 Análise de Eficiência

Para evidenciar de forma quantitativa o rendimento da linha, primeiramente analisou-se a produtividade mensal da célula de fabricação, sendo que se considerou um período de um ano (ano de 2011) para a observação. A fim de se obter uma percepção de quão eficiente a célula estava sendo, primeiramente coletou-se informações dos volumes produzidos no período de acordo com os seus modelos, e para a análise da eficiência, confrontou-se a informação da produção real com a produção planejada, gerando um indicador de eficiência da célula. Dessa forma se é possível observar qual fora o rendimento da célula.

Para ilustrar a análise, confeccionou-se uma tabela (Tabela 1 – Produtividade Célula de Componentes) contendo informações referentes aos volumes produzidos dos respectivos modelos de *componentes*, além do cálculo da média mensal e semanal dos modelos. Além disso, a tabela conflita o volume produzido com o planejado a fim de se obter a eficiência média da célula. É apresentada a Tabela 1.

Tabela 1 - Produtividade Célula de Componentes

PRODUÇÃO MENSAL DE COMPONENTES														
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Média / Semana
Modelo														
Componente A	110	0	118	0	0	120	0	0	116	0	120	0	49	12
Componente B	0	120	0	115	0	0	0	119	0	118	0	0	39	10
Componente C	238	236	240	239	478	240	478	474	239	240	243	238	299	75
Componente D	2486	2988	2990	1910	2998	2496	2998	2480	2988	3494	2490	1992	2693	673
Componente E	118	0	0	236	120	120	0	118	120	0	116	118	89	22
Componente F	120	350	238	118	238	240	240	356	358	238	358	238	258	64
Componente G	476	238	478	476	478	480	480	238	240	230	240	478	378	94
Total Produzido	3548	3932	4064	3094	4312	3696	4196	3785	4061	4320	3567	3064	3803	951
Total Planejado	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	1260
Eficiência	70%	78%	81%	61%	86%	73%	83%	75%	81%	86%	71%	61%	75%	75%

Outro parâmetro que se deve levar em consideração para a análise de eficiência da linha é a capacidade de produção da célula. Desta análise podemos avaliar os prováveis gargalos, os mecanismos ineficientes, se a produção atende ou não a demanda solicitada, além de poder avaliar o comprometimento do operador com a produção. A capacidade da linha é determinada em como estão dispostos os mecanismos de fabricação ou postos de trabalho, em como estão definidos os procedimentos operacionais e também em quais os meios físicos de transformação (máquinas, ferramentas, dispositivos, etc.).

Para evidenciar os números da capacidade mapeou-se o processo de fabricação, e posteriormente fez-se a coleta dos tempos dos processos da linha. É importante ressaltar que os desperdícios foram levados em conta e o cálculo total nos dará o lead time de entrega do *componentes*, ou seja, estaremos evidenciando o tempo de processamento que efetivamente agrega valor e o que é desperdício. Compilando as informações geradas nas Figuras 6 e 7, se construiu a Figura 8, um mapofluxograma do processo de fabricação, representando o padrão operacional que o operador segue dentro da célula de fabricação, e a Tabela 2 ilustra a compilação dos dados para análise de capacidade.

Como resumo da caracterização atual do processo, ainda com o intuito de se apresentar os indicadores de resultados da célula de produção, é importante avaliar mais a fundo o nível de agregação de valor que o produto está sofrendo. Outra informação importante que se pode concluir da análise quantitativa é o quão eficiente as atuais estratégias e *trade-off's* de produção estão contribuindo para o melhor aproveitamento dos recursos. A eficiência da célula depende totalmente do desenho do processo e também de como ele é gerido, ou seja, de como estão sendo aproveitados os recursos da produção.

O tamanho do lote de processamento (lote econômico), o tempo de setup, o tempo de parada de máquina e o tempo de trabalho efetivo do colaborador, também têm influência direta no resultado da célula. A Tabela 3 apresenta os dados relativos às estratégias de programação da produção, que é responsável pela gestão da informação dentro da célula, ditando quais modelos e volumes devem ser processados, a fim de se abastecer o setor de solda, e também pelas informações compiladas referentes ao processo.

Tabela 3 - Análise de Eficiência

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA				
MODELO	PRODUÇÃO (mensal média em unidades)			
	Lote Econômico	Produção Planejada	Produção Apontada	Saldo
Componente A	120	100	49	-51
Componente B	120	100	39	-61
Componente C	240	400	299	-101
Componente D	500	3000	2693	-307
Componente E	120	250	89	-161
Componente F	120	500	258	-242
Componente G	240	690	378	-312
TOTAL	-	5040	3805	-1235
MODELO	PROCESSO (tempo médio em minutos)			
	Tempo de Setup	Lead Time Processo	Capacidade Processo	% Agregação de Valor
Componente A	50	1202,43	2,43	0,20%
Componente B	48	1202,48	2,48	0,21%
Componente C	48	1202,37	2,37	0,20%
Componente D	55	1202,3	2,30	0,19%
Componente E	75	1202,24	2,24	0,19%
Componente F	80	1203,31	3,31	0,28%
Componente G	75	1203,39	3,39	0,28%
TEMPO MÉDIO	62	1202,65	2,65	0,22%

A observação dos dados apresentados tem a finalidade de retratar a atual situação da célula de fabricação de *componentes*, dados esses referente ao processo e as estratégias de produção que refletem a relação entre processo e gestão de recursos, e os resultados atingidos no período analisado.

O tamanho do lote econômico acrescenta a característica de inflexibilidade ao processo, o volume produzido ao termino do processamento do lote têm quase que a demanda necessária para o fechamento do mês, limitando a formação das estratégias de *setup*. A percentagem de agregação de valor é dada por uma relação matemática entre capacidade do processo e *Lead Time*, podendo-se observar a eficiência do processo em relação a utilização dos seus recursos físicos.

É perceptível e evidente que existe um déficit na competência da célula em cumprir o volume planejado, além disso, é importante ressaltar que os indicadores e parâmetros de controle são de extrema importância na hora de formularmos um *feedback* do setor.

Essas informações compilam um retrato do cenário atual do setor, e são a base da tomada de decisão dos gestores na hora de se definir as diretrizes da gestão, novas estratégias e incentivar projetos de melhoria de processo.

3.3 *Blitz Kaizen*

A realização da *Blitz Kaizen* seguiu uma ordem de etapas que constitui o projeto em 6 passos. A Figura 9 apresenta um fluxograma que descreve as atividades do projeto. Nas seções seguintes são descritas cada uma das etapas.



Figura 9 - *Blitz Kaizen*

3.3.1 Formação da Equipe

A formação da equipe é o que caracteriza o início do evento *kaizen*. Com o intuito de se criar um time que consiga um tempo de resposta rápido para a resolução dos problemas, convidasse pessoas de setores que fazer parte da rotina do projeto, onde o time multidisciplinar é estimulado a criar soluções críticas para os problemas evidenciados. Pessoas que estão de fora da rotina de trabalho da célula, tendem a ter uma percepção diferenciada do processo, se atentando a detalhes que se tornam mais comuns aos olhos de quem passa o dia a dia vivendo o processo.

Dessa forma foi selecionado um time multifuncional de doze pessoas, escolhidas estrategicamente, de acordo com suas competências nas suas determinadas áreas de trabalho e também pessoais. A Tabela 4 apresenta o time convidado para o desenvolvimento do projeto.

Tabela 4 - Equipe *Kaizen* Fabricação de COMPONENTES

Kaizen Célula de Fabricação de Componentes			
Ítem	Nome	Setor	Tempo de Empresa
1	<i>Claudinei</i>	Produção	8 anos
2	<i>Alessiana</i>	PCP	1 ano
3	<i>Gilberto</i>	Eng. Desenvolvimento	2 anos
4	<i>Márcio</i>	Qualidade	4 meses
5	<i>Vinicius</i>	Eng. Processos	7 meses
6	<i>Karina</i>	Eng. Processos	4 meses
7	<i>Marcelo</i>	Ferramentaria	18 anos
8	<i>Flávio</i>	Eng. Processos	4 meses
9	<i>Felipe</i>	Suprimentos	7 meses
10	<i>Marcel</i>	Eng. Processos	4 meses
11	<i>Jean</i>	Eng. Processos	2 meses
12	<i>Angela</i>	Produção	5 anos
Total = 38 anos			

O Total evidenciado no final da tabela demonstra o total de anos de experiência e conhecimento que a equipe acumula o que ressalta a capacidade de resolução de problemas do grupo. O comprometimento e a dedicação são competências que contam muito durante a realização do projeto, visto que sua duração é relativamente curta e o envolvimento total de todos é importantíssimo para o sucesso do projeto e dentro dos prazos. Logo, fica clara a horizontalidade da hierarquia do projeto, sendo que todos têm o mesmo nível de responsabilidade, sendo que cada um tende a contribuir com o seu máximo, trazendo maior motivação, trabalho em equipe e aprendizado de todos.

3.3.2 A documentação do processo “como está?”

A partir de uma análise criteriosa dos métodos de gestão da célula pode-se observar vários problemas que impactavam os resultados da célula de produção de componentes. Para iniciarmos o direcionamento das análises deve-se entender primeiramente a dinâmica que ocorre na célula. Um parâmetro importante que deve ser analisado são as entregas da célula que demonstram a sua eficiência perante a demanda. De forma mais detalhada pode-se observar na Figura 10 o comportamento da célula durante os meses do ano que foram tomados como referência de análise.

Em observação aos dados tomados como referência, pode-se observar *déficit* de produção em quase todos os modelos e em todos os tipos de “*componentes*”, o que evidencia a falta de disponibilidade da maioria dos componentes para a operação posterior, gerando atrasos nas entregas dos produtos finais que se utilizam os mesmos.

Existe a falta de disponibilidade dos componentes gerados por atrasos da produção, dessa forma utiliza-se mais um operador para ajudar na operação de lavagem dos “*componentes*”, o que agiliza a sua entrega para a operação posterior, mas restringe a sua disponibilidade. Isso acontece porque além do não cumprimento da demanda estabelecida, o componente produzido na célula vai para um depósito intermediário e fica armazenado quase que pronto, mas sem passar poder ser utilizado na operação posterior, necessitando estar limpo para ser consumido. Ao analisar a Tabela 3, pode-se observar que os lotes econômicos que são programados para serem processados são muito grandes se comparados com a demanda mensal dos “*componentes*”. A Tabela 5 apresenta a relação percentual entre lote econômico e demanda média mensal.

Tabela 5 - Lote Econômico x Demanda Média Mensal

Relação Lote Econômico x Demanda Média Mensal			
Modelo	Lote Econômico	Demanda Mensal	Percentual
<i>Componente A</i>	120	100	120%
<i>Componente B</i>	120	100	120%
<i>Componente C</i>	240	400	60%
<i>Componente D</i>	500	3000	17%
<i>Componente E</i>	120	250	48%
<i>Componente F</i>	120	500	24%
<i>Componente G</i>	240	690	35%
Média	209	720	29%

A relação apresentada entre lote econômico e demanda média mensal, nos evidencia a falta de flexibilidade do processo, como os lotes econômicos relativamente grandes perante a demanda estabelecida, acaba-se por gerar no físico, estoques saturados de alguns componentes e a falta de outros. Essa relação abre um leque de dúvidas referentes à eficiência do processo de *setup* das máquinas, o que muitas vezes impossibilita o estabelecimento de lotes econômicos menores, devido ao tempo de parada das máquinas.

É importante entender a dinâmica de operação do processo para poder rastrear de maneira correta os problemas que afetam a célula. Levando em consideração que a operação de corte realizada na guilhotina não necessita de *setup*, fica restrito as prensas hidráulicas a perda de tempo com a troca do ferramental. Para cada modelo de componente que é programado para ser fabricado na célula necessita-se de uma troca das ferramentas, o que gera determinado desperdício de tempo disponível para a produção efetiva.

Como parâmetro de análise do comportamento da célula durante o período analisado, elaborou-se a Figura 10, ilustrando por meio de gráficos uma relação simples do volume planejado e a produção real para cada componente.

Pode-se observar na Tabela 6, os tempos de *setups* para cada componente, e ao fazer uma simples relação entre tempo disponível de produção diário (518min) e tempo de *setup*, é possível chegar a um coeficiente que demonstra o tempo perdido para atividades que não agregam em nada o valor do produto. A Tabela 6 demonstra o cálculo do coeficiente.

Tabela 6 - Tempo de Setup x Tempo de Produção Disponível

Tempo de Setup x Tempo de Produção Disponível (TPD)					
Modelo	Tempo de Setup (TS)	TPD (100%)	TPD (85%)	Desperdícios (15%)	TS/TPD (%)
<i>Componente A</i>	50	518	440	78	10%
<i>Componente B</i>	48	518	440	78	9%
<i>Componente C</i>	48	518	440	78	9%
<i>Componente D</i>	55	518	440	78	11%
<i>Componente E</i>	75	518	440	78	14%
<i>Componente F</i>	80	518	440	78	15%
<i>Componente G</i>	75	518	440	78	14%
Média	62	518	440	78	12%

Na rotina normal do operador ocorrem atividades que não são parte do processo de fabricação, mas são consideradas perdas aceitáveis, como por exemplo, ir ao banheiro, limpeza da máquina e ferramentas, setup das máquinas, inspeção da máquina e *outputs*, apontamento de ordens de produção, dentre outras atividades que se mensuradas temporalmente não podem ultrapassar 15% do tempo disponível para a produção.

Ao considerar os tempos de setups apresentados na Tabela 6, fica evidente que a duração da atividade de *setup* consome quase que todo o tempo aceitável para as perdas do processo, o que indica um mau aproveitamento do tempo disponível para se produzir efetivamente e um processo falho de *setup*, levando em consideração os conceitos de Shingo (2000), que um *setup* bem sucedido não pode ter mais de uma casa de minutos.

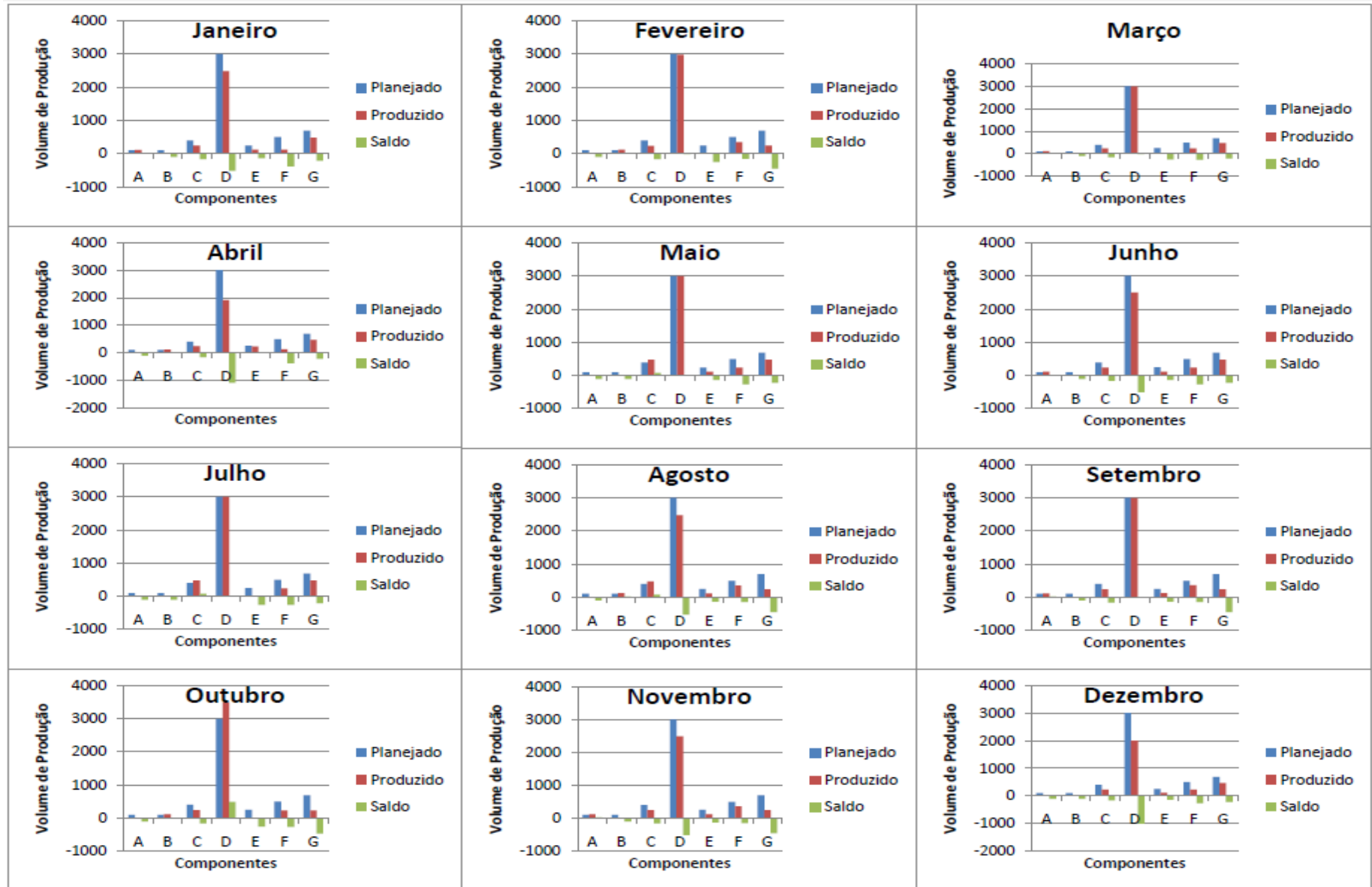


Figura 10 - Volume de Produção Mensal

Para um melhor entendimento do que acontecia no processo de *setup* das prensas hidráulicas mapearam-se as suas atividades com seus devidos tempos, sendo que tal processo era realizado por duas pessoas. Como padrão para a coleta de dados, levou-se em consideração a demanda dos produtos, ou seja, o produto que tinha maior volume de produção na célula foi o escolhido como referência de padrão (*componente D*). A Figura 11 apresenta o detalhamento das atividades do processo de *setup*.

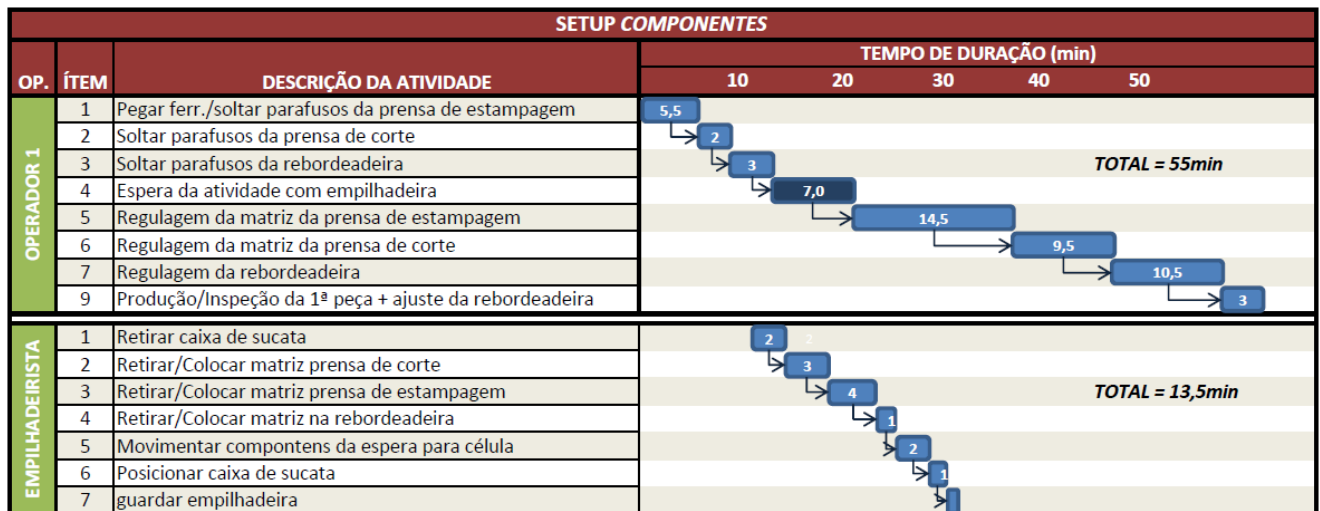


Figura 11 - Processo de Setup de Componentes

Analisando a Figura 11, é possível observar que as operações que demandam maior tempo para sua execução, que são as de regulagem das prensas hidráulicas e da rebordeadeira, realizadas pelo operador da máquina, além disso, todas as atividades envolvidas no setup só podem ser realizadas com a máquina parada o que impede de o empilhador ajudar em outras atividades que possam agilizar o processo. As atividades de regulagem exigem muito esforço físico do operador devido as dimensões das matrizes utilizadas, que vão de 200 a 350Kg, outro fator importante ser destacado é que não existe posicionamento pré-definido para as matrizes, o que acaba retardando ainda mais o posicionamento e fixação. A fixação das matrizes são realizadas por meio de parafusos e porcas sextavadas, que são aforuxadas e apertadas com ajuda de chaves fixas, fator que também restringe a eficiência do processo de setup.

O empilhadrista só pode iniciar seus trabalhos depois que o operador da célula terminar de soltar todos os elementos de fixação das ferramentas, isso devido ao risco de acidente. Por esses fatores todas as atividades do *setup* são realizadas sequencialmente, o que acumula os tempos das atividades, tornando o setup muito demorado.

O processo demorado da troca de matrizes causa um impacto muito grande na produção, e devido a perda de tempo, as estratégias de programação de lotes que foram definidas com quantidades, não conseguem atender a demanda na hora certa, ou, sem maiores transtornos. A variedade de produtos fica limitada, e cria-se estoques de produtos que não se deseja caso a produção consiga manter um ritmo que possamos considerar satisfatório.

Como resultado da análise do processo, estabeleceu-se a frente de trabalho da equipe por meio da definição de cinco objetivos principais, de acordo com os principais problemas identificados e analisados no processo. Esses objetivos visam assegurar os resultados da célula, sem que a mesma comprometa o resultados dos seus clientes internos. Foram eles os cinco objetivos:

1. Assegurar a produção de 5040 *componentes*/mês.
2. Reduzir o tempo de setup das prensas hidráulicas em no mínimo 50%.
3. Aumentar a produtividade do setor em 15%.
4. Implementar 1º e 2º “S” do programa 5S.
5. Implementar no mínimo 5 ações de segurança/ergonomia.

3.3.3 Identificação de potenciais oportunidades de melhoria

A partir da análise realizada sobre as características atuais do processo, definiu-se as principais diretrizes do plano de ação, ou seja, a partir dos objetivos definidos no projeto se avalia os potenciais aspectos a serem melhorados no processo analisado, tendo eles alguma relação direta com as metas estabelecidas.

Por meio de um *brainstorming* criou-se uma lista de oportunidades, que posteriormente foram organizadas de acordo com a sua relação com as metas do projeto. Para um melhor direcionamento das ações em potenciais foi elaborado o Quadro 2 que compilou as oportunidades de melhoria que mais apresentavam afinidade com os objetivos do projeto.

Quadro 2 - Oportunidades de Melhoria

OPORTUNIDADES DE MELHORIA DA CÉLULA DE COMPONENTES		
ÍTEM	OPORTUNIDADE DE MELHORIA	ATRIBUTO
1	Tempo total de Setup muito alto	Setup
2	Falta de flexibilidade do processo perante a variação dos modelos	Produtividade/Setup
3	Restrição do uso da empilhadeira para a movimentação das matrizes	Setup
4	Dificuldade na movimentação de materiais dentro da célula	Ergonomia
5	Dificuldade no posicionamento das matrizes durante o Setup	Setup/Ergonomia
6	Movimentação excessiva do operador para pegar ferramentas	Setup
7	Dificuldade de fixação das matrizes durante o Setup	Setup/Ergonomia
8	Necessidade de mais um operador para lavagem dos <i>componentes</i>	Produtividade
9	Excesso de movimentação de materiais	Produtividade
10	Volume muito alto de estoque em processo	Produtividade
11	Falta de padrão para fluxo de operações na célula	Padrão Operacional
12	Processo de lavagem de componentes manual	Produtividade

3.3.4 Um processo iterativo e imediato para introdução de melhorias

O plano de ação que viabilizou as melhorias do processo foi direcionado pela avaliação das oportunidades de melhoria. Esses pontos que foram destacados como cruciais para cumprir os objetivos dos projetos, são circunstâncias que impactam diretamente e em paralelo os resultados da célula, limitando sua eficiência de forma a gerar vários desperdícios para o processo de fabricação.

Essa lista de ações foi organizada de forma a atender as necessidades da célula e abordam aspectos sobre o ponto de vista da melhoria do fluxo de atividades, melhoria operacionais (recursos físicos) e melhoria no processo de *setup*. A combinação dessa fragmentação de conjuntos do processo gera um resultado combinado para a célula de fabricação, sendo que, a gestão dos recursos depende de uma diversidade de fatores que agem paralelamente nas premissas e restrições do processo.

Algumas ações demandaram certo tipo de investimento, mas o intuito da melhoria contínua foi resguardada a condição de aproveitarmos ao máximo os recursos já existentes. Se ainda foi preciso algum tipo de investimento, é porque o processo ainda sofria com certas limitações e realmente demandavam uma mudança mais drástica. Além disso, uma análise orçamental foi realizada para viabilizar o melhor negócio para os investimento necessários, onde certas melhorias seriam concretizadas dentro da própria ferramentaria da empresa, necessitando apenas da compra do material, e outras foram viabilizadas pela compra produtos e contratação de serviços de terceiros.

As melhorias operacionais, além de contarem com melhorias físicas, também tiveram mudanças documentais onde novos procedimentos foram criados. As melhorias físicas devem ser amparadas pela base operacional, ou seja, procedimentos bem definidos e elaborados são essenciais para o melhor aproveitamento possível dos recursos disponibilizados.

A Tabela 7 apresenta a lista de ações que foram realizadas, os principais investimentos e despesas, e o custo referente a cada ação.

Tabela 7- Plano de Ação Kaizen Componentes

PLANO DE AÇÃO KAIZEN COMPONENTES					
ITEM	AÇÃO	MELHORIAS/INVESTIMENTOS	QTDE	CUSTO UN	CUSTO TOTAL
1	Implementar Fixadores pneumáticos para fixação das matrizes no processo de setup	Fixador Hidráulico	7	R\$ 580,00	R\$ 4.060,00
2	Criar condições de fácil posicionamento e regulagem das matrizes no processo de setup	Régua hidráulica com esferas transferidoras	4	R\$ 3.650,00	R\$ 14.600,00
		Mesa base "T"	2	R\$ 650,00	R\$ 1.300,00
		Batente móvel de posicionamento	4	R\$ 85,00	R\$ 340,00
3	Eliminar o uso de empilhadeira no processo de setup	Braço removível com esferas transferidoras	4	R\$ 1.360,00	R\$ 5.440,00
		Carrinho p/ setup com esferas transferidoras	2	R\$ 890,00	R\$ 1.780,00
		Prateleira com roletes	2	R\$ 4.850,00	R\$ 9.700,00
4	Criar fluxo contínuo das operações e eliminar a espera de produtos para lavação	Procedimento operacional	1	R\$ -	R\$ -
5	Criar condições físicas para o rebordamento dos componentes seguido da lavação de calotas	Embalagem p/ produto disponível para soldagem	6	R\$ 120,00	R\$ 720,00
		Ventosa manual p/ movimentação dos componentes	2	R\$ 25,00	R\$ 50,00
		Calha p/ espera de componentes em processo	2	R\$ 85,00	R\$ 170,00
6	Criar novo layout que comporte o fluxo de atividades e o processo de setup sem o uso de empilhadeira	Projeto de novo Layout	1	R\$ -	R\$ -
		Serviço de Guindaste p/ movimentação das máquinas	4	R\$ 160,00	R\$ 640,00
		Instalações elétricas e pneumáticas	1	R\$ 980,00	R\$ 980,00
7	Organizar o ambiente de forma que todo e qualquer elemento físico da célula tenha local e devida identificação	Painel de ferramentas	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
		Painel p/ consultas de projetos e ordens de produção	1	R\$ 65,00	R\$ 65,00
		Identificação p/ ferramentas, matrizes e componentes	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
				TOTAL	R\$ 39.960,00

Avaliando o custo do projeto chegou-se a conclusão de que não foram realizados grandes investimentos mas mesmo assim houveram uma demanda inesperada de capital para

investimento que a empresa não tinha disponível. Contudo a necessidade de se executar a mudança no processo era inevitável e algumas ações deveriam ser implementadas já de imediato.

Para a elaboração de um cronograma de atividades utilizou-se uma matriz de classificação que visava auxiliar a ordem de implementação das ações. Essa matriz classifica as ações de acordo com sua complexidade de implantação pelo tempo de execução. Em nosso caso utilizou-se uma escala de um a cinco para ambos os aspectos analisados. Com o auxílio da nomenclatura dada para os itens Tabela 7 foi elaborada a Figura 12 que apresenta a classificação das atividades de acordo a sua pontuação.

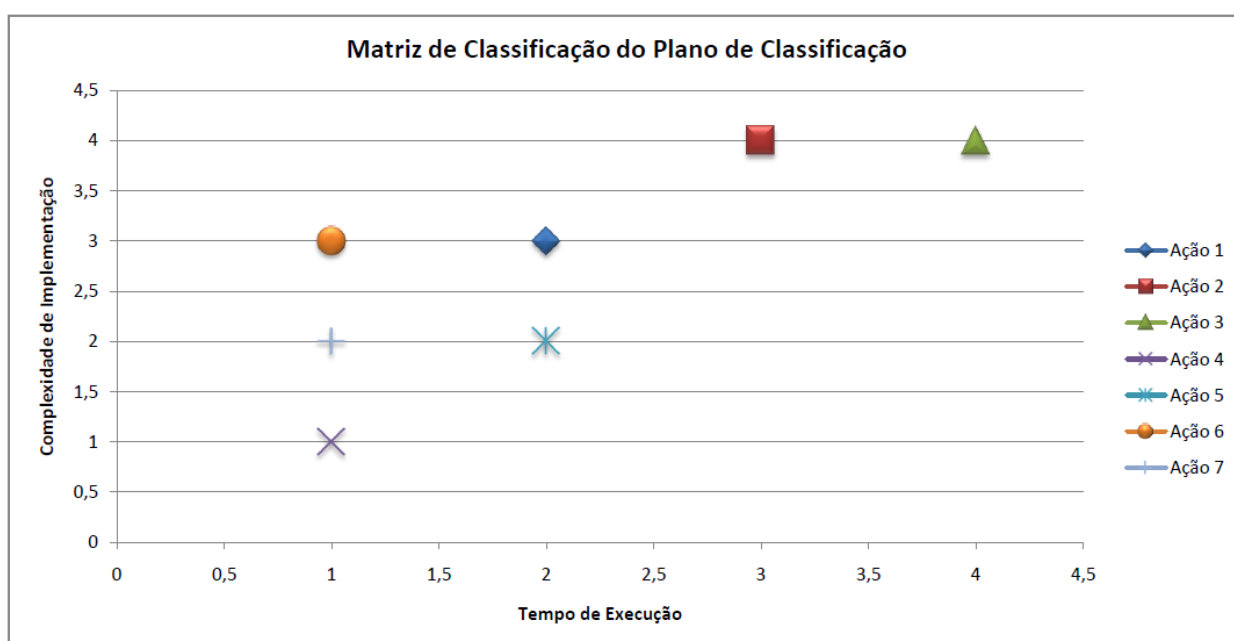


Figura 12 - Matriz de Classificação

De acordo com a análise realizada por meio da matriz de classificação estabeleceu-se os prazos de execução das atividades. As ações item 4, 5 e 7 foram implementadas já de imediato, respeitando um prazo de uma semana para a sua concretização. Essas ações demandavam baixo investimentos, sendo que as melhorias dependiam de materiais já existentes na empresa e de serviços que poderiam ser executados internamente. Já itens 1 e 6 exigiam algumas atividades mais complexas como por exemplo a espera de componentes fabricados por terceiros e contratação de serviços de especialistas, demandando um prazo um pouco maior, mas executado completamente dentro do período aproximado de um mês.

As ações item 2 e 3 ainda não foram implementadas devido a sua complexidade de instalação que exige que as máquinas, matrizes e ferramentas estejam paradas. Além disso demandam um investimento relativamente alto, o que exige um planejamento financeiro mais apurado para a

aquisição dos novos equipamentos, isso tudo sem contar da disponibilidade da mão de obra interna para a elaboração de algumas soluções.

3.3.5 Apresentação dos resultados

É fato que nem todas as melhorias propostas foram implementadas, contudo com as ações que foram concretizadas, a célula já responde de forma positiva em relação aos resultados esperados.

Com a criação do novo fluxo produtivo conseguiu-se eliminar a etapa de espera dos produtos que aguardavam para ser lavados, criando a condição do produto sair pronto do processo de fabricação, diminuindo consideravelmente os componentes em processo, o *lead time* de fabricação (redução de 99%), além de eliminar a necessidade de mais um operador para atividade de lavação dos *componentes*.

A criação do novo layout absorveu as condições necessárias para a criação do fluxo contínuo das operações produtivas da célula, além disso proporcionou a possibilidade do processo de setup ser realizado por trás das prensas hidráulicas, criando condições para que atividades de fixação e posicionamento possam ser realizadas em paralelo a troca das matrizes.

Com a instalação de fixadores hidráulicos para o processo de fixação das matrizes, reduziu-se consideravelmente o tempo da atividade de soltar e apertar os elementos de fixação, gerando uma economia de tempo de aproximadamente 20min no processo de *setup*. Esses fixadores tem por finalidade a mesma função de parafusos, porcas e arruelas, contudo o fixador hidráulico apoiado em dois pontos entre a extremidade da matriz e a base da prensa hidráulica, é acionado pelo óleo hidráulica gerando uma força de compressão nas partes fixadas.

Havia uma condição precária de organização das ferramentas e recursos disponibilizados e utilizados na célula de fabricação, além disso, não havia marcações no chão das áreas de segurança da célula, nem de entrada e saída dos materiais, o acabava causando um caos de *componentes* dentro da célula.

Dessa forma foi concretizado um trabalho que proporcionará a qualquer colaborador encontrar de maneira fácil e rápida todos os recursos da célula, além da fácil consulta das informações necessárias à fabricação (especificações técnicas de projetos e ordens de produção). As delimitações físicas da célula também foram padronizadas, área útil da célula, área de entrada e saída de materiais e área de descarte de sucatas.

3.3.6 A geração dos itens de controle

O processo de melhoria contínua não termina quando é realizada a implementação das melhorias, existe a necessidade de verificar os resultados da célula por meio de análises críticas, estabelecendo os devidos planos de ação.

Esse ciclo caracterizado como PDCA (*Plan, Do, Check e Action*) visa um constante amadurecimento da gestão dos recursos, e necessita dos controles do processo como base para as possíveis novas ações que se estabeleceram para se cumprir as metas da célula. Indicadores como volume de produção semanal e análise de eficiência foram mantidos, contudo para um melhor *feedback* da situação do processo foram implementados indicadores de tempo de setup, tempo de manutenção corretiva e apontamento horário, que tem como objetivo informar de modo mais detalhado as paradas de máquinas, conflitados aos tempos de perdas do processo considerados normais.

Esses controles de produção e processo são complementados por um indicador de qualidade que gera informações referentes aos refugos do processo, avaliando o cumprimento dos requisitos especificados para o produto. O Quadro 3, apresenta um resumo dos atuais indicadores de verificação e controle do processo.

Quadro 3 - Indicadores de Produção, Processo e Qualidade

Indicadores	Objetivo	Análise	Lógica	Meta
Volume de Produção	Gerar feedback sobre o cumprimento de metas para o volume de produção planejada de cada componente	Semanal	(volume produzido do componente "x") / (volume planejado do componente "x")	100%
Eficiência	Gerar feedback para decisões a curto prazo mediante a eficiência diária da célula	Diária	(volume total produzido) / (volume total planejado)	100%
Apontamento Horário	Avaliar a eficiência de produção por modelo de componente	Horário	Volume produzido do componente "x" > Capacidade de processamento para o	85%
Tempo de Setup	Avaliar a eficiência do processo de preparação de máquinas	Unitária	Tempo total de Setup	< 30 min.
Refugo	Avaliar a qualidade do serviço e processamento prestado pela célula de produção	Mensal	(componentes refugados) / (componentes produzidos)	< 5%

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a implementação das melhorias propostas pelo projeto, à célula de produção de *componentes* ganhou uma nova condição de trabalho. Houve um ganho significativo em relação à redução dos desperdícios do processo, além de tornar possível um cenário mais flexível para a gestão dos recursos.

Por meio da análise de capacidade da célula foi possível observar o grande *lead time* de entrega dos produtos, sendo que as operações que de certa forma agregavam valor ao produto, não somavam um tempo superior ao do *tempo takt*. Outro fator que é importante ressaltar é que pelo tempo definido como ritmo de produção confrontado ao tempo médio da capacidade do processo, era exigido somente um operador (número de operadores = capacidade / *tempo takt*), e na célula de fabricação trabalhavam duas pessoas quando era necessária a atividade de lavagem dos *componentes*.

Com a criação de um fluxo contínuo do processo de fabricação, foi possível estabelecer a condição do *componente* já sair pronto para ser utilizado na operação seguinte ao sair da célula, sendo não existe mais a espera dos *componentes* sujos esperando a lavagem. Outro resultado significativo foi à eliminação de mais um operador para a operação de lavagem, dessa forma todas as operações do processo de fabricação são realizadas por um único operador, contabilizando um ganho de produtividade de 50%. A Figura 13 ilustra o novo layout de fabricação e também o ciclo fluxo das operações da célula.

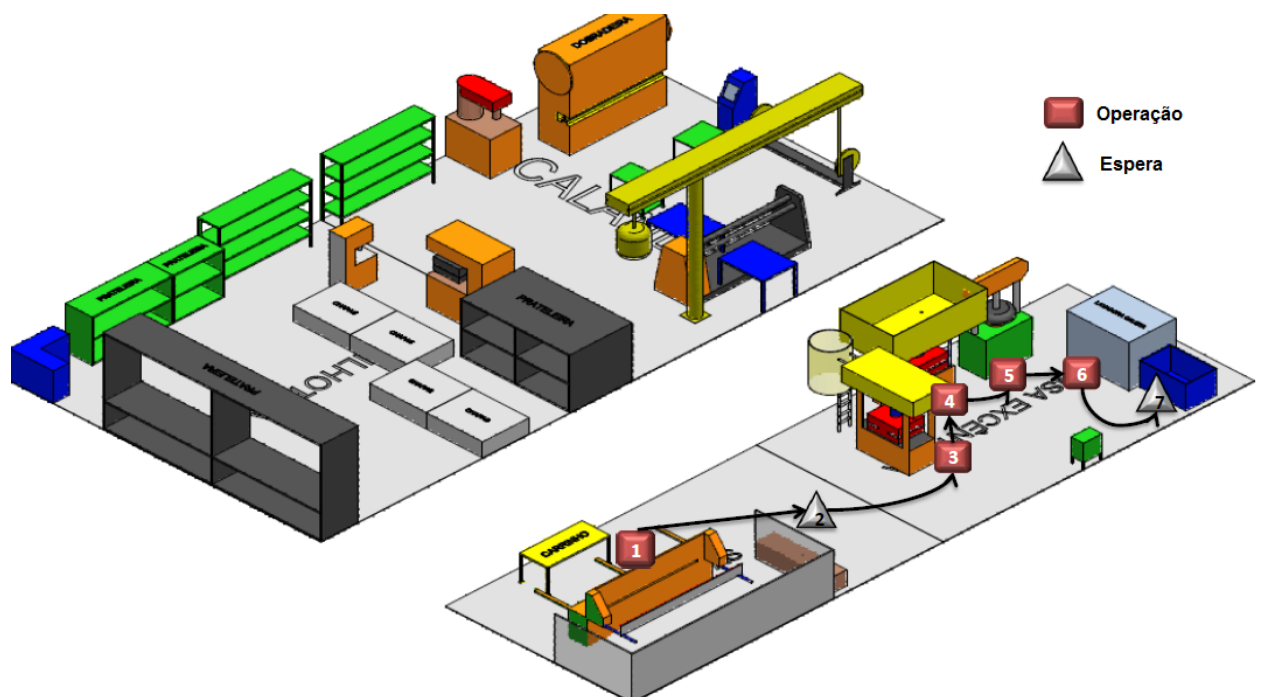


Figura 13 - Novo Mapofluxograma do Processo de Fabricação de Componentes

A criação do novo fluxo produtivo também concebeu condições de se garantir o volume de produção planejada no mês que era de 5040 peças, sem contar que o estoque de *componentes* fica na saída da célula encurtando as etapas de movimentação. Outro parâmetro importante foi à redução do *lead time* de entrega do produto que teve um ganho de 79,8%. A capacidade de produção da célula não foi alterada, visto que as máquinas e ferramentas são as mesmas, a mudança significativa foi em relação aos desperdícios do processo que era caracterizado por uma espera desnecessária. A Tabela 8 apresenta o tempo de processamento dos *componentes* e seu novo *lead time* de entrega, e a Tabela 9 a capacidade produtiva da célula a 100% de rendimento e a 85% levando em consideração as perdas normais do processo e um período planejado de um mês de trabalho.

Tabela 8 - Tempo de Processamento e *Lead Time* de Entrega

ANÁLISE DE CAPACIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO (tempo em min)										
Sequência	Descrição do Processo		Componente A	Componente B	Componente C	Componente D	Componente E	Componente F	Componente G	Média
1	Corte 1 da Chapa de Aço		0,6	0,6	0,6	0,67	0,67	0,7	0,7	0,6
2	Espera (chapa cortada)		240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,0
3	Corte 2 da Chapa de Aço	TM	0,20	0,29	0,18	0,22	0,22	0,20	0,38	0,2
		TA	0,20	0,22	0,20	0,18	0,18	0,70	0,27	0,3
4	Repuxo	TM	0,29	0,30	0,17	0,08	0,12	0,30	0,33	0,2
		TA	0,52	0,38	0,50	0,40	0,30	0,50	0,62	0,5
5	Rebordeamento	TM	0,08	0,12	0,08	0,10	0,10	0,10	0,18	0,1
		TA	0,32	0,35	0,37	0,30	0,30	0,38	0,38	0,3
6	Lavação		0,22	0,22	0,27	0,35	0,35	0,43	0,53	0,3
Leadtime do Componente			242,43	242,48	242,37	242,30	242,24	243,31	243,39	242,6
Capacidade do Processo			1,39	1,53	1,30	1,42	1,46	1,73	2,12	1,6
Tempo Takt (Rítmo)			1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,8

Observando a Tabela 8 fica evidente que a célula de produção tem capacidade para atender a demanda especificada. O operador consegue liberar um *componente* pronto a cada 1,6 minutos aproximadamente 96 segundos, sendo o ritmo necessário para se produzir o volume planejado é de 1,83 minutos (108 segundos).

Tabela 9 - Capacidade Atual

Capacidade Atual da Célula de fabricação de <i>Componentes</i> (22 dias úteis/tempo em minutos)							
Modelo	TCO	% Demanda	TPD (100%)	TPD (85%)	Volume (100%)	Volume (85%)	Volume Planejado
Componente A	1,39	2%	11396	9680	163	138	100
Componente B	1,53	2%	11396	9680	148	126	100
Componente C	1,3	8%	11396	9680	696	591	400
Componente D	1,42	60%	11396	9680	4777	4058	3000
Componente E	1,46	5%	11396	9680	387	329	250
Componente F	1,73	10%	11396	9680	654	555	500
Componente G	2,12	14%	11396	9680	736	625	690

Para tornar mais tangível os números da célula produtiva, foram calculados os volumes que teoricamente a célula conseguiria atingir para cada componente respectivamente, isso de acordo com a demanda previamente estipulada para cada modelo. O volume produzido é o resultado da divisão do tempo de produção disponível (TPD) pelo tempo ciclo do operador (TCO), e multiplicado pelo percentual da demanda planejada. Levando em consideração o volume produzido já com os descontos normais das perdas do processo (85% de eficiência), a célula ainda tem capacidade de gerar 27% a mais de componentes, do que o planejado.

Adaptações das operações também tiveram que ser realizadas, como por exemplo, a implementação de calhas que auxilia a movimentação do *componente* relativamente pesado, dentro do processo produtivo. Pode-se citar como outra melhoria ergonômica a utilização de ventosas manuais de sucção, que fazem a movimentação da chapa de aço de cima do lote empilhado para a operação de corte na primeira prensa.

Tratando dos desperdícios normais do processo que geram aproximadamente 78 minutos de improdutividade total, temos o processo de *setup* que antes levava em média 63 minutos para ser concretizado, 87% de todo o tempo destinado as todas as atividades paralelas ao processo de fabricação. Com a simples mudança do sistema de fixação das matrizes, que elimina totalmente a necessidade de desgaste físico para o aperto dos parafusos, obteve-se um ganho de 20 minutos, aproximadamente 32%.

É importante ressaltar que a meta de redução do tempo de *setup* era de 50%, contudo as melhorias no processo de posicionamento e regulagem das matrizes ainda não foram concluídas. Segundo estudos de equipamentos de sistema de troca rápido de ferramentas, com a concretização dessa melhoria o processo de *setup* das prensas hidráulicas chegaria a um tempo aproximado de 25 minutos, redução de 60%.

Ainda sobre o processo de *setup*, com a instalação de prateleiras com roletes para acomodação das matrizes, o carrinho de *setup* para fazer o transporte das matrizes das prateleiras até as prensas, e os braços removíveis para a recepção das matrizes nas prensas, haveria uma redução ainda maior de tempo no processo de *setup*. O novo layout proporciona o acesso das prensas hidráulicas pela frente e por traz, e de toda forma um preparador (líder do setor) auxilia o processo de *setup* devido o grande peso das matrizes (em torno de 300 kg), logo enquanto o operador é responsável por fazer a troca das matrizes, o preparador já realizar o posicionamento e a fixação de outra matriz que já tenha sido trocada. O conjunto todo de adaptação das prensas com o sistema de troca rápida de ferramentas, cria-se uma situação muito agradável para o *setup*, eliminando a necessidade de excesso de força física e a utilização de empilhadeira, o que torna o processo ainda mais rápido, fácil e seguro.

Lembrando que as estratégias de programação de produção fugiam do foco da melhoria de processos, fica proposto para um próximo trabalho na célula, o estudo para a criação de novas estratégias de produção para auxiliar o Setor da Produção na gestão dos recursos, visto que, com as novas condições de trabalho criadas, seja necessário um ajuste nas quantidades dos lotes econômicos, e estoque de produtos acabados, gerando um melhor aproveitamento dos recursos disponibilizados e também gerando economias.

Fazendo uma avaliação de custo benefício do projeto podemos contabilizar um total de investimentos de R\$39.960,00. Contudo as melhorias de processo da célula de fabricação de *componentes* proporcionaram várias economias para empresa como, por exemplo, a disponibilização de um operador quase que por tempo integral, podendo realizar outra atividade no setor, o que gera uma economia de aproximadamente R\$32.000, 00 por ano para se fabricar componentes. O *lead time* de fabricação teve uma redução de 79,8%, eliminando uma quantidade equivalente de *componentes* em processo, o que diminuiu significativamente o capital de giro dedicado à célula. A capacidade de produção da célula ultrapassa em 27% a demanda planejada, e ainda a redução do tempo de *setup* contribui para que seja assegurada a produção de 5040 componentes.

O Quadro 4 sumariza as melhorias implementadas pela *Blitz*, classificando-as sob aspectos do ponto de vista quantitativo e qualitativo.

Quadro 4 - Resumo das Melhorias do Processo

ANÁLISE DE RESULTADOS DA <i>BLITZ KAIZEN</i>		
Aspecto	Melhoria	Ganho
Quantitativo	Redução do <i>Lead Time</i> de fabricação	80%
Quantitativo	Redução do Tempo de <i>Setup</i>	60%
Quantitativo	Criação de Fluxo de Contínuo das Operações (um operador a menos)	R\$ 32.000,00 ao ano
Quantitativo	Produção Assegurada de 127% do planejado (5040 componentes)	6.400 componentes/mês
Qualitativo	Melhoria no Sistema de Fixação das Matrizes	Melhoria ergonômica (menor esforço físico)
Qualitativo	Melhoria no Sistema de posicionamento e regulagem das Matrizes	Melhoria ergonômica (menor esforço físico)
Qualitativo	Aplicação do 1º e 2º "S" dos 5S no posto de trabalho	Ambiente organizado (motivação extrínseca)
Qualitativo	Melhoria do Layout	Melhoria ergonômica (menor esforço físico)
Qualitativo	Melhoria operacional (calhas)	Melhoria ergonômica (maior segurança e menor esforço físico)
Qualitativo	Otimização do Processo de <i>Setup</i>	Melhoria ergonômica (maior segurança p/ o processo)

É importante ressaltar que o projeto seguiu algumas diretrizes para a implementação das melhorias, sendo que, cada uma delas não refletiria um resultado desejável se implementada aleatoriamente. Podemos evidenciar o ganho proporcionado por cada um dos aspectos abordados no projeto, contudo, para que a célula obtenha o desempenho planejado, é necessário que todos eles estejam alinhados, proporcionando condições para que os recursos possam ser aproveitados da forma como devem.

O projeto *kaizen* não teve um foco em específico, abordando tanto aspectos do fluxo de operações do processo e também o *setup* de algumas máquinas, que demandavam muito tempo para ser realizado.

Conceitos de balanceamento de operações, minimização de estoques em processo (supermercados), eliminação de esperas, fluxo contínuo de processamento e eficiência produtiva foram os direcionadores das melhorias do processamento dos componentes. Essa modificação do processo exigiu a criação de um ambiente organizado, dando condições por meio do 5S, uma de um ambiente mais saudável para se trabalhar.

Já o *setup* teve como objetivo principal a diminuição do tempo de *preset*, contudo, foi necessária a automatização de alguns processos, criando dispositivos *poka-yoke*, influenciando positivamente tanto o tempo ciclo de preparação das máquinas, quanto à ergonomia do operador.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Contribuições

A adesão da manufatura enxuta como estratégia organizacional, proporciona um grande diferencial para a sustentabilidade das organizações. Criar condições de se fazer mais com menos é o grande desafio das empresas que competem no mercado, e o conceito da eliminação dos desperdícios dos processos, viabilizam um produto com maior valor agregado, a um custo muito mais competitivo.

A pesquisa teve como intuito demonstrar os ganhos que a implementação da metodologia de melhoria de processos, garantem resultados consideráveis as empresas apenas com uma combinação melhor estruturada dos recursos já existentes. Contudo a imponência com que essas melhorias são implementadas, derivam do nível de maturidade do processo, sendo que em algumas vezes ainda se faz necessário alguns investimentos.

Partindo de uma condição onde o processo tomado como objeto de análise não conseguia atingir os resultados planejados, buscou-se criar alternativas conceituais para a resolução dos problemas por meio da manufatura enxuta. Dessa forma, como resultado da revisão bibliográfica, foi estruturada a parte prática da pesquisa demonstrando as rotinas do evento *kaizen*, e suas respectivas entregas, tornando mais “tangível” apresentação da execução do projeto.

O método de melhoria de processos por meio de eventos *kaizen* proporciona condições de se atuar em diversos processos críticos da cadeia de valor num curto período de tempo, e por consumirem pouco tempo de execução e ter um baixo orçamento de implementação, viabilizam a consolidação da melhoria contínua dos processos, por meio da criação de uma cultura organizacional que presa pela otimização e facilitação do trabalho.

É fato que a mudança incomoda a quebra de paradigmas que são criados após certa acomodação da própria rotina de trabalho, mas é evidente que a incorporação dessa filosofia torna-se mais nítida quando cada um que sofre determinada influencia dos eventos, percebe a facilidade no seu dia-a-dia.

A forma como deve ser condicionado o método depende de vários fatores organizacionais, como por exemplo, cultura organizacional, estrutura organizacional, maturidade do processo, disponibilidade de recursos e etc., mas é importante que cada empresa entenda as suas peculiaridades e compreenda a proposta da filosofia.

Para o processo, podemos evidenciar vários aspectos que foram melhorados, como por exemplo, *lead time* de entrega do produto, diminuição no tempo de *setup*, ganho em produtividade, padrão de processamento, diminuição do esforço físico do operador e maior comprometimento do operador com os resultados da empresa. Esse é o objetivo principal da filosofia *Lean Manufacturing*, reduzir os desperdícios dos processos de agregação de valor, gerando resultados mais expressivos perante a eficiência dos processos.

5.2 Dificuldades e Limitações

A implementação da cultura *Lean Manufacturing* fomenta uma forma diferente de se compreender as competências que são delegadas ao elenco da empresa, onde a função do colaborador não é simplesmente operar e sim também pensar e analisar criticamente a sua rotina de trabalho, cultivando o desejo de melhorar continuamente.

Para as empresas ocidentais essa diretriz de conduta acaba se tornando um paradigma, porque evidentemente o processo de melhoria dos processos cria certo incomodo aos *stakeholders* dos projetos *kaizen*, tirando os colaboradores da sua zona de conforto, contudo, a fim de se eliminar os vícios operacionais criando uma nova rotina de trabalho mais racional do ponto de vista *Lean*.

Fazer com que os operadores creiam nas mudanças que foram propostas foi de certa forma uma limitação do projeto, visto que, a sua criticidade perante a proposta dos projetos era limitada, uma vez que era o primeiro contato com o conceito. Muitas a falta de compreensão das propostas causava uma rejeição as mudanças, e o operador acabava insistindo nos antigos vícios operacionais, acabando muitas vezes irritado com sua nova rotina.

Esse fator exigiu certa competência dos gestores do projeto e da área, em difundir a proposta de mudança cultural, criando condições para que o operador percebesse que tudo aquilo que estava sendo proposto era para sua própria satisfação profissional, criando condições para que seu trabalho pudesse ser executado de forma mais fácil e eficiente, além de contribuir com os custos da empresa.

O tempo disponível para treinamentos também foi um fator crítico do projeto. Apenas um treinamento foi dado a fim de ambientalizar os envolvidos do projeto que nunca haviam tido contato com o assunto. Essa circunstância acabou por agravar tanto a questão da resistência do operador, como também o senso de urgência na execução das atividades.

A indisponibilidade integral de alguns membros do projeto diminuía o tempo útil dedicado para a realização das ações planejadas, ocasionando o atraso de algumas entregas, postergando a

implementação e concretização do plano. Além disso, pela precariedade de alguns recursos, houve necessidade de alguns investimentos que encareceram o orçamento do projeto, sendo que, os prazos de execução dessas ações tiveram que ser prolongados devido à falta de disponibilidade de recursos para o financiamento das aquisições.

5.3 Trabalhos Futuros

A realização dos projetos *kaizen* traz grandes resultados para as organizações, o que pode ser um grande diferencial para torná-la mais competitiva, tornando nocivo culturalmente os conceitos do *Lean*, criando um grande desafio para os gestores. Contudo, essa filosofia de trabalho deve ser compreendida por todos, essencialmente pela alta gerencia, dessa forma, cria-se um ambiente organizacional mais estruturado para que as atribuições funcionais necessárias para a realização dos projetos possam ser executadas com efetividade.

A disseminação do conceito é muito importante para que exista o envolvimento dos colaboradores, e traçar estratégias de treinamentos pode gerar uma aceitação mais rápida da nova forma de se gerir os processos. A dificuldade sempre irá existir nos desafios organizacionais, entretanto, podem ser reduzidos se existirem uma participação ativa dos envolvidos.

A estrutura organizacional da empresa sofreu com a adaptação de uma estrutura informal de trabalho, com isso, surgiu a necessidade de se estruturar melhor a estrutura funcional da empresa para seja possível a dedicação integral dos membros, diminuindo o tempo de realização dos projetos, caracterizando verdadeiras blitz para a resolução de problemas.

Outro fator importante a ser destacado, é o volume de oportunidades que existem no processo fabril e administrativo, demandando imediatamente, quantidades consideráveis de eventos. Esses resultados provindos dos projetos refletirão diretamente nos resultados da empresa, construindo novas oportunidades de negócios, investimentos, desenvolvimento e maturidade do processo fabril, e melhoria do sistema de gestão, tornando-a cada vez mais competitiva. A partir do desenvolvimento deste trabalho e dando continuidade ao processo de melhoria contínua, pode-se vislumbrar como trabalhos futuros:

- O desenvolvimento de estudos que abordem aspectos da administração da produção, como por exemplo: tamanho de lote econômico, ponto de reposição de estoques e limites máximo e mínimo para os estoques.

- Elaborar treinamentos para os colaboradores a fim de se fomentar os conceitos do *Lean Manufacturing* gerando melhor compreensão das práticas e também maior envolvimento e comprometimento.
- Levantar fundos para a implementação total das melhorias do *Setup* das prensas hidráulicas.
- Estudar a possibilidade da automatização do processo de lavagem dos *componentes* que ainda é 100% manual (adquirir uma lavadora de peças).
- Expandir as técnicas e ferramentas da manufatura enxuta para os demais setores da empresa, visto que o método se mostrou eficaz na aplicação no setor de fabricação de *componentes*.
- Estudar a viabilidade da aplicação dos conceitos do *Six Sigma* para complementar o processo de melhoria de processos.
- Realizar melhorias na estrutura organizacional da empresa a fim de absorver de forma mais eficiente as necessidades de recursos humanos para a realização das *Blitz Kaizen* sem comprometer a funcionalidade dos setores e atividades operacionais.
- Criar incentivos a geração de idéias e práticas que venham a contribuir com a melhoria contínua dos processos.
- Criar um mapa de fluxo de valor para as atividades administrativas a fim de se estabelecer padrões de trabalho menos burocráticos e como resposta mais rápida para a tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, C. A. C.; RENTES, A. F. **A Metodologia Kaizen na Condução de Processos de Mudança em Sistemas de Produção Enxuta**. Revista Gestão Industrial. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – São Paulo, 2006.
- ARGOUD, A. R. T. T. **Procedimento para Projeto de Arranjo Físico Modular em Manufatura Através de Algoritmo de Agrupamento**. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos (2007).
- CHAVES, J. **Melhores Práticas para Garantia de Sustentabilidade de Melhorias Obtidas Através de Eventos Kaizen**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos (2010).
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- CORRÊA, O. J.; VIEIRA, G. E. **Kaizen 3p – Preparação do Processo de Produção: Estudo de Caso de Melhoria Contínua em Indústria Cosmética**. Anais do XV Simpósio de Engenharia de produção – SIMPEP 2008.
- FRANCISCO, B. R.; HATAKEYAMA, K. **Diagnóstico sobre Aplicação do Método de Produção Enxuta no Ramo Madeireiro**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 2008.
- HANASHIRO, A. **Proposta de Modelo de Gestão do Conhecimento No Piso de Fábrica: Estudo de Caso de Kaizen em Empresa do Setor Automotivo**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba (2005).
- HARRINGTON, J. **Gerenciamento total da melhoria contínua**. São Paulo: Makron Books, 1997.
- IMAI, M. **Gemba-Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: IMAM, 1996.
- LIMA, C. **Evento Kaizen na Indústria Automobilística Brasileira: Estudo de caso**. 2010. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade de São Paulo, São Carlos (2010).
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala**. Porto

Alegre: Artes Médicas, 1997.

ROZENFELD, H.; ANTÔNIO, F. F.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para Melhoria de Processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

ROTHER, M.; HARRIS. **Criando Fluxo Contínuo.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

PASCAL, D. **Produção Lean Simplificada.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

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

SHARMA, A; MOODY, PE. **A máquina perfeita.** São Paulo: Prentice Hall, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** Trad. Eduardo Schaan. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. & ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Campus. 5a Edição. Rio de Janeiro, 1992

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 4a Edição. Rio de Janeiro, 1998.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196