

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR ADIONIL JOSE
FUMAGALI JUNIOR E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 04.07.2012


ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Adionil Jose Fumagali Junior

**Sistematização de modelo de implementação da
Produção Enxuta baseado no DMAIC**

Campinas, 2012.

Adionil Jose Fumagali Junior

Sistematização de modelo de implementação da Produção Enxuta baseado no DMAIC

Tese apresentada ao Curso de Doutorado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Orientador: Prof. Dr. Antonio Batocchio

Campinas

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

F96s Fumagali Junior, Adionil Jose, 1971
Sistematização de modelo de implementação da
produção enxuta baseado no DMAIC / Adionil Jose
Fumagali Junior. --Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Antonio Batocchio.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Produção Enxuta. 2. Seis sigma (padrão de
controle da qualidade). 3. Engenharia de produção. 4.
Estrategia de solução. I. Batocchio, Antonio, 1953. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Systematization of lean production implementation model
based on DMAIC

Palavras-chave em Inglês: Lean production, Six sigma (Quality control standard),
Production engineering, Strategy of solution

Área de concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Titulação: Doutor em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Íris Bento da Silva, João Mauricio Rosário, Leonimer
Flavio de Melo, Dario Ikuo Miyake

Data da defesa: 04-07-2012

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

TESE DE DOUTORADO

**Sistematização de modelo de implementação da
Produção Enxuta baseado no DMAIC**

Autor: Adionil Jose Fumagali Junior

Orientador: Prof. Dr. Antonio Batocchio

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:



Prof. Dr. Antonio Batocchio, Presidente.

FEM - UNICAMP



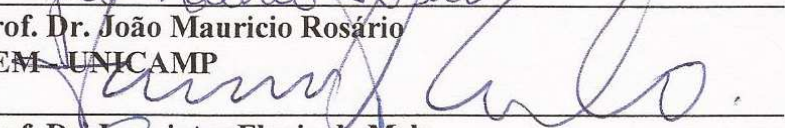
Prof. Dr. Íris Bento da Silva

FEM - UNICAMP



Prof. Dr. João Mauricio Rosário

FEM - UNICAMP



Prof. Dr. Leonimer Flavio de Melo

UEL - Londrina



Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

USP - São Paulo

Campinas, 04 de julho de 2012.

Dedico este trabalho à minha querida esposa Mayumi e à minha filha Beatriz que sempre me apoiaram nesta jornada e na conclusão deste trabalho e aos meus pais pelo incentivo e motivação para atingir mais essa meta.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser concluído sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

A minha esposa Mayumi que sempre me motivou e me apoiou muitas vezes assumindo minhas atividades para que eu pudesse me dedicar a este trabalho e a minha filha Beatriz, que se mostrou tão compreensiva nos momentos que não pude estar ao lado dela para que eu pudesse concluir este trabalho.

Aos meus pais Adionil e Iraides, sogros Luiz e Maria Tomiko e familiares Aurélio, Fábio, Telma e Yuri, que sempre me apoiaram em todas as fases da minha vida.

Ao Prof. Batocchio por seu apoio, orientação e dedicação, durante todo o processo deste trabalho, acreditando em mim e me incentivando a concluir mais essa etapa. Suas considerações, como orientador, contribuíram decisivamente para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Paulo Lima que me introduziu ao ambiente da Produção Enxuta e me mostrou a importância desse conceito nas empresas. Devo-lhe minha gratidão desde o Mestrado na Unicamp.

Aos amigos da Maxion que me apoiaram e estimularam a concluir esta tese, especialmente ao Wilson Oliveira, pelas várias conversas sobre o tema e questionamentos que me fez repensar e melhorar muitas partes deste trabalho e ao Jose Oms, pela visão extraordinária e foco no resultado.

Aos amigos e colegas que trabalharam com a Produção Enxuta comigo e que foram muito importantes na elaboração deste trabalho pela visão de como adequar a Produção Enxuta em qualquer ambiente, Alexandre Picarelli, Francisco Grandó, Dietmar vonGilsa, Valmir Seguro, Vitor Nascimento, Carlos Padilha, Ademir Silva, Dirceu Sementkowsky e José Mauro Pelosi.

Aos colegas da Unicamp Vera Pontes e Marco e demais que auxiliaram indiretamente, pelo profissionalismo e apoio em todas as etapas deste trabalho.

Ao Robinson Calado e ao Olivo Bedin por suas sugestões e apoio para a finalização deste trabalho.

*Não pergunte se a sua equipe fez a coisa errada,
Mas o que ocorreu de errado com o seu processo.*

John Shook

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo descrever um modelo para aplicá-lo à Produção Enxuta, baseado no DMAIC do Seis Sigma. Para tal, faz-se uma análise de artigos, teses e livros para implementar um modelo estruturado no processo produtivo. Assim, realizou-se uma série de pesquisas comentando sobre o que seria um modelo de implementação da Produção Enxuta. Diante disso, e desenvolvido um modelo baseado em pesquisas, e análises, notando, assim, que a união da simplicidade da Produção Enxuta, com foco na eliminação dos desperdícios e criação de fluxo e do Seis Sigma, com o foco na redução e eliminação das variações, complementam-se e tornam a implementação mais robusta. A partir do fato apresentado, foi criado um modelo, contemplando as ferramentas essenciais para a aplicação desse processo, utilizando a estratégia de pesquisa denominada pesquisa-ação. Uma preocupação da criação do modelo, foi melhorar o entendimento e as respectivas etapas, o que facilitou e simplificou a réplica nos demais fluxos de valor. A estruturação e o uso das etapas DMAIC do Seis Sigma auxiliou no entendimento do modelo. Da mesma maneira, a definição de indicadores e formas de acompanhamento de atividades, visualização e controles possibilitou o acompanhamento e visualiza o andamento e os resultados obtidos. Com isso, é perceptível que a gestão visual em todas as etapas com o apoio da Liderança da empresa e controles para acompanhamento da Produção Enxuta, associada ao Seis Sigma, clarifica os resultados e melhoria ao longo das etapas e foi o diferencial do modelo. Esse modelo foi implementado em uma empresa do ramo metalúrgico e o resultado que a mesma obteve foi ter-se tornado referência no grupo no que se refere à Produção Enxuta, em curto espaço de tempo e ter obtido a união da Liderança da empresa na aplicação do modelo. Os resultados obtidos foram à melhora de 477% na Auditoria da empresa com orientação à Produção Enxuta, redução de inventário de 34%, melhora no tempo de entrega ao cliente de 28% e 16% melhor que as empresas do grupo na Auditoria de Produção Enxuta.

Palavras Chave: Produção Enxuta, Seis Sigma, Engenharia de Produção, Estratégia de Solução, Sistematização de modelo.

Abstract

This paper aims to describe a model for applying Lean Production, based on the DMAIC Six Sigma. To this end, was made analysis of articles, books and theses to implement a structured model in the production process. Thus, was carried out a series of searches commenting on what would be a model for implementation of Lean Production. Therefore, it was decided to create a model based on research and analysis, noting, therefore, that the union of simplicity of Lean Production, demonstrated by eliminating waste and creating flow and Six Sigma, with the elimination of variations, complement each other and make more robust implementation. From the fact presented, a model was created, covering the essential tools for the application of this process, using the search strategy called action-research. One concern of creating the model was to improve the understanding and the related steps, simplifying and facilitating their replication. The structure and use of the Six Sigma DMAIC steps helped in understanding and replicating the model in production flows. Likewise the definition of indicators and ways of monitoring activities, visualization and monitoring controls enabled and facilitated the progress and see the results. With this, it is noticeable that the visual management at all stages with the support of the Leadership of the company and controls for monitoring of Lean Manufacturing, Six Sigma combined with facilitated see results and improvement throughout the stages and was the differential model. This model was implemented in a steel company and the result was that the company that applied these steps have become the reference group with regard to Lean Production in a short time and obtained the union's leadership of the company in applying the model. The results were an improvement of 477% in the audit of the company with guidance on lean production, inventory reduction of 34% improvement in delivery time to the customer 28% and 16% better than the group companies in Audit Lean Production.

Key words: Lean Production, Six Sigma, Production Engineering, Solution Strategy, Systematization Model.

Lista de Figuras

Figura 1: Quantidade de artigos encontrados sobre Produção Enxuta, Seis Sigma e Produção Enxuta com Seis Sigma.	4
Figura 2: Metodologia Científica (MARTINS, 1998; YIN, 2001).	7
Figura 3: Estrutura da Produção Enxuta na Toyota (OHNO, 1997).	14
Figura 4: Processo de solução prática de problemas da Toyota (LIKER, 2005).	20
Figura 5: Divisão dos Princípios da Toyota em quatro categorias (LIKER, 2005).	28
Figura 6: Fatores que prejudicam implementação da Produção Enxuta e Seis Sigma (TIMANS <i>et al.</i> , 2012).	30
Figura 7: Natureza da vantagem competitiva (ARNHEITER e MALEYEFF, 2005).	34
Figura 8: Modelo de implementação de Produção Enxuta (SHIELDS <i>et al.</i> , 1997).	43
Figura 9: Modelo apresentado por Flinchbaugh (2001).	43
Figura 10: Modelo proposto por Wang <i>et al.</i> (2010).	45
Figura 11: Modelo de Jin e Zhao (2010) unindo DMAIC com <i>Kaizen Blitz</i> .	46
Figura 12: Principais passos para aumentar a eficiência do desenvolvimento (WANG <i>et al.</i> , 2012).	46
Figura 13: Estratégia de implementação Produção Enxuta e Seis Sigma (LEE-MORTIMER, 2006).	47
Figura 14: Modelo Produção Enxuta Seis Sigma de Thomas <i>et al.</i> (2008).	48
Figura 15: Metodologia de projeto da Manufatura (KLIPPEL, 1998).	49
Figura 16: Composição do modelo apresentado nesse trabalho.	55
Figura 17: Sistematização de modelo para implementar Produção Enxuta baseado no DMAIC.	57
Figura 18: Dados de entrada da proposta	58
Figura 19: Dados de entrada e saída considerados pelo Comitê Enxuto.	63
Figura 20: Estrutura do time formado para implantação do projeto.	63
Figura 21: Método utilizado inicialmente para priorizar a realização das atividades na planta.	64
Figura 22: Exemplo de Contrato do Projeto	67
Figura 23: Contrato para implementação do Projeto Enxuto.	68
Figura 24: Decisão de atividades que devem ser realizadas interna e externamente à empresa.	70

Figura 25: Quadro de gestão das atividades do projeto.	72
Figura 26: Indicadores utilizados para acompanhamento do projeto.	73
Figura 27: Método utilizado para definição das atividades a serem realizadas na planta	75
Figura 28: Quadro de acompanhamento de indicadores.	77
Figura 29: Indicadores de atendimento esperados pelo cliente.	80
Figura 30: Identificação dos indicadores de desempenho do processo.	81
Figura 31: Indicadores avaliados sobre o desempenho dos fornecedores	82
Figura 32: Indicadores considerados sobre desempenho do planejamento sob o ponto de vista do cliente	83
Figura 33: Mapa do estado atual resultante do trabalho proveniente do <i>workshop</i> realizado.	85
Figura 34: Análise de quantidade x resultado para produtos do fluxo de valor do produto 2.	86
Figura 35: Descrição das atividades que agregam valor até desperdício evidente.	87
Figura 36: Mapa do estado atual confirmado para a continuidade da próxima fase.	89
Figura 37: Mapa do estado futuro com visão de cinco anos.	94
Figura 38: Avaliação realizada para fluxo de valor do produto 3 para auxiliar na definição da célula de produção.	95
Figura 39: Mapa realizado para implantação das atividades para o próximo um ano.	96
Figura 40: Mapa realizado para implantação das atividades até o fim do segundo ano.	98
Figura 41: Mapa realizado para implantação das atividades até o fim do terceiro ano.	99
Figura 42: Matriz de impacto para definição das atividades prioritárias de toda a empresa.	100
Figura 43: Representação da matriz de impacto para tomada de decisão da priorização das ações.	101
Figura 44: Gestão visual do planejamento de <i>Workshops</i> e principais atividades.	103
Figura 45: Avaliação da troca de ferramentas apresentado antes das mudanças e o tempo depois da mudança.	114
Figura 46: Padrão de troca de ferramentas para auxiliar as atividades realizadas pelos operadores.	115
Figura 47: Formulário para acompanhamento do tempo de troca de ferramentas.	116
Figura 48: Leiaute da área de informação.	117
Figura 49: Quadro de acompanhamento de indicadores.	118
Figura 50: Quadro de informações de pessoal e geral.	118

Figura 51: Quadro de situação da produção enxuta e atividades em andamento.	119
Figura 52: Situação inicial da linha de montagem.	120
Figura 53: Situação final, após a mudança do leiaute da linha de montagem.	121
Figura 54: Imagem do antes e depois do processo de montagem.	122
Figura 55: Fluxo do rebocador realizado na empresa.	124
Figura 56: Informações relativas ao horário de abastecimento de materiais e responsáveis.	125
Figura 57: Ilustração da forma de acompanhamento do atendimento aos horários estabelecidos	127
Figura 58: Área de entrada de componentes para o processo de montagem.	127
Figura 59: Leiaute e conexão do fluxo de valor na produção do produto 1.	129
Figura 60: Visão do fluxo entre os dois processos fornecedores e o processo de montagem.	130
Figura 61: Supermercado implantado no processo.	131
Figura 62: Redução do inventário da empresa com a aplicação das mudanças da Produção Enxuta.	132
Figura 63: Evolução do desempenho de entrega de produtos ao Cliente final com a aplicação das mudanças da Produção Enxuta.	132
Figura 64: Quadro de nivelamento, orientações de uso e acompanhamento do processo.	134
Figura 65: Método de cadeia de ajuda.	137
Figura 66: Folha de acompanhamento de desvios.	138
Figura 67: Folha de escalonamento no caso de desvios e nos processos.	138
Figura 68: A3 da qualidade preenchido no caso de desvios dos processos.	140
Figura 69: Folha de acompanhamento de efetividade das ações implantadas e robustez.	141
Figura 70: Evolução de um projeto Seis Sigma realizado.	143
Figura 71: Exemplo de folha de implementação de idéias.	144
Figura 72: Fluxo típico de um formulário A3 de solução de problemas (SOBEK e SMALLEY, 2008).	146
Figura 73: Fluxo típico de um formulário A3 de proposta (SOBEK e SMALLEY, 2008).	146
Figura 74: Fluxo típico de um formulário A3 de status do projeto (SOBEK e SMALLEY, 2008).	147
Figura 75: Quadro de acompanhamento do planejamento de atividades.	150
Figura 76: Evolução anual das auditorias realizadas.	152

Figura 77: Evolução da pontuação obtida a cada avaliação e mostra da meta definida pelos auditores.	152
Figura 78: Pontuações obtidas nas auditorias nas empresas do grupo na quarta avaliação.	153
Figura 79: Plano de reação utilizado no caso de desvios.	155
Figura 80: Formulário A3 para registrar melhorias e mudanças nos processos.	156
Figura 81: Novo leiaute proposto revisado, considerando balanceamento entre operações e fluxo.	158
Figura 82: Dados de saída do modelo.	160

Lista de Tabelas

Tabela 1: Roteiro básico de aplicação de pesquisa-ação na tese.	8
Tabela 2: Comparação de diferentes A3 (SOBEK e SMALLEY, 2008).	22
Tabela 3: Características da Produção Enxuta e do Seis Sigma (NAVE, 2002).	35
Tabela 4: Características da Produção Enxuta e Seis Sigma (ANDERSSON <i>et al.</i> ,2006).	35
Tabela 5: Sinergia da estratégia da Produção Enxuta e Estratégia Seis Sigma (ANTONY <i>et al.</i> ,2003).	36
Tabela 6: Algumas diferenças fundamentais entre Produção Enxuta e Seis Sigma (ANTONY <i>et al.</i> , 2003).	36
Tabela 7: Algumas diferenças fundamentais entre as metodologias Produção Enxuta e Seis Sigma (ANTONY <i>et al.</i> , 2003).	37
Tabela 8: Proposta do novo Sistema Produção Enxuta Seis Sigma (ABRAMIWICH, 2008).	39
Tabela 9: Ferramentas típicas usadas para Produção Enxuta com Seis Sigma (BUEL e TURNIPSEED, 2004).	40
Tabela 10: Configuração de ferramentas e padrinhos para cada etapa de aplicação da Produção Enxuta (LIXIA e MENG, 2010).	44
Tabela 11: Avaliação dos itens que seriam produzidos internamente e produtos a serem obtidos de fornecedores externos.	71
Tabela 12: Mapa realizado para implantação das atividades do fluxo de valor do produto um para a visão de cinco anos.	94
Tabela 13: Resumo do resultado final obtido com a realização da troca rápida de ferramentas.	115
Tabela 14: Resultados obtidos com a implementação da linha de montagem celular.	122
Tabela 15: Exemplo de listagem contendo materiais entregues em um ponto de abastecimento.	124
Tabela 16: Formulário de entrega de material nos fluxos de valor.	126
Tabela 17: Passos utilizada na reunião de confirmação de dados do dia anterior e processos em andamento.	139

Lista de Abreviaturas e Siglas

DMAIC	Definir, medir, analisar, melhorar e controlar
EPEI	<i>Every part every interval</i> (toda peça todo intervalo)
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
MFV	Mapeamento do fluxo de valor
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NUMMI	<i>New United Motor Manufacturing</i>
OEE	Eficiência Global do Equipamento
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planejar, Fazer, Verificar, Agir)
QCE	Qualidade, Custo e Entrega
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa	1
1.2	Motivação	2
1.3	Definição do problema	3
1.4	Objetivos do trabalho	4
1.5	Método de Pesquisa	5
1.6	Conteúdo do trabalho	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	Produção Enxuta	11
2.1.1	A metodologia da Produção Enxuta	13
2.1.2	A essência do modelo Toyota	17
2.1.3	Ferramentas-chave da Toyota e a transformação enxuta	19
2.1.4	A cultura enxuta	23
2.1.5	O modelo de excelência da Toyota	27
2.2	O papel da gestão na implementação de um novo modelo de trabalho e a compreensão do papel da gestão além do sistema produtivo	29
2.3	O Sistema Seis Sigma	30
2.4	Análise do Sistema Enxuto x Seis Sigma	32
2.5	Modelos de implementação	42
3	MODELAGEM TEÓRICA E ANÁLISE EXPERIMENTAL	51
3.1	Entradas	58
3.2	Definir	59
3.2.1	Formação do Comitê Enxuto	61
3.2.2	Definição do fluxo do Projeto Piloto	64
3.2.3	Definição da equipe e Contrato do Projeto	65

3.2.4 Lançamento da Produção Enxuta na empresa	68
3.2.5 Entender o que agrega valor na empresa	69
3.2.6 Determinação de valor para o produto	70
3.2.7 Definição de indicadores-referência para a empresa	72
3.2.8 Alinhamento do projeto às metas da empresa	73
3.2.9 Plano de acompanhamento do Projeto	76
3.3 Medir	77
3.3.1 Levantamento de dados do cliente	79
3.3.2 Levantamento de dados do processo produtivo	81
3.3.3 Levantamento de dados do fornecedor	82
3.3.4 Levantamento de dados do planejamento da produção	83
3.3.5 Mapeamento do estado atual	84
3.3.6 Identificar agregação de valor no fluxo	85
3.3.7 Identificar desperdícios / não agregação de valor no fluxo	86
3.3.8 Identificação dos valores dos indicadores atuais	88
3.3.9 Confirmação do estado atual	88
3.4 Analisar	89
3.4.1 Análise do fluxo de materiais	91
3.4.2 Análise do fluxo de informação	92
3.4.3 Mapeamento do estado futuro com visão de cinco anos	92
3.4.4 Mapeamento do estado futuro de um ano	95
3.4.5 Discussão de oportunidades	99
3.4.6 Matriz de priorização	100
3.4.7 Planejamento de workshops e projetos Seis Sigma	101
3.4.8 Planejamento de atividades	103
3.4.9 Confirmação do estado futuro	104
3.5 Melhorar	105
3.5.1 Estabilização básica	111
3.5.1.1 Acompanhamento da produção	112
3.5.1.2 OEE	113
3.5.1.3 Troca rápida de ferramentas	113

3.5.1.4	Ponto de informação	116
3.5.1.5	Revisão da linha de montagem	119
3.5.1.6	Rotas e organização de abastecimento e coleta de materiais	122
3.5.2	Criação de fluxo	128
3.5.3	Produção puxada	130
3.5.4	Nivelamento de produção	133
3.5.5	Padronização e Gestão visual	134
3.5.6	Cadeia de ajuda	135
3.5.7	Realização de workshops e projetos Seis Sigma	141
3.5.8	Caminhada Enxuta pela fábrica	143
3.5.9	Programa de implementação de ideias	144
3.6	Controlar	145
3.6.1	Quadro de nivelamento de atividades	149
3.6.2	Realização de auditorias	151
3.6.3	Plano de escalonamento	153
3.6.4	Plano de reação	154
3.6.5	Ferramentas básicas da qualidade	155
3.6.6	Formulário A3	156
3.6.7	Lições aprendidas	157
3.6.8	Revisão anual do projeto	158
3.6.9	Expansão para outros fluxos	159
3.7	Saídas	159
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	161
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS	165
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
	GLOSSÁRIO	176

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1990, ocorre uma série de mudanças no ambiente produtivo do mercado americano e teve impacto de diferentes formas na tentativa de buscar melhores práticas. As empresas que se mostrarem mais preparadas para projetar e produzir veículos rapidamente aumentarão sua capacidade de sucesso. As empresas que buscam a excelência têm um diferencial e destaque e as que conseguiram enxergar a produção de uma forma sistêmica e sequenciada, conseguirão ter uma resposta mais rápida às necessidades do mercado (RO *et al.*, 2008; DOERMAN, 2009).

A Liderança e a Gestão da empresa têm papel importante na visão e na implementação das atividades para se atingir o sucesso do negócio. A Toyota, que desenvolveu a filosofia da Produção Enxuta, além de obter resultados financeiros melhores que outras empresas do mesmo setor e inserir na própria cultura uma forma simples e eficiente de trabalho, conseguiu uma projeção mundial pelos resultados alcançados. Notada desde o detalhe e robustez do projeto orientado às necessidades do consumidor até a satisfação e valorização de seus produtos pelo cliente final (WOMACK e JONES, 1998).

O Seis Sigma pela sua abordagem específica em reduzir variações dos processos também tem obtido bons resultados nas empresas, utilizando os passos do DMAIC (PANDE *et al.*, 2000) e será analisada neste trabalho.

1.1 Justificativa

Spear (2004) comentou sobre a importância do desenvolvimento da Liderança na orientação e suporte da melhoria do sistema e a existência de um método aplicado pela Toyota para

desenvolver os gestores, que se mostrou essencial à sustentação dos trabalhos realizados nessa empresa.

Entre tantos desafios do mercado atual, o foco da Liderança na aplicação e alinhamento na implementação de melhorias que impactam a longo prazo e, da mesma forma, a solução de desvios de forma simples, rápida e sustentável que impactam a curto prazo, são fundamentais para o sucesso. O desafio das empresas que aplicam esse sistema é entender facilmente os passos para implementar e sustentar essa nova forma de trabalho ao longo do tempo. Para isso, será proposto um modelo de implementação de produção para aplicar em Processos Produtivos de empresas com a participação da Liderança.

Também, entender qual o papel da Liderança da empresa e como suportar as mudanças realizadas na forma de trabalho, auxilia a Gestão da Empresa para participar ativamente na aplicação das atividades realizadas

1.2 **Motivação**

Inicialmente, entendia-se que um dos fatores de sucesso da Produção Enxuta foi devido à cultura e disciplina dos Japoneses, sendo inclusive questionado se a Produção Enxuta poderia ser replicada em outras culturas ou localidades fora do Japão. Mas esse paradigma foi desmistificado quando a Toyota implantou o consórcio denominado NUMMI (*New United Motor Manufacturing*) empreendimento conjunto entre a Toyota e a General Motors, em uma planta existente nos Estados Unidos, as quais obtiveram bons resultados como nas plantas no Japão (WOMACK e JONES, 1998).

Com isso, foram pesquisados livros e artigos que apresentassem um modelo de implantação e aplicação da Produção na empresa e principais fatores para que se atingissem resultados adequados. Foi notada uma lacuna nesse tipo de material que contemplasse a abordagem inicial na Liderança da empresa para aplicar um modelo, até sua conclusão, com controle e acompanhamento das atividades realizadas, com aplicação em um ambiente produtivo.

A motivação é propor um modelo de trabalho sequenciado que auxilie na Produção e que conte com a participação da Liderança, entendimento simples, facilidade de acompanhamento das atividades e possibilidade de replicar em outros fluxos e empresas.

1.3 Definição do problema

O entendimento pela empresa e pela gestão, de qual é o melhor modelo de sistema de Produção para implementar no ambiente produtivo, auxilia na obtenção do apoio da Liderança na aplicação desse modelo. Isso é algo que precisa ser entendido pela gestão da empresa, pois o esforço para mudar uma forma de trabalho é significativo e a manutenção e apoio desse novo processo são essenciais.

A necessidade e anseio da implementação de sistemas de produção pelas empresas são crescentes e nota-se um grande esforço para que elas programem rapidamente essa filosofia de trabalho, porém os resultados muitas vezes não são condizentes ao esforço realizado.

Os modelos encontrados que auxiliam na implementação de um modelo para sistematização da Produção apresentam poucas informações, geralmente sobre parte do processo para implantar, e para as encontradas não fica claro de que maneira pode e deve ser aplicada. Assim, a ausência de informações foi uma dificuldade encontrada no momento de aplicar um modelo sistematizado da Produção cobrindo desde o início do projeto até a sua conclusão. A visualização da situação corrente não somente das atividades e resultados obtidos durante as mudanças no processo produtivo em um processo de mudança. Também como abordar a gestão da empresa para adotar uma nova forma de trabalho não foi encontrado.

A Figura 1 apresenta a quantidade de artigos encontrados, utilizando as palavras-chave Produção Enxuta, Seis Sigma e Produção Enxuta com Seis Sigma. A pesquisa foi realizada na base de dados denominada Compendex (ferramenta referencial para atender às demandas de pesquisa das áreas da engenharia científica e técnica), encontrando uma média de 452 artigos sobre Produção Enxuta nos últimos seis anos, 194 artigos sobre Seis Sigma e 33 artigos de

Produção Enxuta com Seis Sigma. Os artigos de Seis Sigma em relação à Produção Enxuta são 42%, e Produção Enxuta com Seis Sigma em relação à Produção Enxuta são 7%, mostrando que a junção entre ambas as metodologias apresentam poucos artigos.

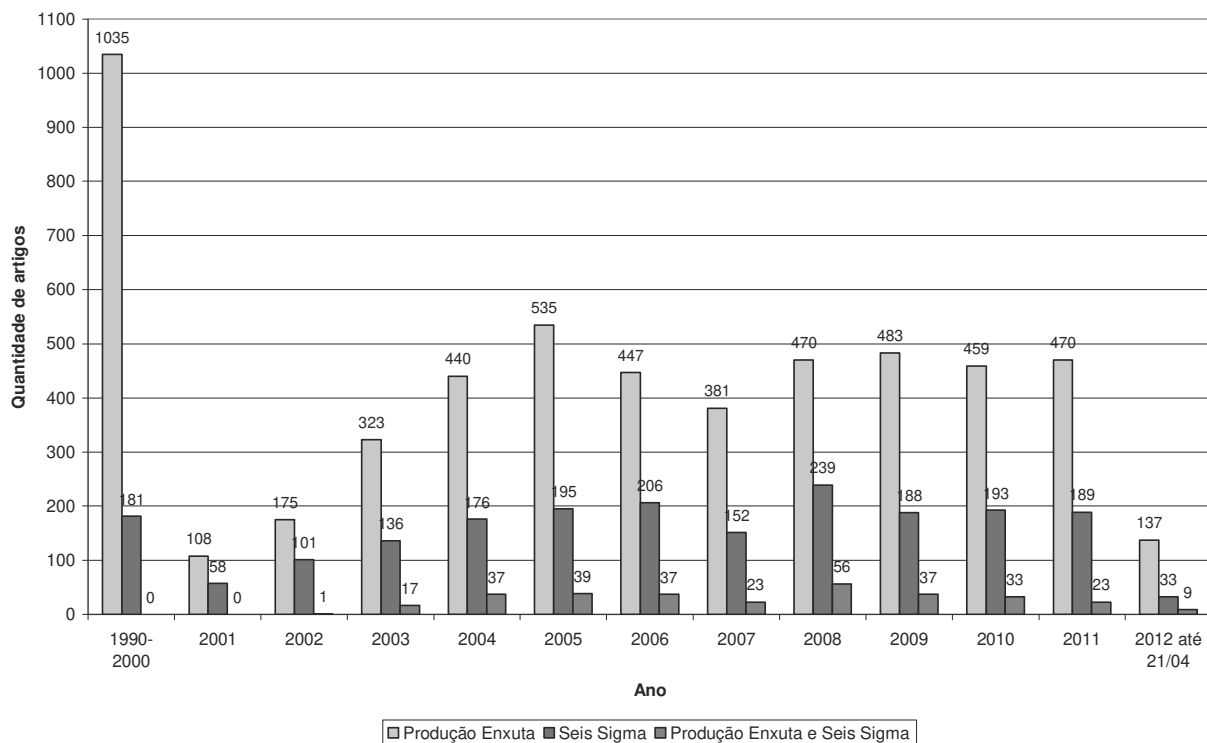


Figura 1: Quantidade de artigos encontrados sobre Produção Enxuta, Seis Sigma e Produção Enxuta com Seis Sigma.

1.4 Objetivos do trabalho

O objetivo principal deste trabalho é:

- Propor um modelo que auxilie na Sistematização da aplicação e da implementação da Produção Enxuta.

O objetivo específico é propor um modelo que:

1. Tenha um planejamento adequado, sequência de estruturação das atividades e formação de time orientado à implementação da Produção Enxuta;
2. Proporcione facilidade de acompanhamento e controle das atividades a serem realizadas;
3. Ofereça maiores possibilidades de ser replicado em outros ambientes produtivos;

As contribuições que se pretende também gerar por meio do desenvolvimento da pesquisa proposta são:

- Apresentar o potencial da Produção Enxuta para a Liderança da empresa através de um modelo com confirmação com o time de trabalho para cada uma das etapas;
- Implementar um modelo com boa visualização da etapa corrente, acompanhamento de resultados e desvios pela Liderança da empresa, que envolve as áreas relacionados à produção;
- Obter o apoio da Liderança da empresa na adesão desse processo de aplicação do modelo de produção Enxuta, e assim garantir a continuidade das atividades realizadas ao longo dos anos.

1.5 Método de Pesquisa

Este trabalho envolve a pesquisa e implementação de um modelo de Produção. Foi realizada uma série de análises, pesquisas e reuniões com os times de trabalho e a liderança da empresa. Durante a aplicação do modelo foi entendida a melhor forma para apresentar esse modelo e, assim, facilitar a sua replicação em processos produtivos. Para montar o modelo foi analisada a sequência e a sua visualização, facilitando a abordagem com as pessoas envolvidas no trabalho e possibilitando obter um maior envolvimento de todos os níveis da empresa em que foi aplicado o modelo desenvolvido, buscando obter um bom acompanhamento e controle. O método apresenta a situação inicial da aplicação do modelo e apresentar os indicadores diretamente relacionados aos itens considerados significativos na melhoria do processo. Também, foram

realizadas auditorias para facilitar o entendimento da situação corrente e possibilidade de enxergar os próximos passos que deveriam ser realizados de uma forma estruturada.

Para realizar este trabalho, a estratégia de pesquisa denominada de pesquisa-ação se mostrou adequada, devido à sua flexibilidade e interação junto aos membros dos times da situação investigada, também aplicando melhorias baseadas nos conhecimentos adquiridos em outros trabalhos realizados ou experiências. Essa estratégia de pesquisa conta com a participação dos diferentes níveis de gestão até a operação com o objetivo desse estudo. A diferença está em buscar a elaboração e o desenvolvimento do conhecimento teórico e, simultaneamente, buscar a resolução do problema de maneira prática, discutindo o tema com todos os participantes, fazendo-os interagir em todas as fases da pesquisa (CALADO, 2011).

Thiollent (2003) define pesquisa-ação como um tipo de pesquisa social com base empírica, que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e, no qual, os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. O pesquisador controla e planeja a ação no processo do negócio, definindo o trabalho para ser realizado em equipe, repassando o conhecimento aos participantes durante toda a fase do estudo.

Na realização deste trabalho, inicialmente, constou de uma fase explanatória, que consistiu em descobrir um campo de pesquisa, os interessados e suas expectativas e estabelecer um primeiro levantamento ou diagnóstico da situação corrente, que foi feito através da consulta de artigos, livros e teses. Com isso, foram identificados os problemas prioritários e o campo de ação para a realização deste trabalho (THIOLLENT, 2003), isso auxiliou a enxergar que são poucos os artigos e livros que propõem passos necessários para implantar um modelo de Produção completa. Nessa fase, ocorreram problemas práticos que foram relacionados com a dificuldade e qualidade de dados encontrados, mostrando o grande potencial de aplicação desse modelo.

Na pesquisa-ação, o pesquisador é um participante ativo na busca da solução para o problema, segue-se um processo sistemático com base no método científico (identificar um problema, imaginar uma solução, programar, avaliar o resultado, agir sobre os conhecimentos adquiridos) (LANDER e LIKER, 2008).

A estratégia de pesquisa utilizada, entre as várias disponíveis (experimento, levantamento, análise de arquivos, pesquisa histórica, estudo de caso e pesquisa-ação) foi a de pesquisa-ação, devido a mesma se enquadrar melhor na forma de trabalho adotada e passos realizados, conforme mostrado na Figura 2. Em alguns momentos nota-se a presença de estudo de caso, que examina acontecimentos contemporâneos, também com observação direta e série sistemática de análises, podendo, assim, contemplar com uma ampla variedade de evidências (YIN, 2001). Mas durante a realização do trabalho notou-se que a pesquisa-ação é mais adequada para representar o trabalho.

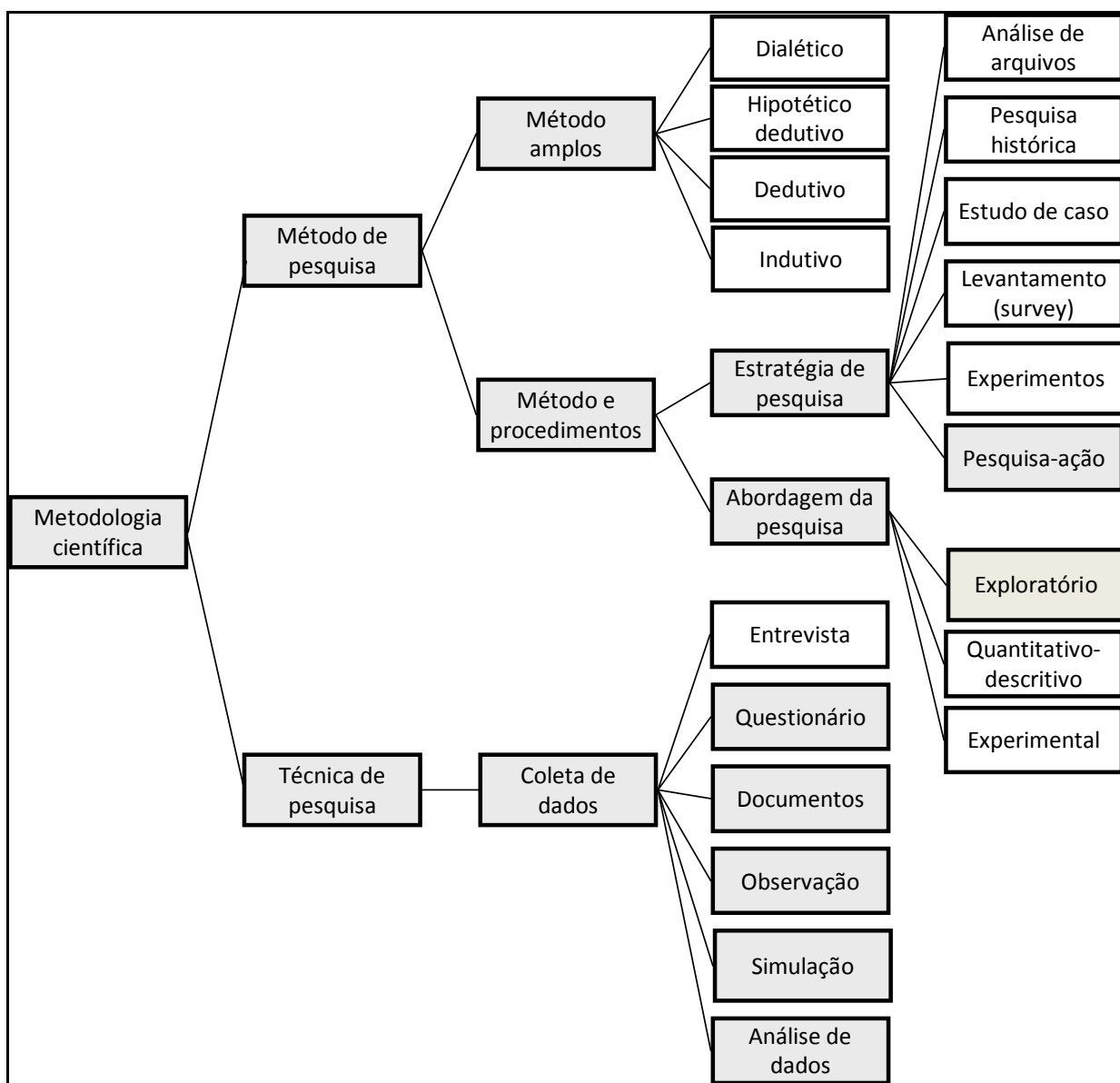


Figura 2: Metodologia Científica (MARTINS, 1998; YIN, 2001).

A pesquisa-ação pode ser composta pelas fases apresentadas na Tabela 1, embora nem sempre se mostre necessário seguir todas as fases na exata ordem apresentada, elas direcionam a pesquisa (THIOLLENT, 2003).

Tabela 1: Roteiro básico de aplicação de pesquisa-ação na tese.

	THIOLLENT (2003)	Aplicação na Tese
1	A fase exploratória: estabelecer o primeiro levantamento da situação, dos problemas e ações	Pesquisa de artigos, livros para aplicar sistemática de Produção com resultados adequados e poucos materiais encontrados de Produção Enxuta com Seis Sigma
2	O tema da pesquisa: designação de um problema prático	Implementar Produção Enxuta com Seis Sigma em um sistema produtivo obtendo resultados adequados e sustentáveis.
3	A colocação dos problemas: o que se pretende resolver no campo teórico e prático	Implementar Produção Enxuta com Seis Sigma em um sistema produtivo obtendo resultados adequados e sustentáveis.
4	Lugar da teoria: alinhamento das teorias com a realidade dos participantes.	Pesquisar materiais sobre implementação, buscar as melhores práticas e ajustar para as necessidades do processo produtivo.
5	Hipóteses: suposição do pesquisador a respeito de possíveis soluções de um problema colocado na pesquisa.	Sequência de passos para a implementação apresenta resultados mais adequados se aplicado na sequência proposta.
6	Seminário: examinar, discutir e tomar decisões baseados no conjunto de informações processadas	Reuniões com times, avaliação das informações, análise de dados dos processos produtivos.
6.1	Definir o tema e equacionar os problemas para os quais a pesquisa foi solicitada.	Falta de sequência e modelo de trabalho prejudicava realização das atividades, alinhando modelo de organização, acompanhamento e controle para atingir resultados mais adequados.
6.2	Elaborar a problemática na qual serão tratados os problemas e as correspondentes hipóteses da pesquisa	Falta de sequência e modelo de trabalho prejudicava realização das atividades, alinhando modelo de organização, acompanhamento e controle para atingir resultados mais adequados.
6.3	Constituir os grupos de estudos e equipes de pesquisa. Coordenar suas atividades	Times de trabalho, Reuniões de acompanhamento e gestão visual de atividades.
6.4	Centralizar as informações provenientes das diversas fontes e grupos	Concentrar informações de acompanhamento e controle em único local e visual.
6.5	Elaborar as interpretações	Análise do modelo com sequência mais adequada e avaliar resultados.
6.6	Buscar soluções e definir diretrizes de ação	Times de trabalho, Reuniões de acompanhamento e gestão visual de atividades.
6.7	Acompanhar e avaliar as ações	Times de trabalho, Reuniões de acompanhamento e gestão visual de atividades.
6.8	Divulgar os resultados pelos canais apropriados	Acompanhamento das atividades realizadas visualmente e auditorias.
7	Campo de observação, amostragem e representatividade qualitativa	Modelo aplicado em 3 fluxos de valor e parcialmente em mais 4 fluxos de valor, onde o local aplicado se tornou referência na Produção Enxuta e envolvimento da Liderança.
8	Coleta de dados: entrevista, questionários e outros meios com o devido esclarecimento.	Auditorias e Reuniões com equipes
9	Aprendizagem: estrutura de aprendizagem conjunta reunindo analistas e usuários	Auditorias e Reuniões com equipes
10	Saber formal e saber informal: estrutura de comunicação entre os dois universos culturais com simplicidade	Acompanhamento das atividades realizadas visualmente e auditorias.
11	Plano de ação: ações planejadas, objeto de análise, deliberação e avaliação (o que?; quê?; como?)	Quadros de acompanhamento e controle de atividades.

O tipo de pesquisa de campo realizada, entre os vários tipos (quantitativo-descritivo, exploratório e experimental) foi o exploratório, que consiste em investigações de pesquisa empírica, cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou para quantificar e clarificar conceitos. Empregam-se geralmente procedimentos sistemáticos ou para a obtenção de observações empíricas ou para as análises de dados (ou ambas, simultaneamente). Obtêm-se frequentemente descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto de estudo e o investigador deve conceituar as interrelações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado. Uma variedade de procedimentos de coleta de dados pode ser utilizada, como entrevista, observação participante, análise de conteúdo, etc., para o estudo relativamente intensivo de um pequeno número de unidades mas, geralmente, sem o emprego de técnicas probabilísticas de amostragem (MARCONI e LAKATOS, 1996).

1.6 Conteúdo do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, o conteúdo de cada capítulo é apresentado a seguir:

O Capítulo 1 apresenta uma contextualização do trabalho. A seguir apresenta-se a motivação que levou a realização desta tese e a definição do problema. São apresentados os objetivos deste trabalho e depois a metodologia de pesquisa. Por fim, é apresentada uma síntese do conteúdo do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta como surgiram os conceitos de Manufatura Enxuta e os passos para sua implementação, também é apresentado o conceito do Seis Sigma e respectivas etapas desse processo. Fez-se uma ampla pesquisa, buscando modelos e formas de trabalho para obter a máxima eficiência nesse processo. Buscou-se mostrar modelos e formas de implementação desse sistema de manufatura e o papel da gestão na aplicação desses conceitos, conhecimentos e suporte necessário e a cultura da mudança e melhoria contínua.

O Capítulo 3 apresenta uma proposta e detalhamento de um modelo de trabalho para implantar a Produção Enxuta, usando as etapas do DMAIC e, após a implementação, foram realizadas pesquisas desse processo para obterem-se resultados mais rápidos e efetivos. Também apresenta a aplicação do modelo, e mostra-se um exemplo de empresa que aplicou esse modelo em vários fluxos de valor. É apresentada a aplicação do modelo com os resultados obtidos, que foi aplicado completamente em três fluxos de valor e parcialmente em mais quatro fluxos de valor.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho e recomendações para futuros trabalhos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O presente capítulo apresenta a Produção Enxuta, detalhando cada etapa para a aplicação desse sistema. Também, é apresentado o Seis Sigma e os respectivos passos para sua implementação. Finalmente, é analisada a similaridade entre ambas as metodologias e pontos fortes de cada um dos processos.

Neste trabalho os termos Sistema *Lean*, Sistema Enxuto, Sistema Toyota de Produção, Manufatura Enxuta, Produção *Lean*, *Lean Manufacturing* e *Lean Production* serão todos denominados somente de Produção Enxuta.

2.1 Produção Enxuta

Principalmente durante a década de 80, ficou evidente que as características do mercado consumidor existentes no Japão e que instigaram Ohno em busca de novas soluções no desenvolvimento de um modelo de produção, espalharam-se pelo mundo através da Produção Enxuta. Com as mudanças de mercado, produzir muitos produtos em volumes pequenos passou a ser o requisito básico para atender às necessidades do mercado consumidor. Assim, a obtenção da flexibilidade foi o principal elemento que Ohno trabalhou através da Produção Enxuta (WOMACK e JONES, 1998).

A tubulência econômica iniciada no ano de 2007 no mercado americano impactou fortemente no mercado produtivo. As empresas que souberem aproveitar este momento de dificuldades e retração do consumo ficarão mais bem preparadas para o crescimento quando comparadas com empresas que não se adequaram para a retomada do crescimento do mercado consumidor. Felizmente, os praticantes da Produção Enxuta, utilizaram o mapeamento e análise do fluxo de valor, que auxilia na identificação dos desperdícios no processo (DOERMAN, 2009).

Essa agilidade tem como ponto forte a empresa ter um modelo de trabalho, um fluxo coerente no processo produtivo, um sistema que trabalhe na resolução estruturada e robustez dos processos e desvios. Ohno desenvolveu eficientemente essa maneira de coordenar o fluxo de peças no sistema de suprimentos, denominada *Just-in-Time*, operacionalizada na Toyota através dos cartões *kanban*. A ideia de Ohno era converter o grande grupo de fornecedores e fábricas de componentes num único sistema. Ele determinou que a produção dos produtos de cada etapa se restringiria à necessidade imediata da etapa subsequente (LIKER, 2005).

Outro ponto destacado é sua forte orientação às necessidades do cliente e, da mesma forma que os processos internos atendam à etapa subsequente, mas essa determinação, apesar de simples, era de difícil implementação prática, por reduzir drasticamente todos os estoques existentes. Se uma fração do vasto sistema de produção falhasse, o sistema inteiro pararia. Nesse problema reside o seu ponto forte. Remover os bolsões de proteção excessivos faz com que cada membro do vasto processo de produção se preocupe em prever problemas, antes que se tornem graves a ponto de parar toda a etapa subsequente.

O êxito de Ohno consistiu na perfeita junção de todas as áreas que compõem um Sistema de Produção, do planejamento de produtos, através de todas as etapas da fabricação e coordenação do sistema de suprimentos, até o atendimento ao consumidor. Além do mais, a Produção Enxuta reúne o melhor da produção artesanal (produção em pequenos lotes) e da Produção em Massa (repetibilidade dos processos e intercambialidade das peças), apresentando a capacidade de reduzir o custo unitário e aumentando a qualidade, com uma variedade de produtos crescente e um trabalho cada vez mais estimulante (FUMAGALI, 2001).

O termo Produção Enxuta originou-se de um programa do Massachusetts Institute of Technology (MIT) denominado International Motor Vehicle Program (IMVP). Nesse projeto, examinaram-se as práticas de gerenciamento e as técnicas de aumento da produtividade utilizadas nas indústrias fabricantes de motores automotivos em 52 linhas de montagens, realizado em 14 países. Esse projeto analisou e identificou as melhores práticas para processos produtivos, e resultou num conjunto de práticas denominada Produção Enxuta. Em grande parte, estas práticas e ferramentas de melhorias são procedentes da indústria japonesa e, em particular, do grupo Toyota (LIKER, 2005; WOMACK e JONES, 1998).

2.1.1 A metodologia da Produção Enxuta

A Produção Enxuta tem como objetivo aumentar a eficiência da produção através da eliminação consistente e completa dos desperdícios, denominados *muda* em japonês (OHNO, 1997). O valor só pode ser definido pelo cliente final e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda ao cliente (WOMACK e JONES, 1998). Conforme Ohno (1997), o passo preliminar para a aplicação desse sistema é identificar os desperdícios, que podem ser classificados em:

- Desperdício de superprodução (produzir muito e muito cedo);
- Desperdício de espera pelo trabalhador (tempo disponível);
- Desperdício de produzir produtos defeituosos;
- Desperdício de estoque disponível;
- Desperdício de movimento (manuseio desnecessário);
- Desperdício em transporte;
- Desperdício de processamento em si (processamento demasiado ou não necessário).

Liker (2005) detalha esses desperdícios, e destaca que se pode aplicá-los no desenvolvimento de produtos, no recebimento de pedidos e no escritório, não só em uma linha de produção. Há também um oitavo tipo de desperdício identificado, que seria o desperdício de criatividade dos funcionários.

Ohno (1997) considerava a superprodução como sendo a principal perda, pois gera a maioria dos outros tipos de desperdícios. Produzir mais que o cliente deseja em qualquer operação do processo de fabricação necessariamente leva à formação de estoque em algum lugar: o material fica por lá, esperando para ser processado na próxima operação (LIKER, 2005). Para Balle e Balle (2005) o propósito real da Produção Enxuta é um sistema para a absoluta eliminação de desperdícios. A eliminação desses desperdícios aumenta a eficiência da operação.

A eliminação total de todos os desperdícios é apenas uma meta que impulsiona a melhoria contínua do sistema (FUMAGALI, 2001).

Os administradores e funcionários da Toyota usam o termo japonês *muda* quando falam sobre perdas e a eliminação de *muda* é o foco da maioria dos esforços para a Produção Enxuta. Mas dois outros termos são também importantes para a Produção Enxuta e todos se encaixam como um sistema. Na verdade, o foco exclusivo em somente oito tipos de perdas (*muda*) pode realmente prejudicar a produtividade das pessoas e o sistema de produção. O documento sobre o modelo Toyota refere-se à eliminação de *muda*, *muri* e *mura*. Os três tipos são (LIKER, 2005):

- *Muda* – nenhuma agregação de valor. O mais conhecido inclui os oito tipos de perdas;
- *Muri* – sobrecarga de pessoas ou de equipamento significa colocar a máquina ou equipamento além de seus limites naturais;
- *Mura* – desnivelamento, mais trabalho do que as pessoas ou máquinas podem realizar e, outras vezes, falta de trabalho.

A estrutura da Produção Enxuta pode ser visualizada na Figura 3 conforme Ohno (1997).

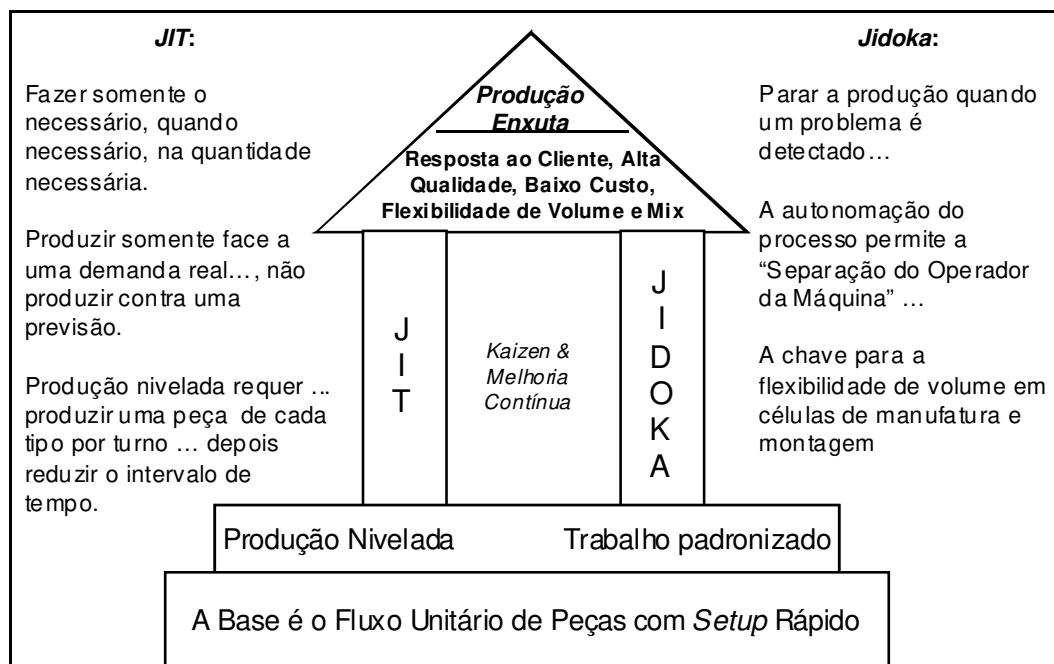


Figura 3: Estrutura da Produção Enxuta na Toyota (OHNO, 1997).

O objetivo da Produção Enxuta é responder rapidamente às necessidades do cliente, produzir produtos com alta qualidade, ter um baixo custo, produzir com flexibilidade de volume e mix, representado na Figura 4. Os dois pilares necessários para a sustentação do sistema são:

- *Just-in-time* (JIT);
- Automação.

Just-in-time significa que as partes corretas e necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e, somente na quantidade necessária, dessa forma, é estabelecido um processo de fluxo contínuo (OHNO, 1997).

Movimento lento de inventário deve ser movido, contado, armazenado, separado e movimentado e pode se tornar danificado ou obsoleto. Processo de expedição e armazenagem deve lidar com esses problemas. Se um problema de qualidade ocorre, uma grande quantidade de materiais tem risco de ser retrabalhada ou necessita ser descartada. Uma grande área, mais equipamentos e mais pessoas devem ser usadas para essa capacidade extra. Esse custo geralmente é denominado de fábrica oculta (GEORGE, 2002).

A Automação (*Jidoka*) também pode ser descrita como automação com toque humano, tem como objetivo impedir a fabricação de produtos defeituosos e parar automaticamente o funcionamento do equipamento no caso de anormalidades, permitindo que a situação seja investigada. A automação tem ainda como objetivo “separar o operador da máquina”, permitindo que ele opere diversas máquinas simultaneamente (OHNO, 1997).

Womack e Jones (1998) interpretam a Produção Enxuta como uma forma de fazer cada vez mais, com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes, exatamente o que eles desejam. Esses são os princípios que deram origem à Produção Enxuta.

Para que se tenha um sistema trabalhando conforme a Produção Enxuta, Womack e Jones (1998) apresentam cinco passos que conduzem um sistema à melhoria contínua. O ponto de partida para o pensamento enxuto é o *valor*, que só pode ser definido pelo cliente final, que atenda às necessidades específicas do cliente, a um preço específico, em um momento específico.

O segundo passo é *identificar a cadeia de valor*, que é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar a um produto específico (seja ele um produto, um serviço ou, cada vez mais, uma combinação dos dois), a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a *tarefa de solução de problemas* que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia, a *tarefa de gerenciamento da informação*, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma, e a *tarefa de transformação física*, que vai do recebimento da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK e JONES, 1998).

Uma vez que o valor tenha sido especificado com precisão, a cadeia de valor de determinado produto totalmente mapeada pela empresa e os desperdícios reduzidos, deve-se fazer o valor *fluir* com maior rapidez pela cadeia, esse é o terceiro passo.

Em um processo real de fluxo unitário de peças, cada passo do processo deveria estar produzindo uma parte, por exemplo, a cada 30 segundos. Se for mais rápido, haverá superprodução; se for mais lento, isso criará filas congestionadas. O tempo *takt* pode ser usado para estabelecer o ritmo de produção e para alertar os funcionários toda vez que estiverem adiantados ou atrasados. O fluxo contínuo e o tempo *takt* são mais facilmente aplicados em operações de fabricação repetitiva e de serviços. *Takt* é a palavra alemã para ritmo ou compasso. Tempo *takt* é a razão do tempo disponível para produzir um produto dividido pela demanda do cliente (LIKER, 2005).

Quando foi tentado obter fluxo unitário de peças, também foram colocadas em ação inúmeras atividades para eliminar toda a perda. Alguns dos benefícios do fluxo unitário de peças são (LIKER, 2005):

- Acrescenta qualidade;
- Cria flexibilidade real;
- Cria maior produtividade;
- Libera espaço;

- Aumenta a segurança;
- Estimula o moral;
- Reduz o custo de estoque.

A *produção puxada* apregoa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço, sem que o cliente desse processo o solicite. Isso, significa ter a capacidade de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer. A produção deveria ser disparada pela demanda real e não por uma previsão de vendas.

À medida que as empresas especificarem *valor* com precisão e identificarem a *cadeia de valor* como um todo; à medida que fizerem os passos que criam valor *fluírem* continuamente e deixar que os clientes *puxem* o valor da empresa, os desperdícios serão reduzidos e o cliente será muito melhor atendido. O último passo é buscar a *perfeição*, pois os quatro passos iniciais interagem entre si em um círculo virtuoso.

2.1.2 A essência do modelo Toyota

No uso da Produção Enxuta para tornar-se enxuto, a lição é que não tem que imitar o uso que a Toyota faz das ferramentas específicas, para ficar parecendo enxuto como a Toyota. A Produção Enxuta é uma filosofia e um conjunto de ferramentas que devem ser adequadamente aplicadas a uma situação. Eles são parte de um sistema maior, que busca a harmonia e a perfeição para manter o sucesso. O processo certo produzirá os resultados certos (LIKER, 2005).

Para Moore (2004), colocar o processo correto no lugar conduz o envolvimento das pessoas com o senso de propriedade e criatividade e cria o ambiente de orgulho, satisfação e responsabilidade.

Walley (1994) ressalta que o sucesso das mudanças em processos depende de compromisso, envolvimento e senso de propriedade das pessoas da empresa. A mudança deve ser ajustada com as necessidades do funcionamento do negócio de novas formas de trabalho.

A Produção Enxuta não é um conjunto de ferramentas como o *just-in-time*, células, 5S' (classificar, organizar, limpar, padronizar e disciplinar), *kanban* etc. É um sistema sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo e que, em sua base, concentra-se em apoiar a estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos com que trabalham. Infelizmente, muitos livros sobre a produção enxuta reforçam a compreensão errônea de que a Produção Enxuta é um conjunto de ferramentas que levam as operações a se tornarem mais eficientes. O propósito dessas ferramentas se perde e a importância central das pessoas está ausente. O foco inicial para aplicar a Produção Enxuta está na fábrica, mas os princípios são amplos e aplicam-se tanto em engenharia e administração quanto a serviços (LIKER, 2005).

Para Imai (1997), toda vez que surge um problema, a gerência deve resolvê-lo e se certificar de que não ocorrerá novamente pelo mesmo motivo. Uma vez resolvido o problema, é preciso padronizar o novo procedimento, do contrário, as pessoas estarão sempre ocupadas, brigando entre si. Uma definição de padrão é a melhor forma de se fazer o trabalho. Existem dois tipos de padrões, um é chamado de padrão gerencial, necessário para gerenciar os funcionários com fins administrativos e incluem regras administrativas, diretrizes e políticas de pessoal, descrições de cargos, preparação de contas de despesas etc. e o outro tipo é chamado de padrão operacional, e está relacionada à forma como as pessoas executam o trabalho.

A Toyota também levou a sério os ensinamentos de qualidade de W. Edwards Deming. Ele ensinou sobre as metodologias americanas de qualidade e produtividade, em seminários no Japão e apontou que, em um sistema empresarial, atender ou exceder às exigências do cliente é a tarefa de cada indivíduo em uma empresa e ele ampliou a definição de “cliente”, incluindo os clientes internos, além dos externos. Cada pessoa ou passo em uma linha de produção ou em um processo administrativo, deve ser tratada como um “cliente” e receber exatamente o que necessita no tempo certo. Essa é a origem do princípio de Deming, “o próximo processo é o cliente”. A expressão japonesa para isso, *atokotei wa o-kyakusama*, tornou-se uma das mais importantes do *JIT*, pois em um sistema de puxar, significa que o passo precedente sempre deve fazer o que o passo subsequente indica. Se não for assim, o *JIT* não funcionará (LIKER, 2005).

2.1.3 Ferramentas-chave da Toyota e a transformação enxuta

Na Toyota muito poucas ferramentas estatísticas complexas são utilizadas. Os especialistas em qualidade e os membros da equipe contam com apenas quatro ferramentas-chave (LIKER, 2005).

- Ir para ver;
- Analisar a situação;
- Usar o fluxo unitário de peça e o *andon* para trazer os problemas à tona;
- Perguntar “por quê” cinco vezes.

O entendimento de sistemas visuais é necessário para salientar os problemas e promover um entendimento compartilhado da situação atual. Um processo estruturado deve ser usado para garantir que as melhorias ocorram de forma contínua e que os resultados sejam consistentemente bons. Finalmente, deve haver uma maneira de capturar o conhecimento, para garantir os resultados individuais no processo de aprendizagem organizacional. O objetivo desse sistema é apoiar as pessoas no seu esforço diário para melhorar seu trabalho. Se for bem implementado, esse sistema torna-se um mecanismo essencial para o desenvolvimento e crescimento do empregado (LANDER e LIKER, 2008).

Na Toyota, a análise dos cinco porquês muitas vezes é usada com parte de um processo de sete passos, chamado de solução prática de problemas. Antes de começar a análise dos cinco porquês, a solução prática de problemas exige que se esclareça o problema ou que se compreenda o problema. A parte mais difícil é compreender a situação do problema completamente, antes de proceder à análise dos cinco porquês, conforme mostrado na Figura 4. Deixando de lado ferramentas, técnicas e medidas, a maior ênfase está em pensar nos problemas e em suas soluções. A solução de um problema é constituída de 20% de ferramentas e 80% de pensamento (LIKER, 2005).

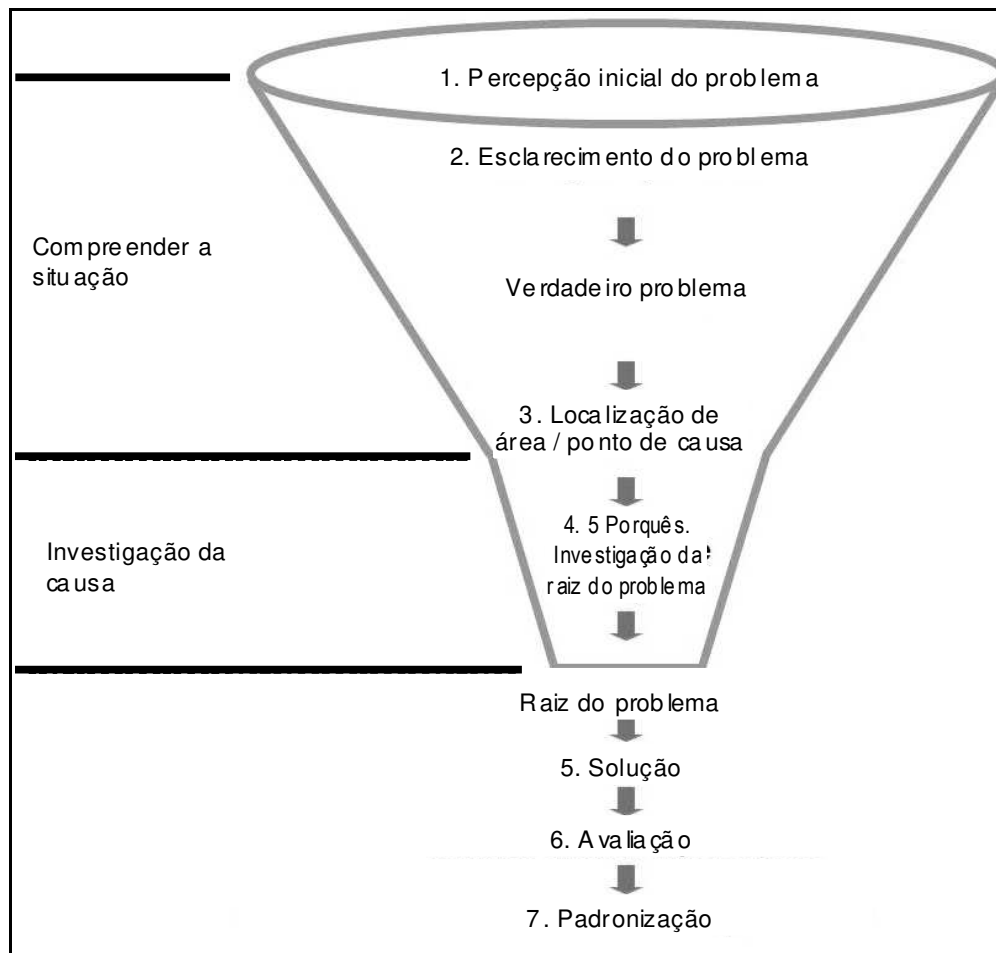


Figura 4: Processo de solução prática de problemas da Toyota (LIKER, 2005).

O propósito da aplicação de controles visuais na Produção Enxuta é focar-se no processo e tornar fácil a comparação do resultado esperado versus desempenho atual. Essa comparação destaca quando o processo não está atendendo à expectativa e, então, motiva a realização das ações de melhoria (MANN, 2005).

Um padrão nada mais é do que um método – ou uma prática – consagrado, seguido até um caminho melhor ser descoberto, testado e aceito. Um padrão indica onde há um problema, mostra por onde começar a busca de soluções. Impede que se cometam os mesmos erros duas vezes. Permite adquirir e conservar conhecimento e ajuda a manter a forma de trabalho definida (MAY, 2007).

Dennis (2007) entende que existem cinco níveis de maturidade para os padrões, que são:

- Nível 0 – sem padrões;
- Nível 1 – existem padrões, mas eles não são seguidos;
- Nível 2 – os padrões existem e são seguidos frequentemente;
- Nível 3 – os padrões existem e são seguidos;
- Nível 4 – aprendizagem evolucionária.

O conceito de *Kaizen* na Toyota requer a aprendizagem ao nível organizacional, o que é assegurado pela criação de padrões conhecidos, de preferência visíveis. Se não houver padrão acordado entre todos os funcionários envolvidos, de uma nova forma de fazer um trabalho é simplesmente mais uma versão sem validade e que precisa ser padronizada. Para Grazier (1997), no ato de implementar algo há um tremendo buraco entre a ideia e sua realização. O preenchimento desse vazio é a verdadeira função e proposta da implementação da idéia. O preenchimento deste vazio é a verdadeira função e proposta desta atividade, e é precisamente a diferença entre o sistema de implementação de idéias e o antigo sistema de sugestões.

Um método para auxiliar na descrição e apresentação das atividades realizadas, é o uso do formulário denominado A3, que oferece três possíveis variações de aplicação apresentadas na Tabela 2 (SOBEK e SMALLEY, 2008).

Tabela 2: Comparação de diferentes A3 (SOBEK e SMALLEY, 2008).

Foco	Solução de Problemas	Elaboração de Proposta	Revisão da situação do projeto
Foco ou conteúdo temático	Melhorias relativas à qualidade, custo e entrega, segurança e produtividade	Políticas, decisão ou projeto com implementação ou investimentos significativos	Resumo da mudança e resultados como consequência de solução de problemas e implementação de proposta
Experiência da pessoa conduzindo o trabalho	Novato, mas por toda a carreira	Pessoal experiente, Gerentes	Novatos e Gerentes mais experientes
Análise	Forte ênfase na causa fundamental: quantitativa/analítica	Melhoria baseada em consideração do estado atual, misto de quantitativo e qualitativo	Menos análise e mais foco sobre a verificação da hipótese e do plano de ação
Ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Check, Act</i>)	Documenta todo o ciclo envolvido na realização da melhoria e na verificação do resultado	Forte foco no passo Planejar, com os passos verificar e agir embutidos no plano de implementação	Forte foco nos passos verificar e agir, incluindo confirmação de resultados e acompanhamento para completar o ciclo de aprendizagem

O processo sistemático baseado no método científico (identificar o problema, imaginar a solução, implementar, avaliar o resultado e agir novamente com o conhecimento obtido), conduz ao aprendizado, fazendo, e se encaixa bem com a própria abordagem da Toyota, para a aprendizagem através da experimentação e reflexão sobre os resultados obtidos. A intenção com essa abordagem foi a de desenvolver dentro da planta produtiva da Motawi Tileworks, a capacidade de identificar e resolver problemas e, ao mesmo tempo, proporcionar-lhes uma visão holística das ferramentas que estavam sendo usadas para fazer melhorias (LANDER e LIKER, 2008).

A evolução dos paradigmas mentais vigentes e o desenvolvimento de um sistema de melhoria contínua que promove a aprendizagem organizacional são muito importantes. Um ambiente de não culpa, onde os problemas são vistos como oportunidades de melhoria, é necessário para garantir que as pessoas possam experimentar e cometer erros até aprenderem. As pessoas devem estar dispostas e sentir a urgência de fazerem melhor as coisas para alcançarem um objetivo global (LANDER e LIKER, 2008).

2.1.4 A cultura enxuta

A evolução através da melhoria e da aprendizagem está no cerne de todo o sistema da Toyota, que é uma organização de aprendizagem em constante adaptação dos seus sistemas técnico e social, para melhorar o desempenho e garantir a sua sobrevivência a longo prazo e, assim, podendo continuar a cumprir o propósito de gerar valor para a sociedade e para seus patrocinadores. A Toyota como organização, trabalha na sua contínua melhoria, aprendizado constante e incansável aprender a aprender (LANDER e LIKER, 2008).

Para Marselli (2004), através das pesquisas realizadas, as organizações que abraçam completamente a Produção Enxuta, com visível comprometimento da liderança e seu apoio tendem a ter uma maior facilidade na sua implementação.

Conforme Glauser (2005), o foco da direção da empresa deve ser a agregação de valor para a empresa e para a sociedade. Isso orienta a abordagem de longo prazo para construir uma organização de aprendizagem, que pode se adaptar às mudanças de ambiente e sobreviver como uma organização produtiva. Para Glauser, sem esse fundamento nenhum dos investimentos tornaria possível a melhoria contínua e o aprendizado.

Spear e Bowen (1999) consideram que a característica central da Produção Enxuta é o uso predominante do método científico. Ao envolver as pessoas na resolução de problemas, elas veem qualquer melhoria potencial como uma hipótese testável, que estimula a experimentação. A aprendizagem resultante é o que a distingue de outras organizações.

Para Liker (2005), construir uma empresa em longo prazo que ofereça um valor extraordinário para o cliente e à sociedade, exige visão de longo prazo e continuidade de liderança. Pode levar décadas para que sejam colocadas as fundações que radicalmente transformarão a cultura de uma organização.

O que sabemos sobre mudança de cultura?

1. Começa de cima – isso pode demandar uma sacudida na liderança executiva.

2. Envolve todos os níveis.
3. Usa administradores intermediários como agentes de mudanças.
4. Leva tempo para desenvolver pessoas que realmente compreendam e vivam a filosofia.
5. Em uma escala de dificuldade, é algo “extremamente” difícil.

Para Suh (1998) o projeto e operação da produção e sistema de manufatura têm um efeito importante na produtividade da manufatura, retorno de investimento e fatia do mercado. Para Kotter (2002), uma razão para as pessoas começarem o processo de mudança com a criação e apresentação de uma visão, é devido à necessidade de clarificar a direção. Como começar um processo sem conhecer por onde seguir? Com um senso de direção para começar, não existe risco de se mover na direção errada.

Bernstein (2005) comenta que a liderança do Projeto Enxuto, é a parte mais importante de qualquer candidato para conduzir a Produção Enxuta na empresa. Também deve ter as características:

- É um convencedor carismático que pode trazer paixão para a organização;
- É participativo e dá exemplo pelo comportamento;
- Sabe o quê ele ou ela precisa saber;
- Tem a habilidade de identificar, avaliar e colher oportunidades que outros não conseguem enxergar;
- Toma decisões baseado em fortes crenças e valores pessoais;
- Manifesta compartilhamento de propósito com o time.

Bernstein (2005) também enfatiza que a capacidade de comunicação é uma importante qualidade para um agente Enxuto de mudança. Frequentemente definido pela qualidade dos detalhes, com aspectos que vão desde fazer as pessoas aplicarem a Produção Enxuta nas atividades e tornar o conhecimento relativo à Produção Enxuta acessível para os outros, criando

experiência efetiva que constrói a cultura, envolvendo as pessoas dentro das fronteiras da empresa. A habilidade de treinamento e motivação é outro atributo importante.

É necessário um nível mínimo de comprometimento da liderança para dar início à implementação da Produção Enxuta. Isso pode ser verificado pelas três perguntas seguintes (WOMACK e JONES, 1998):

1. Os altos executivos que dirigem a empresa estão comprometidos com uma visão de longo prazo de agregação de valor para o cliente e para a sociedade em geral?

2. Os altos executivos que dirigem a empresa estão comprometidos com o desenvolvimento e o envolvimento dos funcionários e parceiros?

3. Haverá continuidade na filosofia da alta liderança?

Para Liker (2005) essa é uma descrição notavelmente adequada à cultura da Produção Enxuta na Toyota nos seguintes aspectos:

1. A Produção Enxuta tem uma profundidade em relação à análise de problemas, que ultrapassa o nível das suposições básicas da maneira mais eficaz de “perceber, pensar e sentir”. O *genchi genbutsu* (ver por si mesmo para compreender completamente a situação), a identificação de perdas, a completa consideração de todos os itens levantados nas tomadas de decisão e o foco na sobrevivência em longo prazo são exemplos do DNA da Toyota.

2. A Produção Enxuta foi “inventada, descoberta e desenvolvida” ao longo de décadas, à medida que administradores e engenheiros talentosos da Toyota, como Ohno, “aprenderam a lidar com seus problemas de adaptação externa e integração interna”.

3. A Toyota, de fato, realiza seminários sobre a Produção Enxuta e é ensinada para os novos membros, mas essa é uma parte limitada do processo de aprendizagem. É explicitamente ensinado da maneira como deve se transmitir a cultura – através da ação no trabalho do dia-a-dia em que os líderes moldam o caminho (LIKER, 2005).

Conforme Liker (2005), seguem 13 dicas sobre o que funciona na transição de uma empresa para um empreendimento enxuto:

1. Começar a ação com o sistema técnico, seguir imediatamente com a mudança cultural;
2. Aprender fazendo e depois ensinar;
3. Começar com projetos-piloto de criação de fluxo, para demonstrar o sistema enxuto e oferecer um modelo para “ver”;
4. Usar o mapeamento de fluxo de valor para desenvolver visões do estado futuro e ajudar a “aprender a ver”;
5. Usar seminários *kaizen* para ensinar e fazer mudanças rápidas;
6. Organizar fluxos de valor;
7. Tornar a transformação obrigatória;
8. Uma crise pode acionar um movimento enxuto, mas pode não ser necessária para reerguer uma empresa;
9. Ser oportunista na identificação de situações que ocorrem no fluxo, as quais apresentam grandes impactos financeiros;
10. Realinhar as mensurações sob a perspectiva de fluxo do valor;
11. Fundamentar-se nas bases de sua empresa para desenvolver seu próprio modelo;
12. Contratar ou desenvolver líderes enxutos e criar um sistema de sucessão;
13. Contar com especialistas para ensinar e obter resultados rápidos.

2.1.5 O modelo de excelência da Toyota

A consistência do desempenho da Toyota é o resultado direto da sua excelência operacional que se transformou em uma arma estratégica. Essa excelência é baseada, em parte, nos métodos de melhoria da qualidade, produtividade e ferramentas que a Toyota tornou famosos no mundo da indústria, tais como *just-in-time*, *kaizen*, fluxo unitário de peças, automação (*jidoka*) e nivelamento da produção (*heijunka*). Essas técnicas ajudaram a provocar a revolução da Produção Enxuta. Mas ferramentas e técnicas não são armas secretas para transformar uma empresa. O contínuo sucesso da Toyota na implementação dessas ferramentas origina-se de uma filosofia empresarial mais profunda, baseada na compreensão das pessoas e da motivação humana. Seu sucesso baseia-se em uma habilidade de cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização de aprendizagem (LIKER, 2005).

O modelo desse pensamento pode ser observado na Figura 6, onde é visualizado o entendimento do sistema produtivo da Toyota e suas interrelações. Nota-se que essa visão beneficia uma evolução contínua de todo o processo produtivo, seja ele diretamente relacionado à produção ou a um processo que dá sustentação à sua melhoria e evolução (LIKER, 2005). Na Figura 5, são destacadas as quatro divisões dos princípios da Toyota, que são:

- A Filosofia dando suporte ao pensamento de longo prazo;
- O Processo orientado à eliminação de desperdício;
- Os funcionários e parceiros sendo respeitados, desenvolvidos e desafiados;
- A solução de problemas orientada à aprendizagem e à melhoria contínua.

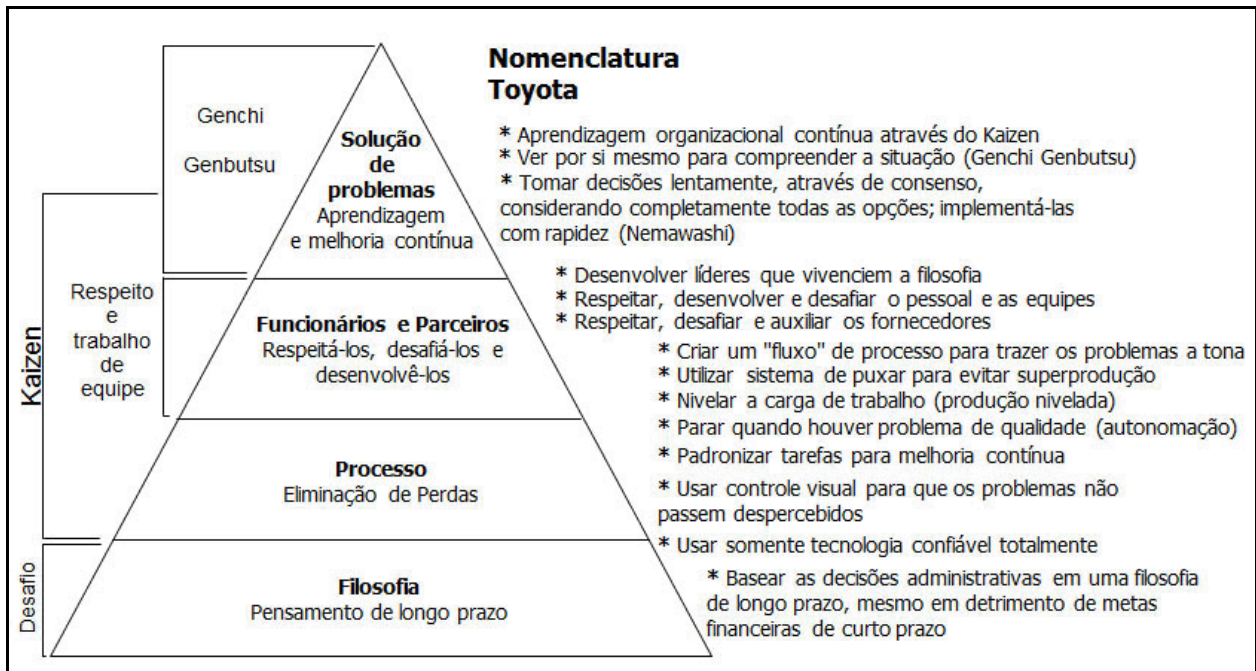


Figura 5: Divisão dos Princípios da Toyota em quatro categorias (LIKER, 2005).

A abordagem apresentada no primeiro modelo por Ohno (1997) e mostrada na Figura 3, expõe os dois pilares da Produção Enxuta, que envolve desde a base desse sistema até sua orientação. Posteriormente, foram citados cinco passos por Womack e Jones (1998) para a implementação da Produção Enxuta. No último modelo apresentado por Liker (2005), apresentado na Figura 7, envolve a divisão dos princípios da Toyota em categorias, baseado em uma filosofia de longo prazo, conectando ao processo, pessoas e parceiros e todos eles dando sustentação para um sistema de solução de problemas. Nota-se que a aplicação da Produção Enxuta está em contínua evolução.

Nos modelos citados, foram vislumbrados alguns pontos que podem ser melhorados. Não foi apresentada uma abordagem completa, envolvendo desde o início da implementação do sistema de Produção Enxuta, envolvendo a Liderança da empresa, até o controle e manutenção das mudanças realizadas na cadeia de fluxo de valor, pontos entendidos como essenciais na perenidade das atividades realizadas. Isto será desenvolvido na sistematização do modelo descrito nesta tese.

2.2 O papel da gestão na implementação de um novo modelo de trabalho e a compreensão do papel da gestão além do sistema produtivo

Liker (2005) aprendeu que todas as ferramentas de apoio à Produção Enxuta, como troca rápida de ferramentas, trabalho padronizado, sistemas de puxar e sistema a prova de erros, eram essenciais para a criação de fluxo. Mas, ao longo do caminho, líderes experientes da Toyota continuavam a dizer que essas ferramentas e técnicas não eram a chave da Produção Enxuta, ao contrário, o poder da Produção Enxuta era o comprometimento administrativo de uma empresa, com o permanente investimento em seu pessoal e promoção de uma cultura de melhoria contínua.

O problema é que as empresas tomaram um determinado conjunto de ferramentas como sendo o profundo “pensamento enxuto”. O modo de pensar enxuto baseado no modelo Toyota envolve uma transformação cultural, muito mais profunda e mais abrangente do que a maioria das empresas pode sequer imaginar. Iniciar com um ou dois projetos para gerar o entusiasmo é a coisa certa a fazer (LIKER, 2005). É comum a liderança da empresa, focar ações de curto prazo. A transformação enxuta requer foco da gestão a longo prazo, sem perder de vista o curto e o médio prazo (EMILIANI e STEC, 2004). Laraia *et al.* (1999) consideram que os líderes da Produção Enxuta precisam entender a suma importância de seu papel como guia motivador, mentor e acima de tudo, líder. Laraia *et al.* (1999) entende que o processo de melhoria contínua é o primeiro no processo de aprendizado e nem todos os processos fluem tão bem na base e operação do processo.

A meta de um líder na Toyota é desenvolver as pessoas para que participem, e possam pensar e seguir a Produção Enxuta em todos os níveis na organização. O verdadeiro desafio do líder é ter uma visão de longo prazo, sabendo o que e como fazer, utilizando o conhecimento adquirido da Produção Enxuta e a habilidade de desenvolver pessoas de forma que possam compreender e executar seu trabalho com excelência (LIKER, 2005).

Para Timans *et al.* (2012), de acordo com os processos de implementação da Produção Enxuta e Seis Sigma aplicados em empresas, apresentam na Figura 6, que o principal fatores que prejudicam a sua implementação é a resistência interna.

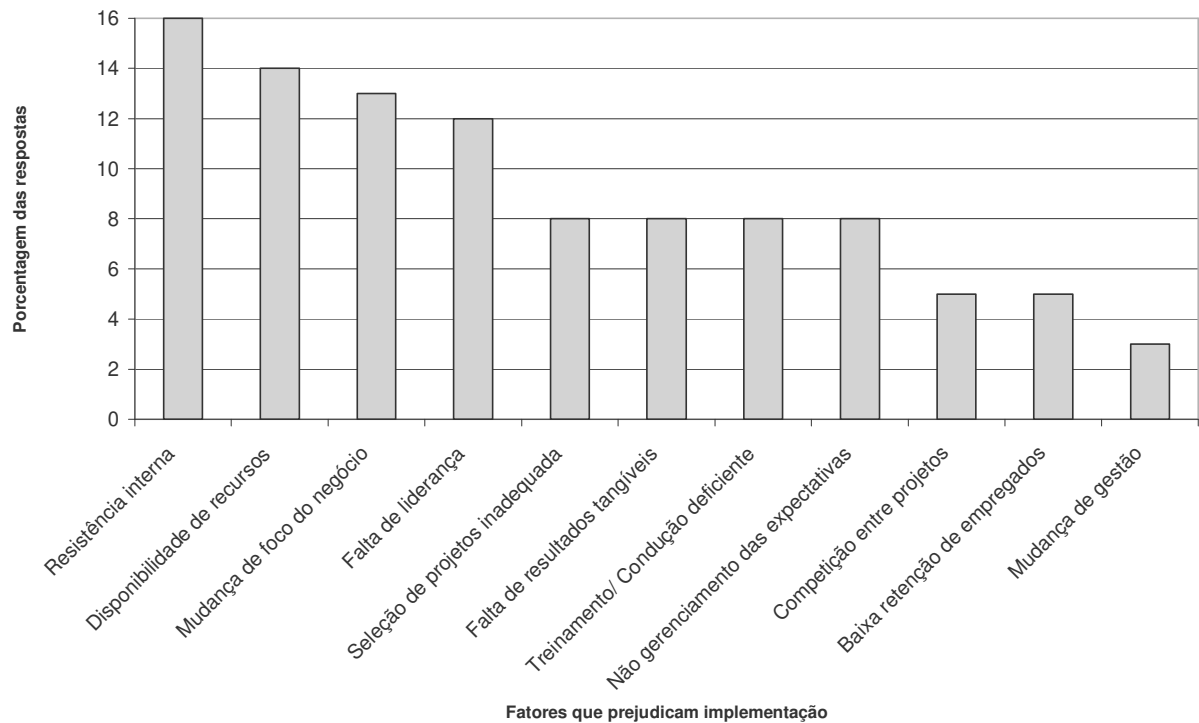


Figura 6: Fatores que prejudicam implementação da Produção Enxuta e Seis Sigma (TIMANS *et al.*, 2012).

Se as pessoas estão engajadas no processo de implementar a Produção Enxuta com Seis Sigma, isso irá possibilitar que toda a organização comece com muita energia para suportar a criação de valor. Se eles não estiverem engajados, a Produção Enxuta com Seis Sigma será apenas outro esforço falho na história da companhia. A Produção Enxuta com Seis Sigma terá sucesso ou falha, baseados no grau de engajamento e adoção por parte da Alta Liderança e executivos (GEORGE, 2002).

2.3 O Sistema Seis Sigma

Seis Sigma pode ser descrito como um programa de melhoramento para reduzir a variação, que se concentra na melhoria contínua e inovação. Os projetos são conduzidos em uma área

ampla e em diferentes níveis de complexidade a fim de reduzir a variação (MAGNUSSON *et al.*, 2003).

De acordo com Henderson e Evans (2000), os principais componentes para uma implementação bem sucedida Seis Sigma, são o envolvimento de gestão, organização, infraestrutura, treinamento e ferramentas estatísticas. Eckes (2001) também salienta a importância de se ter uma infraestrutura antes de iniciar um programa, como Seis Sigma e afirma ainda que "organizações bem-sucedidas usam um modelo para a aplicação de melhorias". Para Eckes (2001), uma das questões mais importantes é o envolvimento da gestão. Pande *et al.* (2000) destacam que a organização também deve esclarecer os diferentes papéis requeridos e suas diferentes áreas de responsabilidade a fim de ter um programa Seis Sigma bem sucedido.

Seis Sigma ensina os empregados como melhorar os resultados até atingirem um nível de qualidade próximo do nível zero defeito e como manter esse novo nível de desempenho, combinando a energia das pessoas com a energia do processo. Uma combinação correta do conhecimento do processo, habilidades de gerenciamento, seleção de projetos e aplicação de ferramentas estatísticas é requerida para se atingir e sustentar o sucesso. Seis Sigma é altamente disciplinado para aumentar a satisfação do cliente e melhorar o ponto de partida de uma organização (ANNAMALAI, 2008).

Para Arnheiter e Maleyeff (2005), o Seis Sigma foi desenvolvido devido à necessidade de garantir qualidade nos produtos finais, focando a obtenção de altos níveis de conformidade. Através de uma rígida e estruturada metodologia de investigação do processo, os elementos do mesmo são completamente entendidos. O pressuposto é que o resultado de todo o processo será melhorado pela redução da variação de múltiplos elementos. Seis Sigma reivindica que o foco na redução de variação soluciona problemas do processo e negócio (ANNAMALAI, 2008).

Seis Sigma inclui cinco etapas, conhecidas como DMAIC, que são definir, medir, analisar, melhorar e controlar e descritas na sequência (NAVE, 2002):

- Definir. Começa pela definição do processo. Questiona-se quem são os clientes e quais são os seus problemas. São identificadas as características-chave para o cliente, ao longo do

processo, que suporta essas características-chave, então são averiguadas as condições dos resultados existentes juntamente com os elementos do processo.

- Medir. Em seguida, o foco é a medição do processo. As principais características são classificadas, sistemas de medição são verificados e os dados são coletados.

- Analisar. Uma vez que os dados são recolhidos, são analisados. A intenção é transformar os dados brutos em informações que fornecem conhecimento sobre o processo, esse conhecimento inclui a identificação das causas fundamentais e mais importantes dos defeitos ou problemas.

- Melhorar. O quarto passo é melhorar o processo. Soluções para o problema são desenvolvidas e as mudanças são feitas no processo, os resultados dessas mudanças são vistos nas medições. Nessa etapa, a empresa pode avaliar se as mudanças são benéficas ou se outro conjunto de mudanças será necessário.

- Controlar. Se o processo apresenta resultados sob um nível desejado e previsível, ele é colocado sob controle para garantir a continuidade dos resultados. Essa última etapa é a sustentação da metodologia Seis Sigma. O processo é monitorado para garantir que não ocorram mudanças inesperadas.

2.4 Análise do Sistema Enxuto x Seis Sigma

Empresas usando Produção Enxuta e Seis Sigma podem reduzir o tempo de atravessamento acima de 80%, reduzir despesas gerais de produção e custos de qualidade acima de 20% e melhorar tempo de entrega acima de 99%. Aplicado Produção Enxuta para o processo de desenvolvimento do produto, pode reduzir o tempo de lançamento em 50% e possibilitar a redução do custo de material em 5%-10% (GEORGE, 2002).

Produção Enxuta e Seis Sigma foram proclamados como salvadores potenciais da indústria dos Estados Unidos. Cada um tem a sua quota de sucessos documentada, mas muitas empresas

despendem muita energia para definir qual abordagem é a melhor para ser aplicada no seu ambiente produtivo. Na opinião de Jarchow (2005), nem Produção Enxuta nem Seis Sigma sozinho é adequado para conduzir a organização e ambos os sistemas são necessários na empresa para obter uma melhor competitividade de acordo com as exigências impostas pelo mercado de hoje.

A literatura sobre a compatibilidade e a combinação de Produção Enxuta com Seis Sigma é limitada. Frequentemente, essa combinação alegada não é mais do que "filosófica" ou argumentação quase-concienzosa sobre a declarada compatibilidade de abordagens. Um exemplo foi referido em que os desperdícios são usados em alguns programas de Produção Enxuta, na tentativa de remover todas as fontes de desperdício sem priorização real, criando assim um grande problema no projeto de Seis Sigma na fase "Controle", quando a praticidade de controle para todas essas fontes pode ser questionável (BENDELL, 2006).

Para Smith (2003) combinando técnicas de Produção Enxuta e Seis Sigma, permite descobrir onde o problema não está, o que é um passo importante em direção para encontrar onde ele está.

Embora tais tentativas de combinar Produção Enxuta com Seis Sigma podem ser questionáveis, seria claramente desejável que uma abordagem de processo único de melhoria estivesse disponível. Uma série de importantes empresas implementaram Seis Sigma, e colocaram de lado programas Enxutos ao nível de um grupo de ferramentas adicionais e apenas, ensinando a *Black* e *Green Belts*, como parte de sua formação. O oposto não é tão comum, mas alguns consultores de Produção Enxuta começaram a reivindicar que o Seis Sigma seja parte da abordagem Enxuta. Para muitas organizações, um ponto de partida natural para a melhoria de processos de negócios, tem sido o processo de pensar e de mapear o fluxo de valor como um fator de melhoria (BENDELL, 2006).

Na essência, uma abordagem integrada utilizando a estratégia Seis Sigma e Produção Enxuta, maximizará o valor para os acionistas e será acompanhada de melhora na satisfação dos clientes, custos, qualidade, velocidade e investimento de capital. Enquanto os princípios fundamentais do Seis Sigma é conduzir a organização para um nível de capacidade Sigma, através da aplicação rigorosa de ferramentas e técnicas estatísticas, para a Produção Enxuta é um

meio de eliminar os desperdícios e atividades que não agregam valor através de toda a cadeia de suprimento (ANTONY *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2011). Para Michel (2004) o vínculo entre Produção Enxuta e Seis Sigma é encontrado em Princípios Enxutos, tal como sistema à prova de erro, muitas empresas rapidamente uniram as duas abordagens e veem ambos se complementando.

Da mesma forma Arnheiter e Maleyeff (2005) apresentam na Figura 7, que os resultados sob o ponto de vista do cliente e do negócio, para a Produção Enxuta e Seis Sigma são similares no começo de ambos os processos, mas ao longo do tempo ocorre a diferença nos resultados entre os modelos individuais e com a união de ambos a longo prazo tanto sob o ponto de vista do cliente como do negócio, obtêm-se melhores resultados com a união de ambas as metodologias.

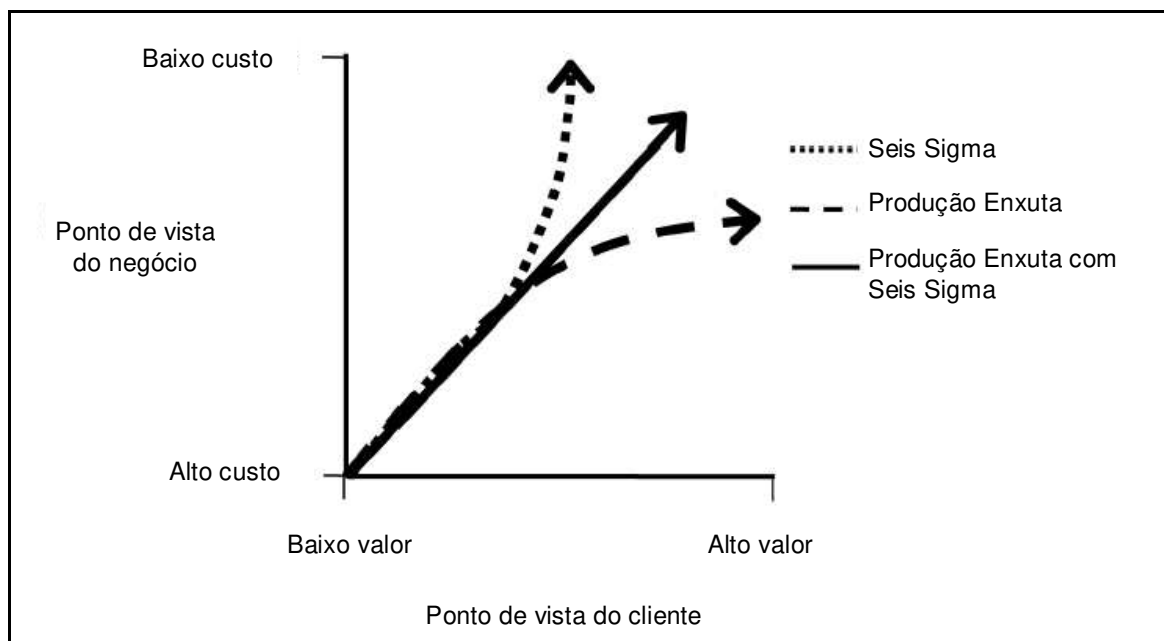


Figura 7: Natureza da vantagem competitiva (ARNHEITER e MALEYEFF,2005).

A Tabela 3 apresenta um quadro comparativo que descreve algumas das principais características das duas metodologias (NAVE, 2002).

Tabela 3: Características da Produção Enxuta e do Seis Sigma (NAVE, 2002).

Programa	Produção Enxuta	Seis Sigma
Teoria	Remoção de desperdício	Redução de variação
Guias para aplicação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar valor 2. Identificar o fluxo de valor 3. Fluxo 4. Puxar 5. Perfeição 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir 2. Medir 3. Analisar 4. Melhorar 5. Controlar
Foco	Foco no fluxo	Foco no problema
Pressupostos	Desperdícios removidos melhorarão o desempenho do negócio. Muitas pequenas melhorias são melhores que análise do sistema.	O problema existe. Figuras e números são avaliados. Melhora sistêmica do resultado se variações em todo o processo são reduzidas
Efeito primário	Redução do tempo de fluxo	Resultado do processo uniforme
Críticas	Análise estatística ou sistêmica não avaliada	Interação sistêmica não considerada Melhora do processo independente

De acordo com Andersson *et al.* (2006) as características da Produção Enxuta e do Seis Sigma, são apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4: Características da Produção Enxuta e Seis Sigma (ANDERSSON *et al.*,2006).

Sistema Enxuto	Seis Sigma
Foco em maximizar a velocidade do processo	Eliminar os defeitos definidos pelo cliente
Ferramentas para análise do fluxo do processo e atrasos	Reconhecer as variações que impedem a habilidade de assegurar entregas de produtos com alta qualidade
Foca na agregação de valor x não agregação de valor	Requerem dados para direcionar as decisões
Meios para quantificar e eliminar a complexidade	Estabelece ferramentas para efetiva resolução de problemas

Antony *et al.* (2003) apresentam na Tabela 5 a estratégia da Produção Enxuta e a do Seis Sigma. Mas também são expostas algumas diferenças fundamentais entre elas (ANTONY *et al.*, 2003) na Tabela 6.

Tabela 5: Sinergia da estratégia da Produção Enxuta e Estratégia Seis Sigma (ANTONY *et al.*,2003).

Estratégia de Produção Enxuta	Estratégia do negócio Seis Sigma
Usa um projeto baseado na implementação	Ferramentas de gestão de projetos
Coleta Produtos e dados produtivos	Coleta de dados
Entende condições atuais	Descoberta do conhecimento
Combina padrões de trabalho combinados com planilhas	Estabilidade do processo e planos de controle
Tempo do processo	Ferramenta e técnicas de coleta de dados (CEP)
Fluxo de valor ótimo é alcançado através de eliminação agressiva de desperdícios e atividades que não agregam valor	Modelo de como eliminar a variação do processo
Redução de tempos de ciclo, tempos de troca, paradas de equipamentos, etc.	Sete ferramentas básicas da qualidade, gestão de gerenciamento moderno de qualidade, etc.

Tabela 6: Algumas diferenças fundamentais entre Produção Enxuta e Seis Sigma (ANTONY *et al.*, 2003).

Desejo/ Problemas/ Objetivos	Produção Enxuta	Seis Sigma
Foco no fluxo de valor do cliente	+	-
Foco na criação de um ambiente visual	+	-
Criação de folhas de trabalho padrão	+	-
Atua no inventário em andamento	+	-
Foco em boa manutenção e organização	+	-
Planejamento e monitoramento do controle do processo	-	+
Foco na redução da variação e alcance uniforme dos processos de saídas	-	+
Foco reforçado na aplicação de ferramentas e técnicas estatísticas	-	+
Emprega de forma estruturada, rigorosa e bem planejada metodologia de resolução de problemas	-	+
Atua no desperdício proveniente de super processamento	+	-

As companhias praticam uma abordagem integrada que ganham quatro grandes benefícios de acordo com Antony *et al.* (2003):

- Tornar mais rápido e mais ágil para os clientes;

- Esforçar-se para obter um nível de capacidade Seis Sigma;
- Operar a baixo custo da baixa qualidade;
- Alcançar grande flexibilidade através da empresa.

Em outras palavras, a abordagem integrada da Produção Enxuta com Seis Sigma, oferece uma abordagem completa para mover o negócio através de um caminho, para atingir a máxima posição de competitividade. É justo afirmar que a disciplina e metodologia sistêmica do Seis Sigma combinadas com a velocidade e agilidade da Produção Enxuta produzirão grandes soluções na busca de um negócio e operação de excelência (ANTONY *et al.*, 2003; ALLEN e LAURE, 1997). Na Tabela 7 são apresentadas algumas diferenças fundamentais (ANTONY *et al.*, 2003).

Tabela 7: Algumas diferenças fundamentais entre as metodologias Produção Enxuta e Seis Sigma (ANTONY *et al.*, 2003).

Produção Enxuta (Ferramentas, técnicas, princípios)	Seis Sigma (Ferramentas, técnicas, princípios).
Gerenciamento do local de trabalho	Redução da variabilidade
Redução do tempo de troca de ferramentas	Sistema de <i>Belts</i> (<i>Master Black Belt, Black Belt, Green Belt, Yellow Belt</i>)
Sistema Puxado (<i>Kanban</i>)	Metodologia DMAIC
Sistema a prova de erro	Controle estatístico do processo
Práticas 5S	Sistema de análise de medição
Mapeamento do fluxo de valor	Delineamento de experimentos
Mapeamento do processo	Projeto Robusto
<i>Just in time</i>	Desdobramento da função qualidade
Gerenciamento Visual	Análise dos modos de falha e seus efeitos
Fluxo unitário de peças (tempo <i>takt</i>)	Gerenciamento do projeto
Procedimentos padronizados / de trabalho	Análise de regressão
Balanceamento do fluxo de produção	Análise de variância
Eliminação e identificação dos desperdícios (sete elementos dos desperdícios)	Teste de hipóteses
<i>Kaizen</i>	Análise da causa raiz
Manufatura enxuta	Diagrama do processo SIPOC (fornecedores, entradas, processo, saídas, clientes)

Várias empresas adotam uma abordagem integrada iniciando pela aplicação de Produção Enxuta básica e técnicas, tal como organização do ambiente de trabalho através da prática do 5S, trabalho padronizado, manutenção produtiva total etc. Uma vez que ferramentas e técnicas eliminam muitos dos desvios do processo, o Seis Sigma então oferece soluções eficazes para problemas crônicos. Um compreensivo conjunto de ferramentas, técnicas e princípios que podem ser empregados em um sistema integrado de Produção Enxuta e estratégias de negócio Seis Sigma (ANTONY *et al.*, 2003).

Uma introdução bem sucedida de uma abordagem integrada requer a mudança da mentalidade dos funcionários e uma liderança forte. Funcionários devem estar motivados e aceitar o domínio e responsabilidade pela qualidade e produtividade do próprio local de trabalho. Companhias que têm sucesso no gerenciamento de mudanças têm identificado que o melhor caminho para combater resistência à mudança é através do aumento da comunicação, motivação e educação. A seleção de uma melhoria estratégica particular depende pesadamente da natureza do problema, objetivos que devem ser alcançados, efeitos primários e secundários na estratégia etc. A aplicação do princípio Seis Sigma combinada com a velocidade e agilidade da estratégia de Produção Enxuta, irá produzir soluções e buscas intermináveis pela melhoria, rapidez, processos e negócios mais baratos (ANTONY *et al.*, 2003).

Os princípios da Produção Enxuta trouxeram novas opções para um tratamento de qualidade, ao sugerir a inserção de outras tarefas complementares à rotina de trabalho dos encarregados de executá-lo, relacionados com a qualidade do trabalho realizado e do seu resultado. Por outro lado, ao estimular a eliminação de todo e qualquer desperdício, o sistema obriga os profissionais a investigarem as causas dos principais problemas, independentemente de serem especiais ou comuns. Ligado a esse ponto, o incentivo, a velocidade e a autonomia das pessoas no trabalho se destacam em qualquer nível hierárquico, para propor rapidamente uma solução eficaz orientada para a resolução do problema (TONINI *et al.*, 2007).

Cada vez mais empresas que adotam ambas as metodologias, são chamadas com um nome local. Elas são denominadas de algo que faz sentido para o negócio da empresa, mas não o vincula a um a ambos os métodos. Essas são as empresas que obtêm melhores chances para o sucesso nos próximos anos. Seis Sigma e Produção Enxuta são o mesmo em relação à estruturação usada para ferramentas, que auxiliam na resolução de problemas e

melhora de desempenho de uma forma ou outra. Entretanto, as ferramentas e as circunstâncias nas quais elas são usadas são diferentes. A condução de um kaizen para remoção de desperdícios do processo pode revelar um passo que requer retrabalho constante de algum tipo. Isso deve ser um alerta para utilizar a ferramenta do Seis Sigma para dar continuidade na análise da causa-raiz para este retrabalho (BOSSERT *et al.*, 2002).

Tanto a Produção Enxuta como o Seis Sigma ostentam níveis de avanços de qualidade, custo e tempo de ciclo. Essas melhoras na Produção Enxuta são centradas na melhoria do processo através da remoção de desperdícios, tais como distância percorrida, atividades que não adicionam valor e gerenciamento do processo baseado no tempo *takt*. Seis Sigma tipicamente reduz a variação das entradas do processo e controles, produzindo, assim, uma saída consistente no mesmo. Melhorando a sinergia entre Seis Sigma e Sistema Enxuto poderá ajudar a garantir a satisfação do cliente (BOSSERT *et al.*, 2002).

Abaixo são apresentadas Tabelas, mostrando uma proposta do novo Sistema Enxuto Seis Sigma (ABRAMIWICH, 2008) na Tabela 8 e Ferramentas típicas usadas na Produção Enxuta Seis Sigma (BUEL e TURNIPSEED, 2004) na Tabela 9.

Tabela 8: Proposta do novo Sistema Produção Enxuta Seis Sigma (ABRAMIWICH, 2008).

Sistema Enxuto Seis Sigma Clássico	Sistema Enxuto Seis Sigma para Crescimento
Foco no desempenho do produto	Foco em como o cliente usa o produto
Resolução de problemas	Criação de valor
Qualidade, Custo	Rendimento, divisão de carteira.
Melhora interna do processo	Processo de melhoria do cliente
Segmentação das metas internas	Segmentação das metas do próprio cliente
Métodos estatísticos: Delineamento de Experimentos e Controle Estatístico do Processo	Vendas, ferramentas de <i>marketing</i> e projetos experimentais
Medição da qualidade (Defeitos por milhão de oportunidades, Capacidade do processo).	Proposta de valor (recursos de produtos, benefícios)
Seleção de Projeto através de painel de instrumentos e análise de lacunas	Seleção de projetos ligados com planejamento de conta de vendas e estratégia de marketing
<i>Belts</i> atribuído para grupos funcionais	<i>Belts</i> atribuído para segmentos de <i>marketing</i>

Tabela 9: Ferramentas típicas usadas para Produção Enxuta com Seis Sigma (BUEL e TURNIPSEED, 2004).

Definir	Contrato do projeto	Análise da causa raiz da falha
	Desdobramento da Função Qualidade	Revisão de capacidade e Auditoria de resultados
	Diagrama de Entradas Processo Saídas	Auditoria ISO 9001 & ISO 14001
	Análise de pareto	Análise dos modos de falhas e efeitos
Medir	Mapeamento do Fluxo do processo	Estudos de capacidade
	Causas e Efeitos	5S
	Análise do sistema de medição	Tempo <i>takt</i>
	Análise Gráfica, ex. histograma	Controles visuais
	Melhores práticas	
Analisar	Experimento de ruído constante	Delineamento de experimentos
	Entradas em Causa e Efeito	Análise de decisão
	Procedimentos operacionais padrão	Modelos de simulação e probabilísticos
	Estudos de Capacibilidade	Análise econômica
	Análises Gráficas	Modelagem de confiabilidade
	Análises estatísticas – teste de hipóteses, regressão	
Melhorar	Gráficos de controle	<i>Kanban</i>
	Projeto Robusto	Projeto de leiaute
	Balanceamento de linha	Sistema a prova de erros (<i>Poka Yoke</i>)
	Testes de hipótese	Modelos de Simulação
	Delineamento de experimentos	Algoritmos genéticos
	<i>Kaizen Blitz</i>	Inteligência Artificial e soluções de automação
	Troca de ferramentas	Correções e Ações preventivas
Controlar	Gráficos de Controle	Sistema a prova de erros
	Plano de controle	Procedimentos operacionais padrão
	Análise do modo de falha e seus efeitos	Auditorias internas
	Plano de confiabilidade do equipamento	

A fusão entre Produção Enxuta e Seis Sigma pode ser rastreada até a evolução precoce da General Electric, onde perceberam que os dois conceitos se complementaram muito bem, Produção Enxuta, ou seja, enfoque de fluxo de processo e de desperdícios enquanto Seis Sigma enfoca variação e projeto (ANDERSSON et al., 2006).

A Toyota, por outro lado, obtém resultados e preços mais baixos dos fornecedores norte-americanos como o Delphi, ao mesmo tempo, dando aos fornecedores margens de lucro adequado. Como? Por analisar implacavelmente cada passo em seu projeto e processo de produção compartilhada, para tirar o desperdício e colocar na qualidade. Em contrapartida, a Toyota faz um trabalho utilizando uma pessoa responsável por cada processo de negócio-chave, como o engenheiro-chefe supervisiona cada novo modelo. Ensina aos gerentes como fazer as perguntas certas (ao invés de dar as habituais respostas), a fim de comprometer todos os envolvidos em cada processo para irem mais rápido e fazer um trabalho melhor com menos recursos (WOMACK, 2006).

A gestão de mudança organizacional deve ser tratada junto com Produção Enxuta, Seis Sigma e qualquer metodologia de melhoria de outros para sustentar e construir uma cultura de melhoria contínua. Qual metodologia de melhoria é a melhor ou deveria ser o programa principal, não é o problema. As organizações devem trazer um conjunto de ferramentas robustas para o jogo de melhoria de processos para o sucesso e, mais importante, saber como e onde usar as ferramentas básicas. A Produção Enxuta dissipa os problemas para poder se concentrar em problemas originados pela variação do processo, com técnicas de Seis Sigma. Outras ferramentas que complementam o tema da simplificação e redução de variação podem ser usadas tanto com Produção Enxuta e Seis Sigma. Se fosse fácil, todos estariam fazendo isso também, mas não é fácil, é por isso que algumas organizações prosperam enquanto outros lutam com abordagens semelhantes. Mais importante ainda, saber como sustentar as mudanças realizadas no negócio (JARCHOW, 2005).

A implementação bem sucedida requer, em primeiro lugar e acima de tudo, eficaz e altamente motivada liderança de cima para baixo. Além disso, esses elementos são essenciais (ROPER, 2005):

- A equipe de liderança focada e disciplinada para liderar a mudança;
- Um plano de implementação realista;
- A forma de sustentar um novo processo no nível do grupo de trabalho.

Para construir a disciplina e a execução diária em uma organização, é necessário um processo estruturado com estes quatro elementos (ROPER, 2005):

- A visualização de métricas, procedimentos e outras informações para o grupo de trabalho;
- Reunião diária com o grupo de cinco a dez minutos para se concentrar sobre o plano para a mudança, avaliação de desempenho anterior e, mais importante, reforçar os processos de trabalho novos;
- Trabalhar em grupo de métricas, tais como gráficos de hora em hora para acompanhar os resultados e desempenho do processo;
- Instruir a Liderança de grupos de trabalho sobre os novos processos de trabalho, as métricas, o sistema de gestão diária e expectativas de desempenho.

A implementação é um processo que pode ser aprendido e melhorado dramaticamente na maioria das organizações. Reforço diário do novo processo de trabalho é difícil, mas fundamental para o sucesso. Feito corretamente, ele cumpre dois objetivos de realização crítica (ROPER, 2005):

- Ele demonstra para o grupo de trabalho que a liderança é séria sobre os novos processos;
- Identifica as questões diárias, grandes e pequenas, que causam impacto à capacidade de trabalho do grupo para acompanhar os novos processos. Fornece a liderança, com oportunidade de demonstrar seu compromisso com os novos processos de trabalho, corrigindo os problemas reais identificados. Esse simples passo constrói credibilidade e talvez seja o fator mais importante para fazer um novo processo de trabalho bem sucedido.

2.5 Modelos de implementação

Além dos modelos apresentados, mais alguns modelos encontrados nos artigos pesquisados serão descritos. Um deles seria o modelo apresentado na Figura 9, aplicado em doze empresas

por Shields *et al.* (1997), mas as fases de acompanhamento e controle do andamento de atividade não são contempladas.

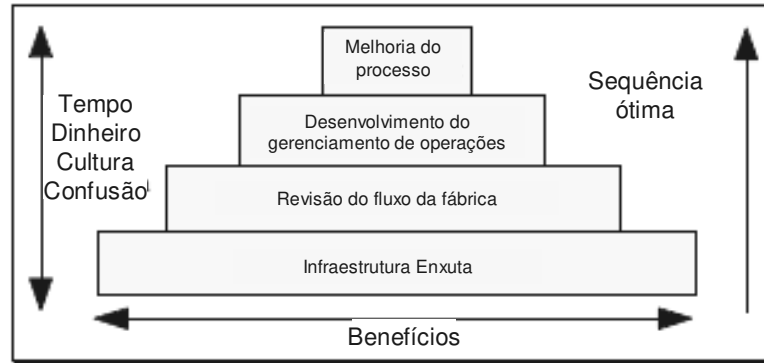


Figura 8: Modelo de implementação de Produção Enxuta (SHIELDS *et al.*, 1997).

Flinchbaugh (2001) cita passos importantes para a implementação da Produção Enxuta, apresentando cada um dos itens da Figura 9 e focando sua abordagem em princípios, nos quais cada uma das partes da Figura são os princípios para criar uma organização com foco no aprendizado da Produção Enxuta.

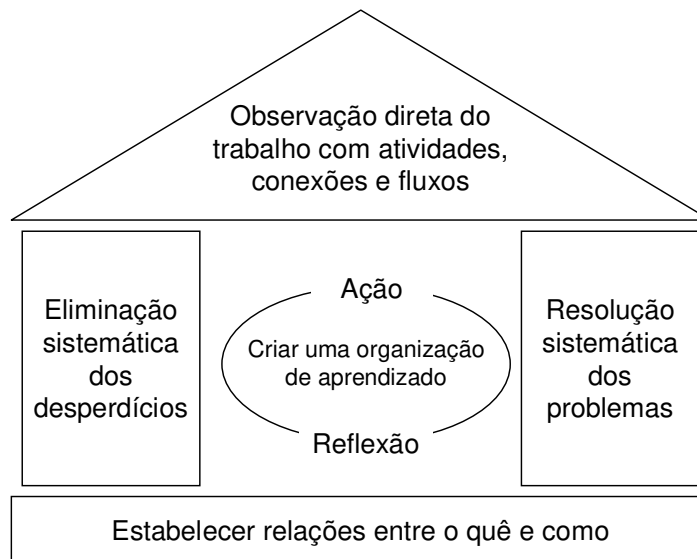


Figura 9: Modelo apresentado por Flinchbaugh (2001).

Um modelo aplicado na China por Lixia e Bo (2010) em vinte empresas locais é mostrado na Tabela 10, na qual é destacado um modelo apresentado em forma de passos realizados. Apesar

de citado que se obteve sucesso, a aplicação desse modelo não deixa claro o que deve ser aplicado em cada momento e não mostra com clareza o início das atividades e fases de controle.

Tabela 10: Configuração de ferramentas e padrinhos para cada etapa de aplicação da Produção Enxuta (LIXIA e BO, 2010).

Estágio	Ferramenta	Padrinho
Estágio 1: Faça uma pesquisa abrangente	Mapeamento do fluxo de valor	Gerente da Planta
Estágio 2: Fase da estabilidade	5S Sistema à prova de erros	Gerente do Recursos Humanos e da Qualidade
Estágio 3: Fase de fluxo contínuo	Redução de tempo de troca de ferramentas, Manutenção produtiva total, Fluxo contínuo na manufatura	Gerente de Engenharia de Manufatura Gerente de Manutenção e Gerente de Produção
Estágio 4: Fase de trabalho padronizado	Trabalho padronizado	Gerente de Produção
Estágio 5: Fase de produção puxada	Sistema Puxado (<i>Kanban</i> na produção e <i>Kanban</i> nos fornecedores)	Gerente de controle de produção e Gerente de Compras

Wang *et al.* (2010) mostram na Figura 10 um modelo envolvendo a Produção Enxuta. Nesse modelo não fica clara a sequência de passos de que deve ser aplicada e esse método não foca em formas de acompanhamentos das atividades e controles.

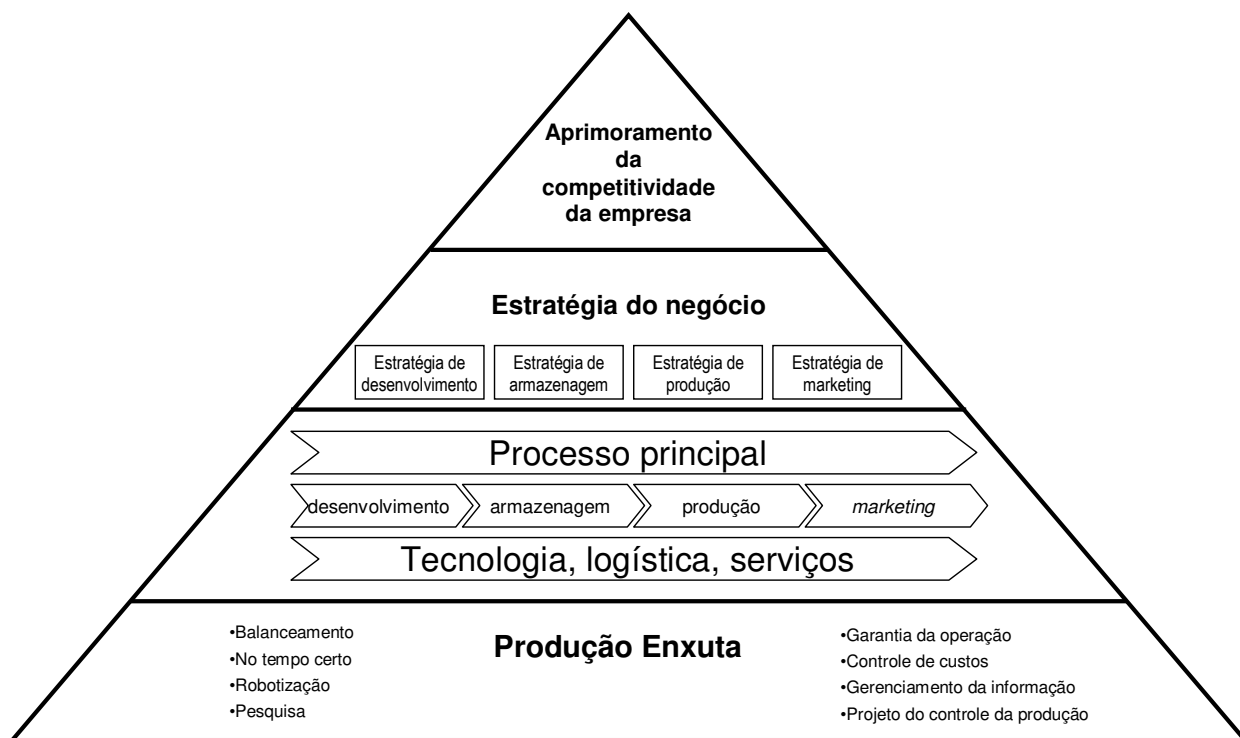


Figura 10: Modelo proposto por Wang *et al.* (2010).

Jin e Zhao (2010) na Figura 11 combinam Seis Sigma com *Kaizen blitz*, mas as fases do lançamento do modelo e conexão com a estratégia da empresa não foram mostradas. Também não apresentam pontos destacando gestão visual de atividades, acompanhamentos e controles e o que pode impactar na continuidade e perenidade do modelo apresentado.

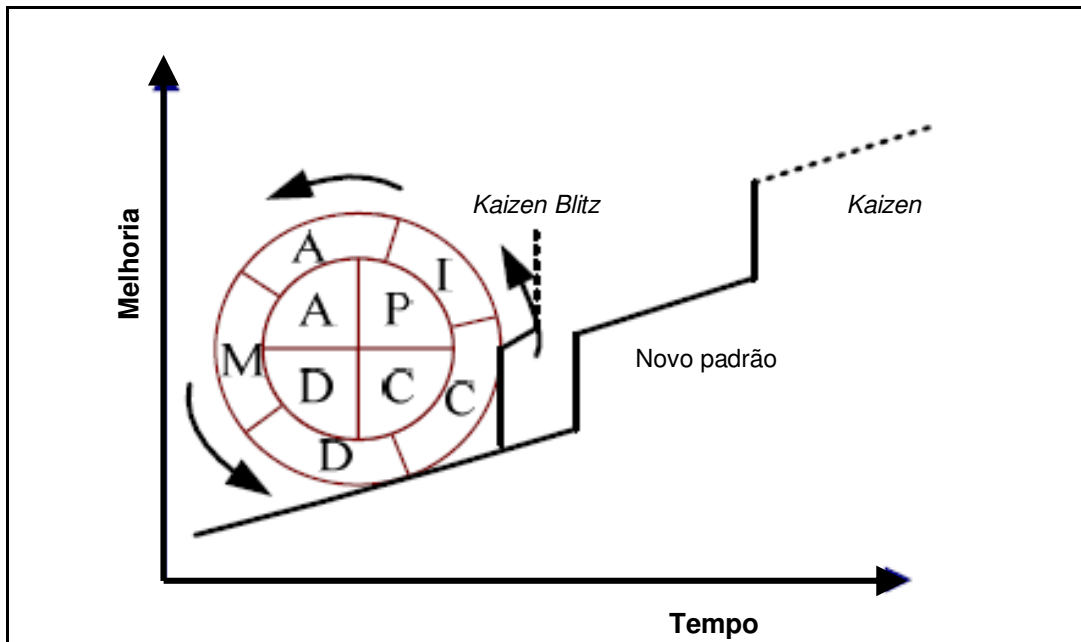


Figura 11: Modelo de Jin e Zhao (2010) unindo DMAIC com *Kaizen Blitz*.

Wang *et al.* (2012) na Figura 12 mostram um modelo do processo de desenvolvimento do produto orientado à Produção Enxuta, com detalhes de cada fase, sem considerar o processo de produção.

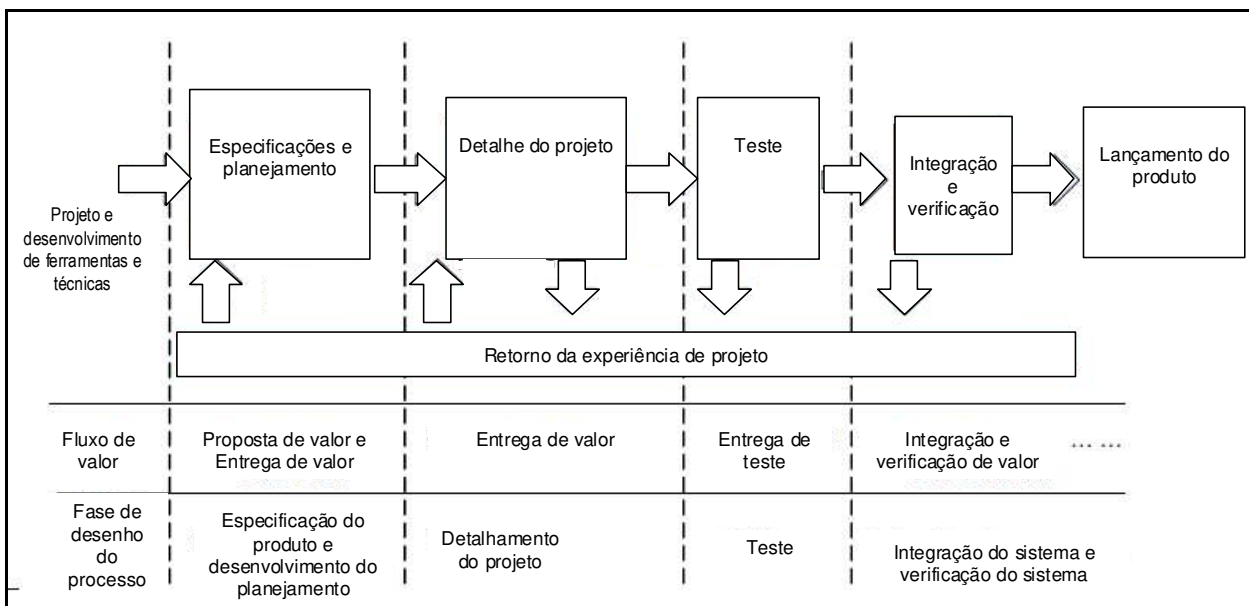


Figura 12: Principais passos para aumentar a eficiência do desenvolvimento (WANG *et al.*, 2012).

Lee-Mortimer (2006) na Figura 13 apresentam uma estratégia de implementação da produção, envolvendo Produção Enxuta com Seis Sigma, mas esse modelo não apresenta, como ocorre no início no processo, abordagem e papel da Liderança e como manter as mudanças realizadas durante o processo. Também não é mostrado na Figura 15 em qual momento a empresa estará Enxuta para iniciar com o Seis Sigma e o momento de fim da criação da base, com o início da organização para acelerar a qualidade.

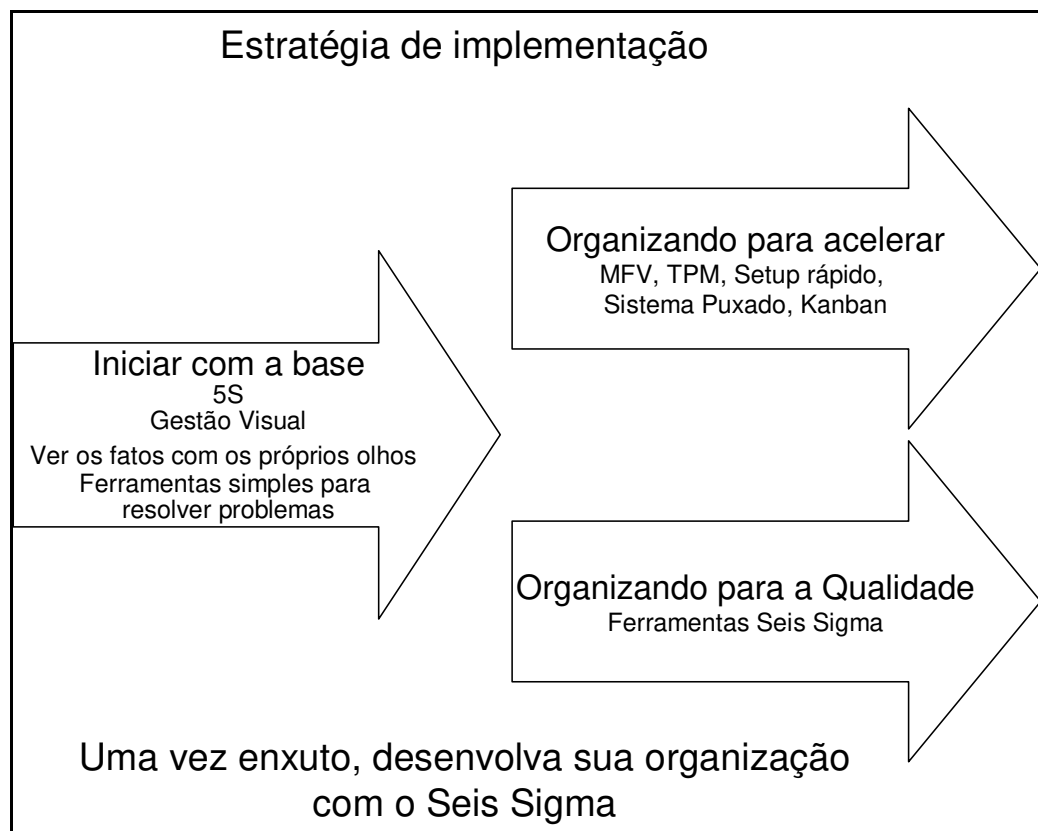


Figura 13: Estratégia de implementação Produção Enxuta e Seis Sigma (LEE-MORTIMER, 2006).

No modelo integrado de Thomas *et al.* (2008) apresentado na Figura 14, ocorre a união da Produção Enxuta com o Seis Sigma. Os mesmos autores apresentam também, nesse artigo, um fluxograma que se inicia com o mapeamento do fluxo de valor, mas durante a continuidade do método dá ênfase no Seis Sigma e não aplica ferramentas enxutas e gestão visual.

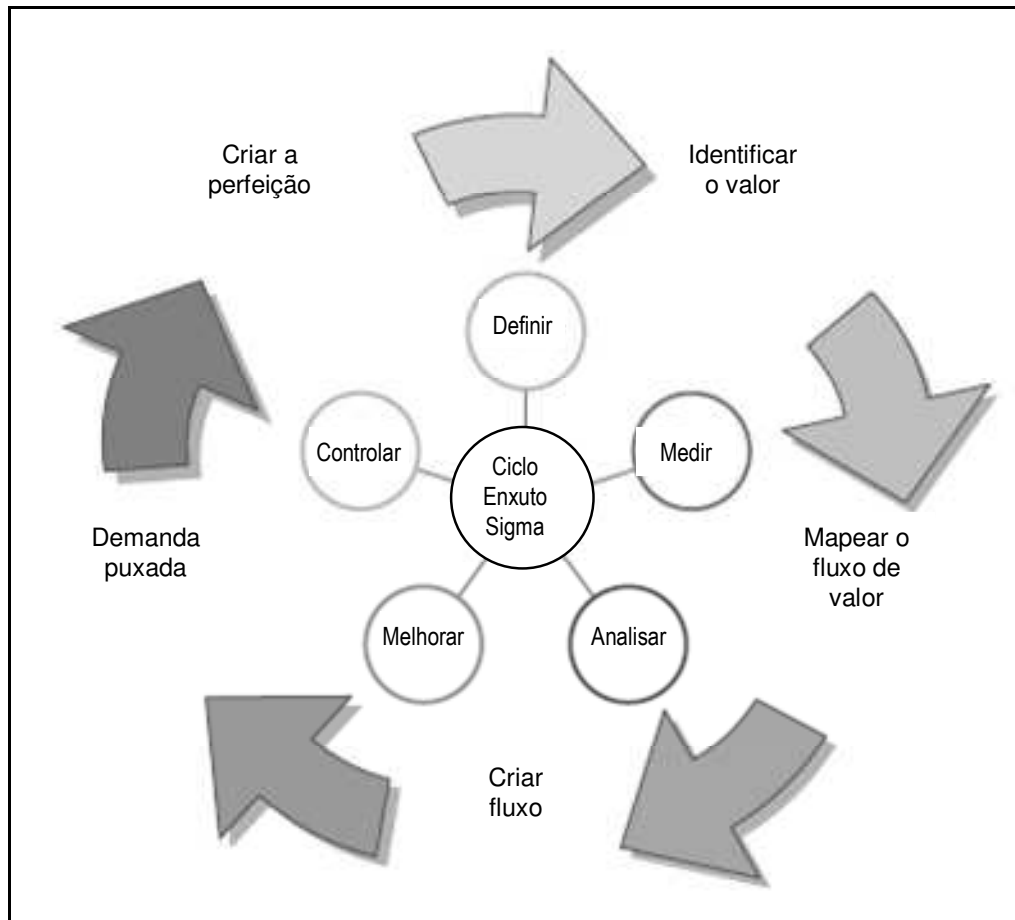


Figura 14: Modelo Produção Enxuta Seis Sigma de Thomas *et al.* (2008).

O modelo apresentado na Figura 15 por Klippel (1998) sugere um bom início de processo, mas não apresenta detalhes da aplicação do modelo, nem o controle e acompanhamento dos resultados, o que prejudica sua perenidade.

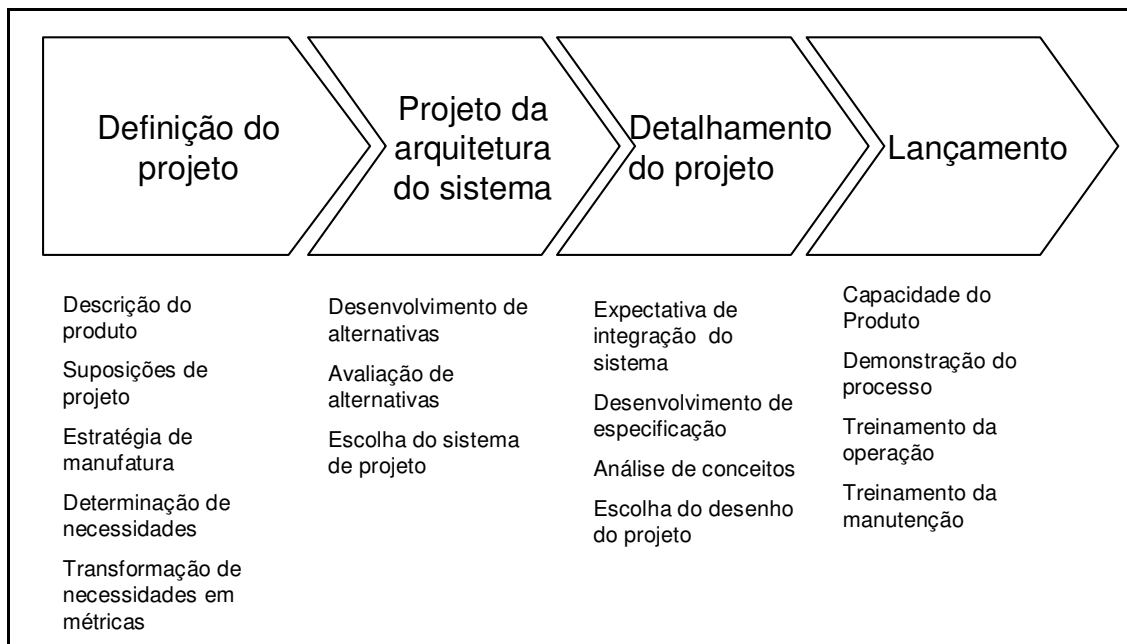


Figura 15: Metodologia de projeto da Manufatura (KLIPPEL, 1998).

Pojasek (2003) propõe o modelo para a implementação de melhorias. Nota-se uma sequência lógica na proposta, mas não apresenta uma abordagem como modelo do negócio e não contempla o envolvimento da gestão na perenidade do processo, os processos de controle e o processo de condução, que prejudica a adesão no processo. Pojasek propõe três passos para implementar uma abordagem no sistema visando à melhoria contínua:

1. Entender o processo e o sistema com as suas operações
 - Processo de produção;
 - Principais processos;
 - Conexão com os fornecedores;
 - Mapeamento do processo;
 - Levantamento de oportunidades.
2. Plano e programa de implementação para melhorar o negócio

- Orientação ao funcionário;
- Ferramentas da qualidade;
- Objetivos e metas;
- Integração dos programas;
- Envolvimento dos times.

3. Melhoria contínua do processo

- Identificação dos programas locais;
- Pesquisa de desempenho;
- Melhoria do programa;
- Continuidade das medições;
- Pontuar o resultado dos programas;
- Envolver outros interessados;
- Estender para a cadeia de suprimentos.

Nos modelos apresentados anteriormente, foi encontrada a oportunidade de melhora em relação à cobertura dos modelos, à abordagem da gestão, à facilidade de visualização das etapas na sistematização do modelo e à descrição de cada uma das etapas, que serão desenvolvidas no capítulo 3.

3 MODELAGEM TEÓRICA E ANÁLISE EXPERIMENTAL

A criação de uma organização de aprendizagem é um grande desafio e exigiu da Toyota, bem mais de uma década para construir na América do Norte uma empresa que se assemelhasse à construída no Japão, durante várias décadas. Fazer com que as pessoas deixem de resolver problemas imediatos e se concentrem em metas de curto prazo, para passarem às melhorias de longo prazo é um processo constante na Toyota (LIKER, 2005).

Suh *et al.* (2000) destacam que a Produção Enxuta está se difundindo rapidamente e muitas empresas tentam aplicar parte de seus princípios, mas não os entendem plenamente e conseqüentemente não obtêm todos os benefícios esperados. Uma parte fundamental na sua implementação é identificar os requisitos do sistema, ou seja, realizar uma avaliação de como estes resultaria em resultados melhores.

Uma armadilha na implementação da Produção Enxuta é a incapacidade de envolver todas as pessoas em uma organização. O presidente tem de estar ativamente envolvido no processo. Para Leventon (2004) "A fim de fazer a Produção Enxuta, deve-se mudar drasticamente o negócio e como é pensado em fazer negócios". Portanto, as iniciativas enxutas devem ser dirigidas a partir do topo, não do meio. Mas muitos Presidentes, veem a Produção Enxuta como um dos muitos programas em andamento na empresas e a execução é delegada para o nível mais baixo de pessoas que não têm o poder de fazer as mudanças necessárias (LEVENTON, 2004).

Um pré-requisito para a mudança, é que a alta administração compreenda a Produção Enxuta e se comprometa em patrocinar iniciativas para estabelecer uma "organização de aprendizagem enxuta". Essa compreensão e esse compromisso abrangem a construção de sistemas enxutos e de cultura e, o que é mais difícil para as empresas ocidentais, implica sustentar e, constantemente, melhorar a Produção Enxuta inserida na empresa. Essas são duas habilidades (compreensão e compromisso) realmente diferentes e mesmo a Toyota luta para manter o equilíbrio entre elas, especialmente nas operações fora do Japão (LIKER, 2005).

A proposta e implementação do Modelo desta Tese, foi realizada simultaneamente de acordo com a evolução do trabalho, ou seja, de forma iterativa e recorrente, portanto, o texto a seguir será construído segundo esse processo de desenvolvimento do Modelo.

O motivador para construir este Modelo, foi a detecção de uma deficiência no processo de implementação, através da pesquisa bibliográfica e de vivência com profissionais que trabalham com Produção Enxuta.

Este Modelo foi implementado em uma empresa do setor metalúrgico de médio porte, localizada na região Sul do Brasil. É uma empresa multinacional com sede baseada na Europa. A empresa tem sete fluxos produtivos que envolvem usinagem e montagem. Os produtos de cada fluxo apresentam características diferentes em relação a tamanho e demanda do cliente, atendendo ao mercado local e exportação.

O Modelo descrito foi aplicado parcialmente em sete fluxos e todas as atividades em três fluxos produtivos. Para cada um desses fluxos, o volume produtivo e as características eram diferentes. Os fluxos que foram aplicados tinham as características citadas:

- O produto 1 apresentava dimensão pequena, alto volume de consumo e o cliente desse produto eram empresas do ramo agrícola;
- O produto 2 tinha dimensão média e grande, volume baixo de consumo e atendia ao mercado de máquinas pesadas, petrolífera e automotiva;
- O produto 3 tinha dimensão pequena, média e grande, tinha baixo volume de consumo e produtos específicos para mercado de movimentação.
- Ocorreu também a aplicação parcial dos itens do modelo em toda a empresa, totalizando sete fluxos, contando os citados anteriormente.

No início da aplicação da Produção Enxuta, foi solicitada pela Liderança da empresa, a implementação em toda a empresa. A abordagem inicial foi realizar o mapeamento do fluxo de Valor, identificar as atividades que deveriam ser realizadas para a eliminação dos desperdícios e

criação de fluxo. Durante o primeiro ano de trabalho, os resultados obtidos não foram significativos, sendo que, também, houve baixa adesão da Liderança da empresa.

No segundo ano de trabalho, foi mudada a forma de abordagem da Liderança para a implementação da Produção Enxuta, na qual foi realizada uma série de reuniões com a Liderança para entenderem melhor o que é a Produção Enxuta e fazerem um plano de realização de atividades para todos os fluxos da empresa. Com essa ação foi iniciada a participação efetiva dos Gestores da empresa. Um dos pontos que auxiliou essa participação foi o planejamento de todas as atividades da Produção Enxuta com a Liderança e, nessa atividade, foi mostrado como cada ferramenta da Produção Enxuta seria utilizada e como auxiliava nas atividades produtivas para cada fluxo.

Com um melhor entendimento pela Liderança do impacto das atividades da Produção Enxuta nos fluxos, foi realizado um novo mapeamento, que atuava mais na estratégia da área no longo prazo, considerando cinco anos e entendendo como cada atividade auxiliava no fluxo de valor da empresa. Com isso, a Produção Enxuta foi adotada como forma de planejamento da gestão, melhorando o fluxo produtivo e cada fluxo de valor foi abordado estrategicamente, envolvendo uma revisão do que agregava valor para cada fluxo, times de trabalho, funcionamento do sistema produtivo, aplicação de melhorias e mudanças no fluxo de valor com plano de longo prazo, forma de consolidação das informações e controle das atividades realizadas.

Durante o desenvolvimento do modelo, ocorreu uma série de ajustes e melhorias, visando a obter um melhor resultado. Assim a estratégia de pesquisa denominada de pesquisa-ação se mostrou adequada, como um tipo de pesquisa social com base empírica, e foi concebida e realizada em estreita associação na resolução desse problema coletivo. Durante a realização da pesquisa, os modelos pesquisados e apresentados no Capítulo 2 não atenderam a necessidade e estrutura para esse ambiente de Produção e com a abordagem necessária para obter resultados adequados. Dessa forma, com a criação desse Modelo foi coberta essa lacuna para aplicar a Produção Enxuta.

Para facilitar o entendimento dessa forma de trabalho foi realizada uma análise da melhor forma para apresentar as etapas e fases realizadas da Produção Enxuta e, após uma série de avaliações, foi adotada a aplicação da Produção Enxuta baseada nas etapas do DMAIC (definir,

medir, analisar, melhorar e controlar), devido à clareza de cada fase, necessidade de confirmação para a passagem às etapas posteriores, confirmação dos trabalhos realizados e divisão clara do que ocorria em cada etapa. Com isso, foi facilitado o entendimento do que deveria ser realizado em cada etapa pela gestão e foi obtida a adesão e participação efetiva das pessoas de cada fluxo de valor nos trabalhos orientados à Produção Enxuta.

Conforme mostrado na Figura 16, esse modelo é subdividido em quatro grandes partes, denominadas letras A, B, C e D, que é descrito em detalhes na sequência:

- A região circuncada pela letra A, no seu lado direito, representa as entradas que ocorrem durante o processo de aplicação do modelo. Para cada barra lateral são apresentados os fatores que têm influência durante a aplicação das respectivas fases, simbolizados por sinal + (mais) e – (menos), que destaca em qual momento ocorre uma maior atividade do item descrito e em qual momento o processo tem o seu ponto de menor atividade, esses itens são as entradas do modelo.

- A região circuncada pela letra B, na região central do modelo, representa as 5 etapas do DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) do Seis Sigma e cada uma dessas etapas são compostas por nove atividades cada uma, pois de acordo com a evolução e melhoria do modelo, esta foi a quantidade de atividades necessárias para atingir um estado de Produção Enxuta, além de obter um bom entendimento pelas pessoas envolvidas dos passos requeridos em cada etapa. De acordo com a evolução da aplicação ocorre a passagem para a próxima etapa.

- A região circuncada pela letra C, no lado esquerdo do modelo, encontram-se as etapas de saída que apresentam maior e menor atividade, apresentando também, impacto em QCE (qualidade, custo e entrega) provenientes da realização da aplicação das atividades e melhorias da Produção Enxuta.

- A região circuncada pela letra D, que se encontra inserida dentro na região B, destaca que de acordo com a aplicação do modelo ocorre o seu ciclo evolutivo (Métricas e Objetivos) para orientar os trabalhos, que progride em direção ascendente e do lado esquerdo para o direito, percorrendo as etapas do DMAIC. Em direção descendente do lado direito para o lado esquerdo, ocorre o ciclo de aprendizagem e ajustes, destacando a adoção do PDCA.

As etapas do DMAIC, além de dividir cada uma das etapas do trabalho realizada, contribuíam com a confirmação da Liderança na transição das fases e na sua estapa final, denominada controlar, a qual garantia e enfatizava que os resultados atingidos não poderiam retornar à sua forma anterior. Para facilitar a visualização e o controle das atividades, foi utilizado um quadro de controle e acompanhamento do planejamento de todas as atividades e no qual pode-se enxergar a sua distribuição ao longo do ano e os recursos na empresa necessários para sua implementação, datas de sua conclusão, atividades atrasadas e controle visual dos novos prazos. Com isso, foi obtida adesão de toda a Liderança na aplicação do modelo.

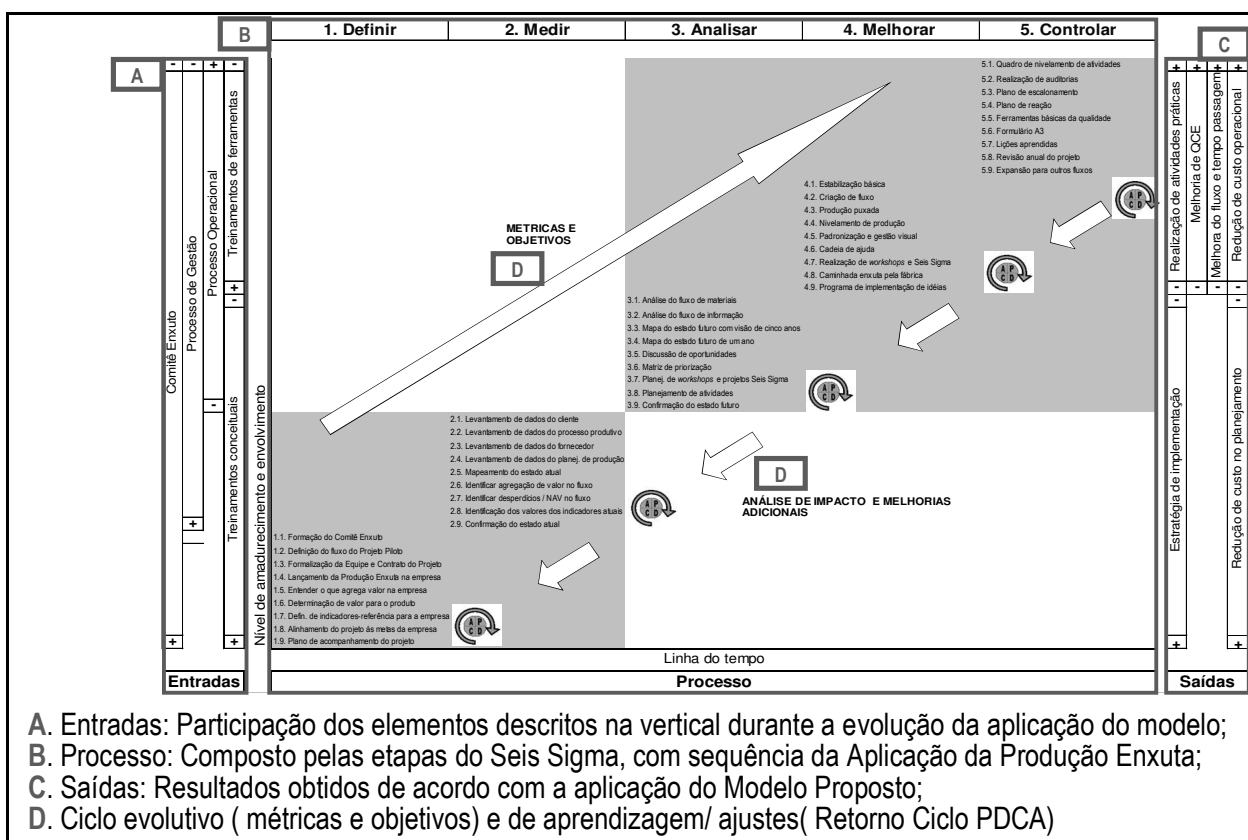
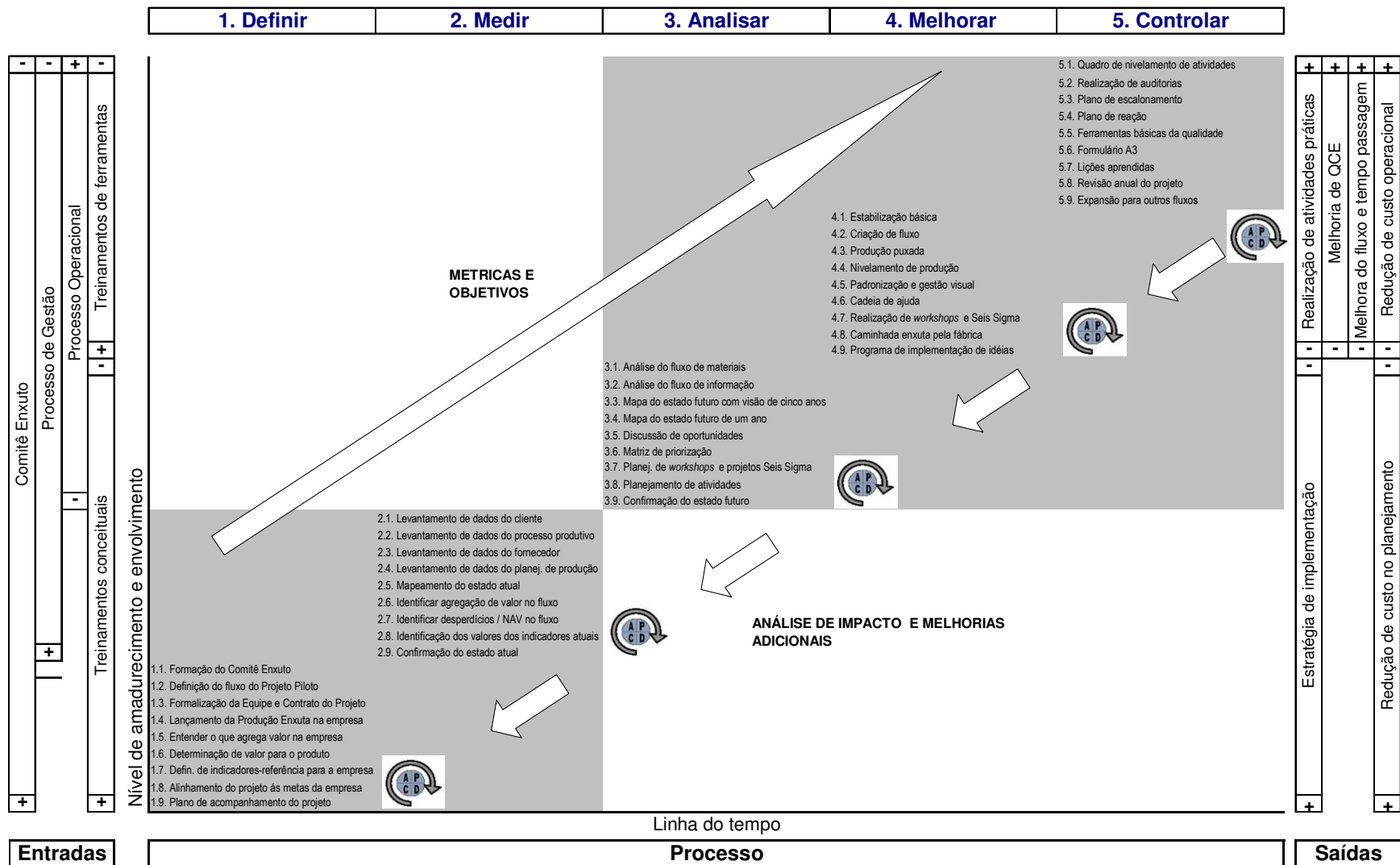


Figura 16: Composição do modelo apresentado nesse trabalho.

Essa mesma figura pode ser visualizada em maior tamanho na Figura 17. Esse capítulo descreve as entradas do Modelo, as etapas DMAIC que constituem o processo, subdividida em nove atividades. Durante a explanação da aplicação do Modelo são descritos as saída e resultados obtidos de acordo com a aplicação do Modelo. O ciclo evolutivo e de aprendizado são relatados

de acordo com a aplicação do Modelo. A estrutura desse capítulo segue uma estrutura semelhante e seqüenciada de acordo com o modelo descrito. A seguir são descritas as etapas e atividades para aplicar esse Modelo.



3.1 Entradas

Os itens identificados na lateral são as entradas para a implementação desse modelo e os principais fatores apresentados na Figura 18 são:

- Comitê Enxuto;
- Processo de gestão/ Processo operacional;
- Treinamentos conceituais/ Treinamentos de ferramentas.

+	Comitê Enxuto		▪
	+	Processo de Gestão	▪
		Processo Operacional	+
+	Treinamentos conceituais	▪ +	Treinamentos de ferramentas

Figura 18: Dados de entrada da proposta

Essas são as entradas que auxiliam na aplicação desse modelo. O primeiro é o Comitê Enxuto, que tem responsabilidade na implementação da Produção Enxuta, pois define toda a estratégia, provendo todo o suporte nos recursos necessários para sua implementação e garantir o alinhamento das atividades com a estratégia da empresa. O contínuo suporte e acompanhamento do Comitê Enxuto, é um fator essencial para o foco na realização das atividades e a priorização dos esforços para a implementação desse modelo na empresa.

O Comitê teve a responsabilidade de fazer o lançamento do projeto, definição das metas e premissas e dar suporte na formação do time e sua dedicação. Também, no máximo a cada dois meses foram realizadas apresentações para alinhamento e mostra dos resultados. Apresenta alta dedicação na etapa 1-Definir no início da aplicação do modelo, ocorre a redução de sua dedicação ao longo do processo e reduzindo na etapa 5-Contrôlar.

A participação do Processo de Gestão ocorreu durante toda a atividade, mas no início na etapa 2-Medir teve uma presença maior, pois o projeto necessitava de mais orientação sobre as atividades que estavam sendo desenvolvidas e reduzindo na etapa 5-Contrôlar.

O processo operacional começa na etapa 3-Analisar e aumenta sua participação até a etapa 5-Controlar, e no decorrer do projeto vão cedendo espaço para aplicações de treinamentos de ferramentas e *workshops* de melhorias específicas, por exemplo, troca rápida de ferramentas e criação de células de produção.

As pessoas que participaram da aplicação do modelo tiveram uma série de treinamentos para obter conhecimento das atividades que estavam sendo realizadas. O entendimento dos conceitos e ferramentas aplicadas, facilitava o desenvolvimento e continuidade das atividades implementadas. No início foram realizados treinamentos conceituais orientados aos conceitos da Produção Enxuta, um desses era o Mapeamento do Fluxo de Valor e reduzindo na etapa 3-Analisar

Ao longo do Projeto para implementar as mudanças ocorreu maior quantidade de treinamentos com foco operacional e *workshops*, como por exemplo, troca rápida de ferramentas, iniciando na etapa 4-Melhorar e reduzindo na etapa 5-Controlar.

3.2 Definir

A etapa 1-Definir começa pela definição das atividades. Questiona quem são os clientes e quais são seus problemas. São identificadas as características-chave para o Cliente e ao longo do processo, e são averiguadas as condições dos resultados existentes com os elementos do processo (NAVE, 2002).

A ausência do responsável da planta liderando ativamente a introdução da Produção Enxuta impacta em menor adesão das pessoas. Podem ser realizadas muitas melhorias localizadas sem atingir o envolvimento da Liderança, mas mudar o modo predominante de trabalho orientado à Produção Enxuta é quase impossível (LIKER, 2004).

Para Bernstein (2005) a Produção Enxuta deve ser vista como um Sistema Integrado, no qual toda a organização deve participar para o seu sucesso, não podendo ser apenas uma implementação parcial. O compromisso, seriedade e persistência são as partes mais importantes

na sua execução. Com o Modelo apresentado na Tese integrou-se toda a empresa em um projeto único.

A etapa 1-Definir e as demais etapas do DMAIC necessita do suporte de especialistas de Produção Enxuta por toda a organização para auxiliar na realização das atividades (BERNSTEIN, 2005). Para transformar a cultura de uma companhia tradicional, é preciso educar a força de trabalho e treiná-la nos métodos e ferramentas da Produção Enxutas sendo necessário constantemente reforçar o que foi ensinado (BERNSTEIN, 2005).

A etapa 1-Definir descreve cada uma das nove atividades necessárias. Conta com a participação inicialmente de Liderança da Empresa e ao longo do andamento dessa atividade ocorre a participação dos times dos fluxos de valor. É necessário que trabalhadores e gerentes entendam os conceitos, possam desenvolver a estratégia, conheçam o uso das ferramentas e como medir os resultados.

O objetivo desta etapa é preparar o sistema para a implementação dessa mudança e, para isso, foram identificados os itens necessários para darem suporte nessa fase inicial, conforme apresentado na Figura 17, e reproduzido abaixo:

- Formação do Comitê Enxuto;
- Definição do fluxo do projeto piloto;
- Formação da equipe e Contrato do projeto;
- Lançamento da Produção Enxuta na empresa;
- Entender o que agrega valor na empresa;
- Determinação de valor para o produto;
- Definição de indicadores-referência para a empresa;
- Alinhamento do projeto às metas da empresa;
- Plano de acompanhamento do projeto.

As entradas dessa etapa são:

- Missão da empresa;
- Visão da empresa;
- Metas estratégicas da empresa;
- Indicadores da empresa e do processo.

As saídas dessa etapa são:

- Contrato do projeto;
- Alinhamento do projeto às metas da empresa;
- Plano de acompanhamento do projeto.

3.2.1 **Formação do Comitê Enxuto**

A formação do Comitê Enxuto deve ter a participação dos principais líderes da empresa envolvidos com o processo produtivo e respectivos processos-suporte, pois o entendimento e participação dessas pessoas, além de auxiliarem na sustentação das atividades, suportam os processos implementados. Como a aplicação da Produção Enxuta pode mudar significativamente a forma de trabalho, é necessário um processo de comunicação para as pessoas envolvidas informando sobre as mudanças e alterações nos processos devido à aplicação deste modelo. Esse time é composto pelos principais líderes da empresa envolvidos na implementação e têm como principais objetivos:

- Definir a área inicial de implementação deste modelo;
- Definir a estratégia de implementação, ou seja, um único processo ou vários processos para implementação;

- Avaliar recursos envolvidos e despendidos na implementação;
- Avaliar o time de implementação;
- Avaliar a estratégia de comunicação da Produção Enxuta e o que será realizado na empresa;
- Avaliar as metas, métricas da implementação que serão acompanhadas;
- Avaliar os ganhos esperados com a aplicação da Produção Enxuta.

O primeiro item criado no modelo foi o Comitê Enxuta para a implementação do Projeto, que levou em consideração os sete fluxos de valor da empresa. O objetivo do Comitê foi definir os passos para aplicar a Produção Enxuta, as metas estratégicas e resultados do projeto, garante que todos os recursos necessários estejam disponíveis. Avalia qual o projeto inicial em toda a empresa e como seria replicado nos outros fluxos de valor. No início do projeto, esse time deve ter reuniões em no máximo a cada duas semanas e, ao longo do projeto, a frequência se reduz, podendo ser mensal.

Esses passos iniciais, apresentados na Figura 19, possibilitaram:

- Entender e consolidar os dados que seriam considerados na realização do projeto (missão, visão, metas estratégicas e indicadores), e as saídas esperadas (metas e indicadores de acompanhamento);
- Verificar metas estratégicas para o processo;
- Entender as principais metas de longo prazo e médio prazo, relacionadas à aplicação do modelo;
- Definir as metas iniciais de referência para aplicar o Modelo e que apresentam maior impacto no processo produtivo;
- Consolidar todos os dados do processo que seriam trabalhados, coletar informações das estratégias, planos de mudança e demanda futura.

- Formar o time inicial operacional e estimar o tempo planejado para obtenção dos resultados.

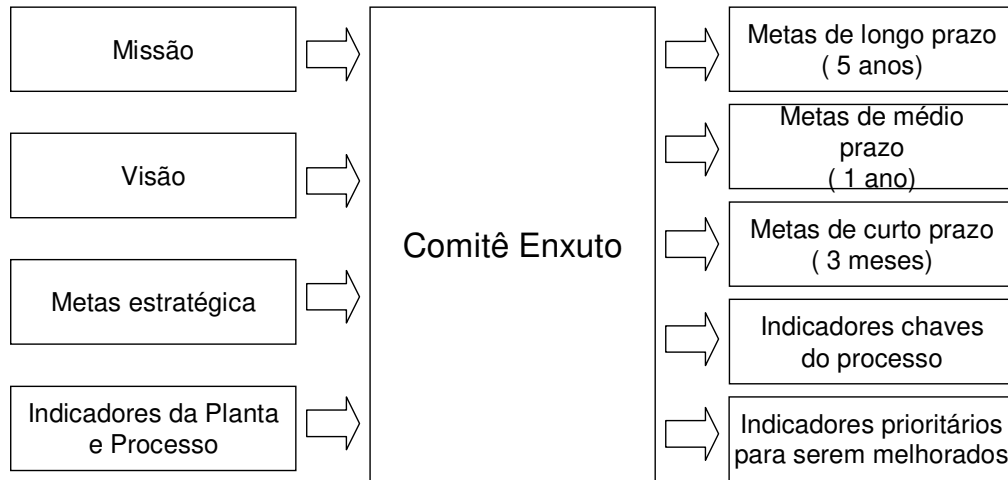


Figura 19: Dados de entrada e saída considerados pelo Comitê Enxuto.

Na Figura 20, são apresentadas, na parte superior, pessoas participantes do Comitê, circundado com a linha pontilhada e o time de trabalho do fluxo de valor, circundado com a linha tracejada, que será detalhada no item de definição da equipe.

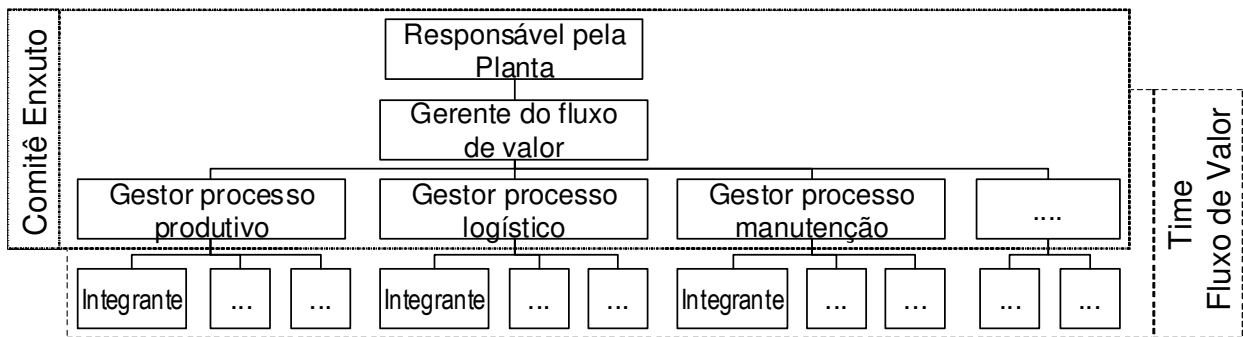


Figura 20: Estrutura do time formado para implantação do projeto.

O modelo para a definição e priorização das atividades foi analisado conforme a Figura 21, que destaca o alinhamento entre as metas da empresa (global), do negócio (planta) e do processo envolvido, a consolidação de todas as atividades em andamento na empresa, em uma única avaliação, que pode ser visualizada na Figura 21. Essas informações foram consolidadas posteriormente com as informações levantadas no mapeamento do fluxo de valor.

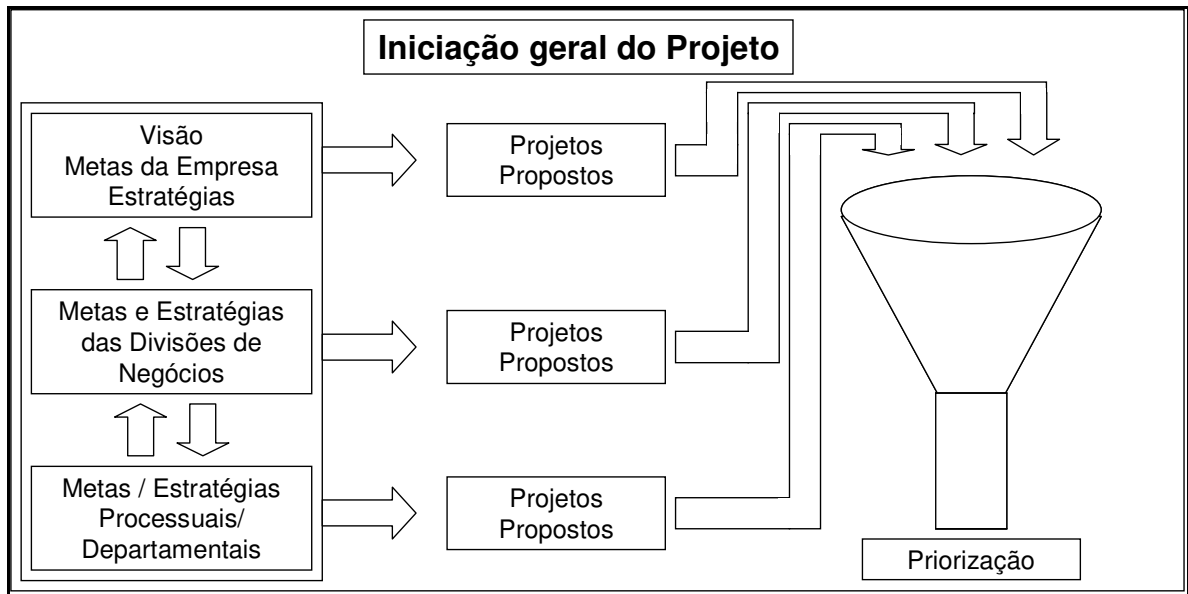


Figura 21: Método utilizado inicialmente para priorizar a realização das atividades na planta.

3.2.2 Definição do fluxo do Projeto Piloto

Nesse item, é definido qual o processo que atende às necessidades de resultado e estratégia da empresa, pois envolve a participação de recursos e investimentos. Este projeto deve ter acompanhamento periódico para garantir que as metas sejam atingidas e apresentar as boas práticas e ganhos obtidos para toda a empresa. Foi avaliado e revisado o processo mais indicado para implementar o projeto inicial de Produção Enxuta, sendo analisado:

- Processo que apresentava oportunidades de melhora;
- Avaliar no longo prazo estratégia de crescimento ou mudança significativa do produto;
- Avaliar fluxo receptivo a alterações.
- Apresentar boa estrutura de suporte na empresa;

- Apresentar volume produtivo alto em relação aos demais da empresa e demanda contínua pelo mercado consumidor.

A importância de definir o projeto inicial adequado para implementar a Produção Enxuta, auxilia no envolvimento das pessoas e investimentos necessário demandado para aplicação da Produção Enxuta no processo produtivo. A definição desse fluxo deve fazer sentido para todos os envolvidos no Comitê Enxuto e Time do fluxo de valor, para que essa mudança se torne referência para a planta de aplicação da Produção Enxuta.

3.2.3 Definição da equipe e Contrato do Projeto

A equipe de trabalho deve contemplar um time multifuncional com pessoas de diferentes níveis de comando para avaliação e tomada de decisão. De acordo com a necessidade e a fase do projeto, a dedicação dessas pessoas pode variar, também podem ocorrer necessidades localizadas de pessoas com conhecimentos específicos para contribuir na mudança para a Produção Enxuta. A equipe de trabalho deve ter pessoas que:

- Acreditam nas diretrizes da empresa;
- Tenham potencial para entender os conceitos Enxutos;
- Deem suporte às ações que devem ser realizadas para o sucesso do projeto de implementação de Produção Enxuta.

O escopo do time básico deve ser composto por:

- Líder de projeto, essa pessoa geralmente é o Gerente do Fluxo produtivo e a denominação dele no projeto é Gerente de Fluxo;
- Gestores das áreas, para orientar as pessoas dos respectivos times e, também nos casos de dificuldade de aplicação, ter facilidade de entender e interpretar os motivos na ocorrência de desvios e aplicar os ajustes necessários;

- Representantes que possam tomar decisões das áreas, envolvendo tanto áreas produtivas, como administrativas.

- Pessoas com conhecimento técnico, capazes de absorver os conceitos e aplicá-los na sua área de atuação.

O conhecimento e autonomia do time impactam nos resultados definidos e devem ter alto tempo de dedicação orientado a esse projeto para coletarem dados, avaliação de opções para as atividades propostas, análise de riscos e com isso auxiliarem na tomada de decisão baseada em fatos e dados. De acordo com essa avaliação, para cada fluxo envolvido na aplicação do modelo, foi criado um time, envolvendo:

- Responsabilidade para cada integrante do grupo;
- Tempo de dedicação semanal de cada pessoa;
- Local físico para acompanhar os principais pontos abordados, metas e situação do trabalho;
- Acompanhamento de Indicadores e ações.

O time definido para implementar a Produção Enxuta envolvia representantes de todas as áreas e pessoas com poder de decisão e ação dentro da planta, listados abaixo:

- Produção - Gerente de Produção, Supervisor de Produção, Operador líder, Engenheiro de Processos, Engenheiro de Produto;
- Compras - Gerente de Compras;
- Logística - Gerente de Logística, Supervisor de Logística, Engenheiro Logístico;
- Manutenção - Gerente de Manutenção, Supervisor de manutenção elétrica e mecânica;
- Financeiro - Gerente Financeiro;
- Melhoria Contínua - Gerente de Melhoria contínua, Engenheiro de melhoria contínua;

- Qualidade - Supervisor de qualidade.

Um modelo de contrato é apresentado na Figura 22, que cobre os principais itens que devem ser considerados nesse momento.

Contrato do Projeto	
Denominação	
Solicitante	Líder
Time	
Situação atual	
Benefícios	
Riscos	
Limites	
Recursos	
Metas de	
De acordo(solicitante):	
De acordo(Líder):	

Figura 22: Exemplo de Contrato do Projeto

Com esses dados foi criado um contrato, envolvendo as informações citadas, confirmando o escopo da atividade e criando um Contrato escrito, considerando o time, atividades, dedicação e metas a serem atingidas com respectivos prazos. O objetivo desse documento é fazer com que os acordos iniciais sejam cumpridos e que, no caso de mudanças ao longo do projeto, seja possível registrar e acompanhar se o que foi contratado foi cumprido e se precisa ser revisado devido a novas situações não consideradas inicialmente. O Contrato referenciado nos fluxos pode ser visualizado na Figura 23, na qual foi definido um contrato específico para cada um dos três fluxos considerados neste trabalho.

Fluxo considerado	Time de trabalho	Data
Ponto inicial e final considerado para a realização do projeto	Investimento e ganhos.	
Valor dos indicadores atuais e meta acompanhados	Resultados esperados.	
Datas das principais atividades.		
Confirmações pela Liderança do contrato		

Figura 23: Contrato para implementação do Projeto Enxuto.

3.2.4 Lançamento da Produção Enxuta na empresa

Para marcar o início da implantação dessa metodologia, é fundamental que seja realizado um evento, de forma que toda a liderança da empresa e os líderes participem dos processos envolvidos. Uma questão importante é tornar funcionários e gerentes entusiastas da Produção Enxuta, pois a adesão é essencial para o sucesso nessa nova forma de trabalhar e, assim, a melhoria será algo contínuo.

O lançamento da produção Enxuta na empresa corresponde à comunicação do início do Projeto para as pessoas envolvidas da empresa, comunicando o cronograma de implementação previsto, as metas, objetivos, expectativas de ganhos e a visão esperada com a realização do projeto. Essa atividade apresenta a importância da Produção Enxuta e orienta todas as áreas da

empresa no momento em que ocorrerem as demandas, fazendo com que as pessoas priorizem esse Projeto.

A participação dos líderes, com as considerações de quais são os principais problemas que podem impactar na demora da realização de atividades devem ser considerados. A priorização de atividades orientadas à aplicação e à implementação da Produção Enxuta, evita a concorrência de recursos com outros projetos e atividades que estão em andamento na empresa.

3.2.5 Entender o que agrega valor na empresa

Uma parte importante do Projeto, envolvendo a Produção Enxuta é identificar as atividades que devem fazer parte do negócio da empresa e as competências da empresa que são necessárias para a produção. Deve ocorrer, nesse momento, a avaliação do que auxilia a empresa atingir as metas estratégicas de médio e longo prazo, ou seja, no próximo ano e em cinco anos. Essa análise inicial orientará os próximos passos do Comitê Enxuto.

Nessa fase, foram realizadas reuniões, trazendo todos os processos que participam dos sete fluxos de valor, para entender quais as partes do processo fazem parte do negócio da empresa. A análise realizada contemplou avaliar os produtos e processos que no longo prazo devem ser realizados pela empresa e quais devem ser terceirizados. É necessário avaliar atividades não relacionadas às competências da empresa, por exemplo, alimentação, segurança patrimonial, transportes, recebimento, movimentações logísticas e expedição. Os dados gerados foram revisados no item alinhamento do projeto às metas da planta.

3.2.6 Determinação de valor para o produto

É importante entender o que o cliente considera como valor para o produto comprado e quais são suas expectativas em relação ao produto e, assim, identificar as fases dos processos de domínio da empresa, as competências e tecnologia diferenciadas que a empresa possui para produzir e entregar o produto solicitado. Nessa fase, pode-se, por exemplo, identificar a necessidade de terceirizar ou internalizar atividades produtivas, para a empresa aplicar esforços na obtenção de lucros maiores e focar sua competência central. Isso envolve conhecer o mercado e suas necessidades a longo prazo, para que todos os esforços estejam orientados para essa necessidade.

A determinação de valor para o produto avalia o fluxo e identifica o que agrega valor ao produto produzido no fluxo de valor e o que não agrega, ou seja, entende o que sob o ponto de vista do cliente é valorizado. Pode ser reavaliado se os materiais utilizados, acabamento ou ajuste de tolerâncias estão adequados e se apresentam oportunidades de mudança com o foco de reduzir custos, contemplando as necessidades do cliente e, se necessário revisar o projeto e acionar a engenharia do produto para realizar as mudanças previstas. Essa informação pode ser visualizada na Figura 24.

<u>Atividades realizadas no processo</u>	
<u>Atividades internas</u>	<u>Atividades externas</u>
Atividades essenciais para o negócio e devem ser realizadas internamente	Atividades terceirizadas que devem ser mantidas
Atividades terceirizadas que devem ser internalizadas	Atividades internas que devem ser terceirizadas

Figura 24: Decisão de atividades que devem ser realizadas interna e externamente à empresa.

Um exemplo de mudança devido à realização dessa avaliação foi a revisão do tratamento térmico realizado fora da empresa, onde para essa peça inicialmente ocorria uma operação na empresa, o produto era transportado até essa empresa externa e ocorria o tratamento térmico, a peça retornava e ocorriam novas operações antes da montagem final. Isso além de aumentar significativamente o tempo de produção, gerava altos índices de defeitos e descarte de materiais. Com as avaliações era viável internalizar esse processo, pois aumenta a agilidade do mesmo, reduzindo o tempo de passagem do processo e reduzindo o inventário. Como consequência foi obtida melhor estabilidade no fluxo dessa peça e auxiliou na melhoria do fluxo de valor. Esse componente, de número 1 pode ser visualizado na tabela 11.

Nessa fase, também teve um componente com fornecimento externo, que era comprado no mercado nacional. Através das avaliações realizadas foi vislumbrado realizar a padronização de vários componentes similares para uma menor quantidade de variações, sem interferir na qualidade do produto. Isso possibilitou desenvolver um fornecedor internacional com custo menor e com a qualidade exigida. Isso também facilitou a movimentação ao longo de toda a cadeia produtiva e reduziu a área de armazenagem. Esse componente, de número 4 pode ser visualizado na Tabela 11.

Tabela 11: Avaliação dos itens que seriam produzidos internamente e produtos a serem obtidos de fornecedores externos.

Componente	Competencia	Variação por produtos	Complexidade da cadeia de suprimento	Relação com o custo do produto	Conceito ideal de produção
Componente 1	Essencial	Alta	Alta	34%	Interna
Componente 2	Essencial	Alta	Baixa	24%	Interna
Componente 3	Padrão	Alta	Média	13%	Interna
Componente 4	Padrão	Média	Média	7%	Externa
Componente 5	Padrão	Baixa	Baixa	10%	Externa
Demais componentes	Padrão	Alta	Baixa	12%	Externa

3.2.7 Definição de indicadores-referência para a empresa

Com o objetivo de medir o desempenho do projeto de Produção Enxuta e acompanhar os resultados obtidos, definem-se os indicadores para acompanhamento. Deve-se avaliar um método de medição, com periodicidade e forma de divulgação e que tenha relação direta com os indicadores da empresa, a fim de observar seu impacto. A definição dos indicadores-referência da Produção Enxuta auxilia no acompanhamento e na análise da evolução dos resultados obtidos. Para atividades complexas devem-se definir metas parciais para facilitar o acompanhamento e, em caso de desvio do processo, é recomendado adotar um método de tomada de ações para fazer a correção das atividades. Tinha acompanhamento trimestral com foco em qualidade, custo e entrega conforme apresentado na Figura 25.

Indicadores da planta	Indicadores de Qualidade	Avaliação dos indicadores que devem ser priorizados	Definição dos valores e datas para atingir respectivas metas
	Indicadores de Entrega		
	Indicadores de Custo		
Indicadores do negócio	Indicadores de Qualidade		
	Indicadores de Entrega		
	Indicadores de Custo		

Figura 25: Quadro de gestão das atividades do projeto.

Os indicadores acompanhados nos fluxos de valor e implementados nesse modelo, são mostrados na Figura 26. A importância de acompanhar e analisar a evolução desses indicadores é que auxilia na visualização dos resultados do projeto de acordo com a implementação das ações planejadas. Nos casos de desvio e não atendimento das metas, ações rápidas para a correção das ações devem ser tomadas.







Indicadores cadeia de valor produto		
Indicadores de Qualidade	% itens com defeito entregue ao cliente	
Indicadores de Qualidade	% peças retrabalhadas na produção	
Indicadores de Entrega	% fidelidade entrega do fornecedor	
Indicadores de Entrega	% fidelidade entrega ao cliente	
Indicadores de Custo	Custo refugo	
Indicadores de Custo	Custo inventário	

Figura 26: Indicadores utilizados para acompanhamento do projeto.

3.2.8 Alinhamento do projeto às metas da empresa

Para que esse trabalho de implementar Produção Enxuta esteja orientado às necessidades da empresa, deve contemplar as metas que atendam à estratégia de crescimento. As metas devem ser distribuídas nos seguintes níveis:

- Curto prazo, considerando 3 meses;
- Médio prazo, considerando um ano;
- Longo prazo, considerando cinco anos.

No momento da aplicação e definição das principais atividades, tinha-se uma orientação corporativa através de uma auditoria de Produção Enxuta dos itens que deveriam ser focados. Essa informação serviu de base para a análise dos itens que deveriam ser trabalhados e

melhorados. A auditoria era dividida em 8 assuntos orientados à maturidade da Produção Enxuta e com aproximadamente quinze questões cada assunto. Com base nessa informação, foi realizada uma análise pelo time de implantação de Produção Enxuta para cada item solicitado na auditoria e como a empresa poderia aplicar e obter uma mudança na forma de trabalho orientada à Produção Enxuta. Com isso foi obtida uma visão da evolução da Produção Enxuta para os próximos cinco anos, envolvendo todos os fluxos da empresa.

Com base na simulação da Auditoria foi reunida toda a liderança da empresa em *Workshops* para avaliar as considerações das potenciais atividades da planta orientada à Produção Enxuta envolvendo os sete fluxos de valor da empresa. Durante essas avaliações, foi explicado como poderiam ser feitas as atividades e o impacto delas no resultado da empresa. A adesão ao plano traçado pela Liderança foi boa e, com isso, foi obtido o suporte na realização de todas as atividades traçadas. Nessa avaliação foram geradas 238 ações. Foi elaborado um quadro que auxiliou esse controle e será apresentado na etapa controlar.

A Figura 27 apresenta as informações avaliadas durante a realização dos *workshops*, no lado esquerdo da figura foram listados os itens auditados, para cada um deles foi analisado o impacto na auditoria ao longo dos próximos cinco anos e, na coluna central do quadro, foram descritas as atividades que seriam realizadas para cada área da empresa, separados por colunas. Nesse momento, as atividades eram orientadas para os respectivos gestores das áreas, contemplando previsão do ano de implementação e, no lado direito, foram colocadas observações se empresa precisava desenvolver algum conhecimento, necessidade de suporte externo, treinamento ou item relevante na aplicação do item. Com a visualização das atividades planejadas pela Liderança da empresa orientadas à Produção Enxuta, foi obtida a adesão de toda a Liderança da empresa na aplicação das atividades e enxergado o potencial em relação à Produção Enxuta.

Descrição do item auditado	Impacto na auditoria e ano devido ação	Descrição das atividades com processo responsável (cada coluna abaixo representa um processo)																Observação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
...	2 4 3 6 3 6 3 6																	...
...	0 0 2 4 3 6 3 6																	...
...	1 2 2 2 2 1 1 1																	...
...	1 2 2 3 3 3 3 3																	...
...	1 2 3 4 3 6 3 6																	...
...	1 0 0 2 2 0 0 2																	...
...	1 2 2 2 2 3 3 3																	...
...	1 0 0 0 0 1 1 2																	...
...	2 2 4 3 6 3 6 3																	...
...	2 1 2 1 2 1 2 2																	...
...	2 1 2 3 4 2 4 3																	...
...	2 0 0 1 2 3 6 4																	...
...	1 2 2 2 2 3 3 3																	...
...	2 3 6 3 6 3 6 3																	...

Figura 27: Método utilizado para definição das atividades a serem realizadas na planta

O aprendizado desse momento foi que o envolvimento da Liderança, apresentando o potencial e resultados da Produção Enxuta, auxilia na obtenção da participação efetiva da Liderança e apoio das atividades. Esse ponto foi considerado uma forma inovadora de envolver a Liderança e garantiu ações efetivas ao longo da continuidade da implantação da Produção Enxuta. As informações geradas nesse evento foram utilizadas nas reuniões do Comitê Enxuto e do Time de implementação de atividades.

O entendimento e definição das atividades necessárias para atendimento das metas, auxiliarem na definição de ações adequadas. O objetivo final é garantir que o projeto atinja o resultado esperado e que acompanhe a evolução vislumbrada pela empresa.

3.2.9 Plano de acompanhamento do Projeto

Para garantir que os resultados estejam orientados às metas definidas, deve-se periodicamente fazer o acompanhamento dos indicadores e os grupos de trabalho da Produção Enxuta devem acompanhar os resultados atingidos, para deixar as informações disponíveis e visuais, ou seja, evitar deixar informações em formato eletrônico, para facilitar o acompanhamento da evolução e dos ganhos obtidos pelas equipes e pela Liderança. É recomendado que a Reunião do Comitê faça reuniões próximas aos dados das atividades envolvidas nesse trabalho de Produção Enxuta e indicadores do projeto.

A cada dois meses, ocorria uma reunião do Comitê Enxuto com todo o time para acompanhar a evolução do projeto. Nessas reuniões eram apresentados os principais indicadores, evolução durante o último período, também eram apresentadas as principais ações tomadas durante esse período. Devem ser apresentados os problemas que estão ocorrendo e quais as soluções tomadas. Também devem ser avaliados os pontos que necessitam de auxílio ou reforço para dar continuidade no projeto e a ordem de prioridades.

Reuniões mensais devem ser realizadas com os Líderes do Time de Projeto para fazer o acompanhamento da evolução das atividades. Para o time que trabalha diretamente no projeto era realizada reunião com frequência semanal de alinhamento e acompanhamento de atividades. Durante as reuniões de acompanhamento deve-se analisar também se os indicadores atingiram o valor planejado. Um exemplo de gráfico de acompanhamento é apresentado na Figura 28, mostrando o valor do indicador de cada mês, o valor-alvo e para os casos de não atendimento da meta deveria ser definido uma ação para recuperar o resultado.

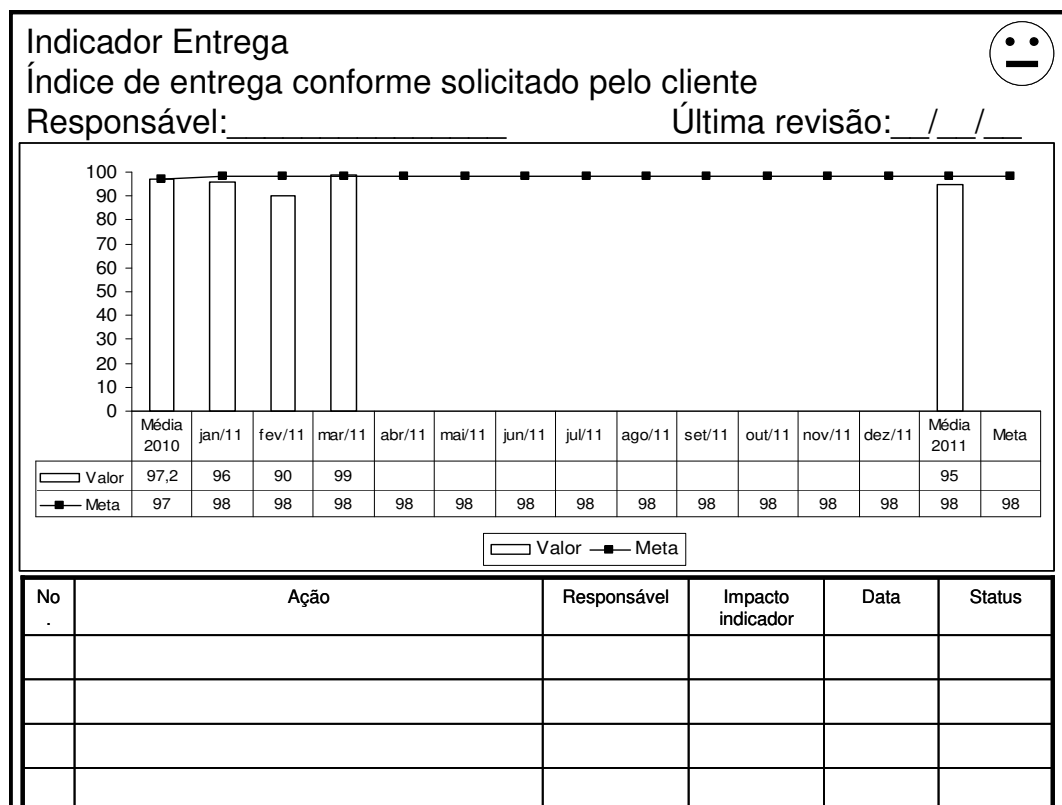


Figura 28: Quadro de acompanhamento de indicadores.

3.3 Medir

A etapa 2-Medir tem como foco a medição do processo. As principais características são classificadas, sistemas de medição são verificados e os dados são coletados (NAVE, 2002). Para isso, o mapeamento do fluxo de valor é utilizado e é importante para visualizar qual o caminho do produto, desde o fornecedor até o cliente. Essa é uma ferramenta importante, pois mostra de uma forma clara, quais são os pontos para se trabalhar inicialmente e identificar onde se encontram os maiores desperdícios (ROTHER e SHOOK, 1999). Liker (2005) destaca o mapa do fluxo de valor, que inclusive recomenda que seja o primeiro passo na abordagem da Produção Enxuta.

Para se aplicar a Produção Enxuta, é preciso começar examinando o processo de produção sob a perspectiva do cliente. A primeira questão é sempre “o que o cliente quer com esse processo?” (tanto o cliente interno, dos próximos passos da linha de produção, quanto o cliente externo final). Isso define valor. Pelos olhos do cliente, deve-se observar um processo e separar os passos que agregam valor dos que não o fazem e aplicá-lo a qualquer processo de produção, informação ou serviço (LIKER, 1997).

A menos que o produto possa fluir continuamente do início ao fim ou a demanda é consistente, é preciso haver pontos com inventário para suprir o cliente efetivamente. Enquanto certa quantidade de inventário é aceitável para cobrir atrasos potenciais, deve-se estar atento à armazenagens massivas de peças ou produtos (FILIPPO, 2002).

A etapa 2-Definir, avalia a situação atual do fluxo de valor e as atividades envolvidas na produção desse fluxo. Nessa etapa usou-se em muitas atividades o mapa do fluxo de valor, conforme apresentado na Figura 17, e reproduzido abaixo:

- Levantamento de dados do cliente;
- Levantamento de dados do processo produtivo;
- Levantamento de dados do fornecedor;
- Levantamento de dados do planejamento de produção;
- Mapeamento do estado atual;
- Identificar agregação de valor no fluxo;
- Identificar desperdícios/ não agregação de valor no fluxo;
- Identificação dos indicadores atuais;
- Confirmação do estado atual.

Entender como ocorre o funcionamento do fluxo de valor, serve como base para a análise e realização do estado futuro. Os dados de entrada dessa etapa são:

- Contrato;
- Alinhamento do projeto às metas da planta;
- Plano de acompanhamento do projeto.

O dado de saída é:

- Mapa do estado atual confirmado.

3.3.1 Levantamento de dados do cliente

O levantamento de dados do Cliente auxilia entender como funciona a sua demanda, como ele envia as informações para o processo de planejamento de produção, como solicita informações e confirma os pedidos enviados, qual é o nível de atendimento esperado e a forma de entrega de materiais acabados. É necessário também avaliar os indicadores com os quais o cliente final mede a empresa e como está o nível de atendimento da empresa em relação ao cliente. Esses dados fornecerão um bom início para a análise do fluxo de valor da empresa.

A primeira atividade realizada foi entender o que o cliente espera e considera importante, é dividido em três partes, que é visualizado na Figura 29:

- Qualidade
 - O que o cliente espera sob o ponto de vista de qualidade dos produtos entregues?
 - Quais itens são relevantes do produto?
 - Qual a durabilidade esperada do produto sem que ocorram defeitos?
- Custo

- Qual o valor que o cliente espera pagar pelo produto com o nível de qualidade exigido?
- Como o produto pode ser diferenciado em relação a outros existentes no mercado?
- Entrega
 - Como o processo produtivo se adequou para entregar no local informado pelo cliente, no prazo acordado e na data solicitada?
 - Qual a variação possível de volume que o cliente espera e o prazo de atendimento?

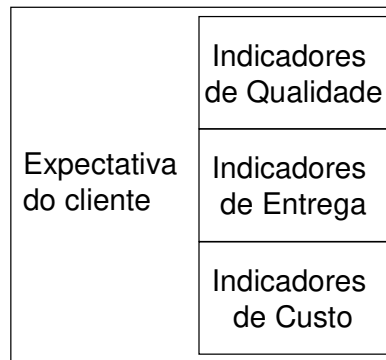


Figura 29: Indicadores de atendimento esperados pelo cliente.

Com isso foi identificada uma série de itens para saber o que o cliente considera importante para os três fluxos de valor, mas deve ser feito uma análise para cada produto o que o cliente espera em relação à qualidade, custo e entrega. O objetivo é identificar melhor esses itens, as expectativas e com isso melhor atender e superar suas expectativas. Para cada linha de produto produzido, deve ser identificado o que é relevante para o cliente. Em contrapartida consegue-se atender melhor o preço-alvo do produto para o cliente e também obter a maior lucratividade possível.

3.3.2 Levantamento de dados do processo produtivo

Em função dos dados identificados no levantamento de dados do cliente, deve ser avaliado como o processo é realizado para atender a essas expectativas. Nesse momento, deve ser identificado o ritmo de produção demandado pelo cliente para o produto e, com isso, fazer a avaliação de como funciona o processo produtivo, a movimentação interna do produto e a administração do fluxo de material.

No levantamento de dados do processo, são entendidas quais são as etapas produtivas, tempos de operação das peças, tempo de troca da última peça do lote até a primeira peça boa do próximo lote, como ocorre o envio de material de um processo para o outro, se existe algum método de solicitação do processo posterior para a anterior e com que frequência ocorre à solicitação e envio do material. Também deve ser analisado se as peças enviadas ao próximo processo estão na mesma sequência de chegada da solicitação ou se ela não é obedecida.

Para auxiliar o levantamento desses dados é necessário enxergar como o processo funciona no local de trabalho e também avaliar os níveis de eficiência, qualidade e tipos de desvios que ocorrem durante o trabalho. Os indicadores são orientados para qualidade, custo e entrega, conforme mostrado na Figura 30. Essas informações servem como base para o desenvolvimento do estado futuro.

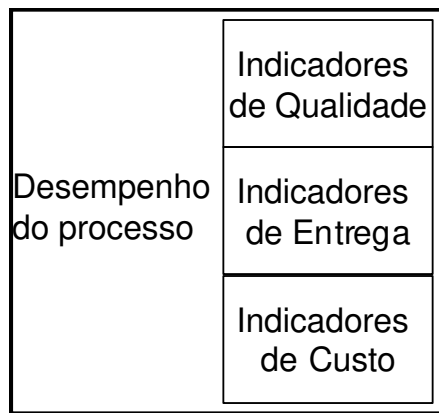


Figura 30: Identificação dos indicadores de desempenho do processo.

3.3.3 Levantamento de dados do fornecedor

O levantamento de dados do fornecedor avalia os tipos de peças fornecidas para a produção, quantidade de fornecedores para cada matéria prima, distância da empresa até o fornecedor, forma de envio do material do fornecedor para a empresa, embalagens utilizadas, frequência de envio, tempo decorrido desde o envio da informação ao fornecedor até o momento do envio da peça pelo fornecedor, variação aceita no volume de entrega, se os fornecedores atuais atendem às necessidades da empresa a longo prazo, participação deles no custo total das matérias primas e porcentagem de atendimento de cada fornecedor para itens abastecidos por mais de um fornecedor.

Essa atividade identifica os produtos comprados em fornecedores, a qualidade, custo e entrega desse produto orientado ao produto final exigido pelo cliente, apresentada na Figura 31. Durante esse levantamento foi comum encontrar metas de indicadores dos fornecedores piores dos que os exigidos pelos clientes. Somente com esse olhar, constatou-se que os indicadores internos não seriam atendidos e já demandavam ações de melhorias nos processos dos fornecedores.

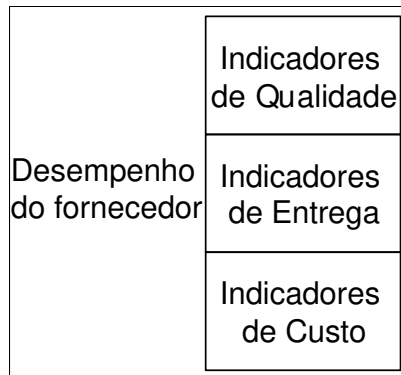


Figura 31: Indicadores avaliados sobre o desempenho dos fornecedores

Outro ponto que deve ser considerado é ter duas fontes de fornecimento confiável para os itens estratégicos e essenciais, isso auxilia no tempo de reposição do material consumido e flexibilidade de fornecimento.

3.3.4 Levantamento de dados do planejamento da produção

O levantamento de dados do planejamento é responsável pela visão global do sistema, está relacionado ao contato e pedido do cliente, chegando à empresa, frequência de recebimento e consolidação das informações, com isso ocorre o desdobramento dessa informação dentro da empresa para a produção e é enviada para o fornecedor e para o processo produtivo.

Para isso, é preciso acompanhar na prática como ocorre todo esse planejamento e enxergar suas deficiências e oportunidades. Deve ter uma frequência de revisão do planejamento, e em caso de desvios, como o planejamento revisa e envia os novos números da produção para as áreas envolvidas. O tipo de sistema eletrônico no qual são armazenados os dados e forma de envio da informação e se funciona adequadamente. Também se as informações geradas pelo sistema eletrônico de planejamento atende às necessidades da empresa, facilitando leitura e análise das informações. O levantamento de dados do planejamento era avaliado em relação à qualidade, entrega e custo, conforme é apresentado na Figura 32.

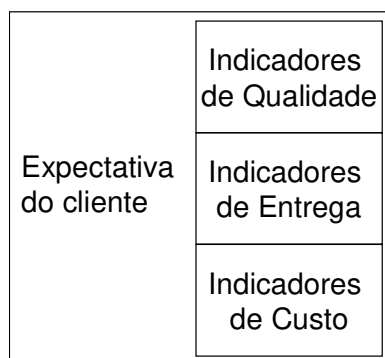


Figura 32: Indicadores considerados sobre desempenho do planejamento sob o ponto de vista do cliente

Deve ser avaliado como são tratados os desvios da produção, ou seja, atraso devido à falta de peças, desvios significativos do processo que afetam a qualidade e com isso o volume a ser entregue para o cliente não pôde ser atendido deve ser contemplado nesse levantamento de dados.

Foi avaliado colocar um quadro de acompanhamento de risco de não atendimento de clientes, mostrando essa informação visualmente para a área de planejamento de produção e, com essa mudança, ficou clara a iminência de não atendimento do cliente e com isso foi obtida a melhora do processo após essa visualização e o risco de não atendimento do cliente foi colocado em evidência e auxiliou no envolvimento de todos os processos produtivos.

3.3.5 Mapeamento do estado atual

Nessa fase, serão consolidados todos os dados coletados até o momento e, nessa atividade, o objetivo é avaliar como funciona todo o processo. Para facilitar isso, é utilizada uma série de ícones para a visualização do processo através do mapeamento do fluxo de valor, isso facilita a identificação de oportunidades de melhoria. As informações devem ser coletadas no local onde ocorrem e todos os desvios devem ser registrados. Nas conexões entre o fluxo de informação e fluxo de material e a passagem de materiais entre processos apresenta grande potencial de melhoria. O mapeamento deve unir todas as pessoas envolvidas no fluxo relacionado a essa avaliação, para isso foi realizado um *workshop* para criar uma informação única com a participação de todas as pessoas, conforme apresentado na Figura 33.

Para auxiliar a melhora do processo deve-se entender o tempo total do processo produtivo, considerando o tempo que cada peça fica parada. Também, é preciso entender o tempo de cada peça em que há efetiva agregação de valor ou mudança nas suas características. Essa atividade foi realizada para os três fluxos de valor.

O mapa do fluxo de valor para do Produto 1 contemplou os 4 principais componentes processados internamente que abasteciam a montagem final, com objetivo de entender como cada um desses impactava no fluxo de valor desse produto. Essa informação foi refletida na parte

inferior do mapa do fluxo de valor, para cada fluxo de componente individual, e considerado na medição do tempo de atravessamento no fluxo de valor. Essa abordagem foi aplicada nos demais fluxos de valor realizados na empresa.

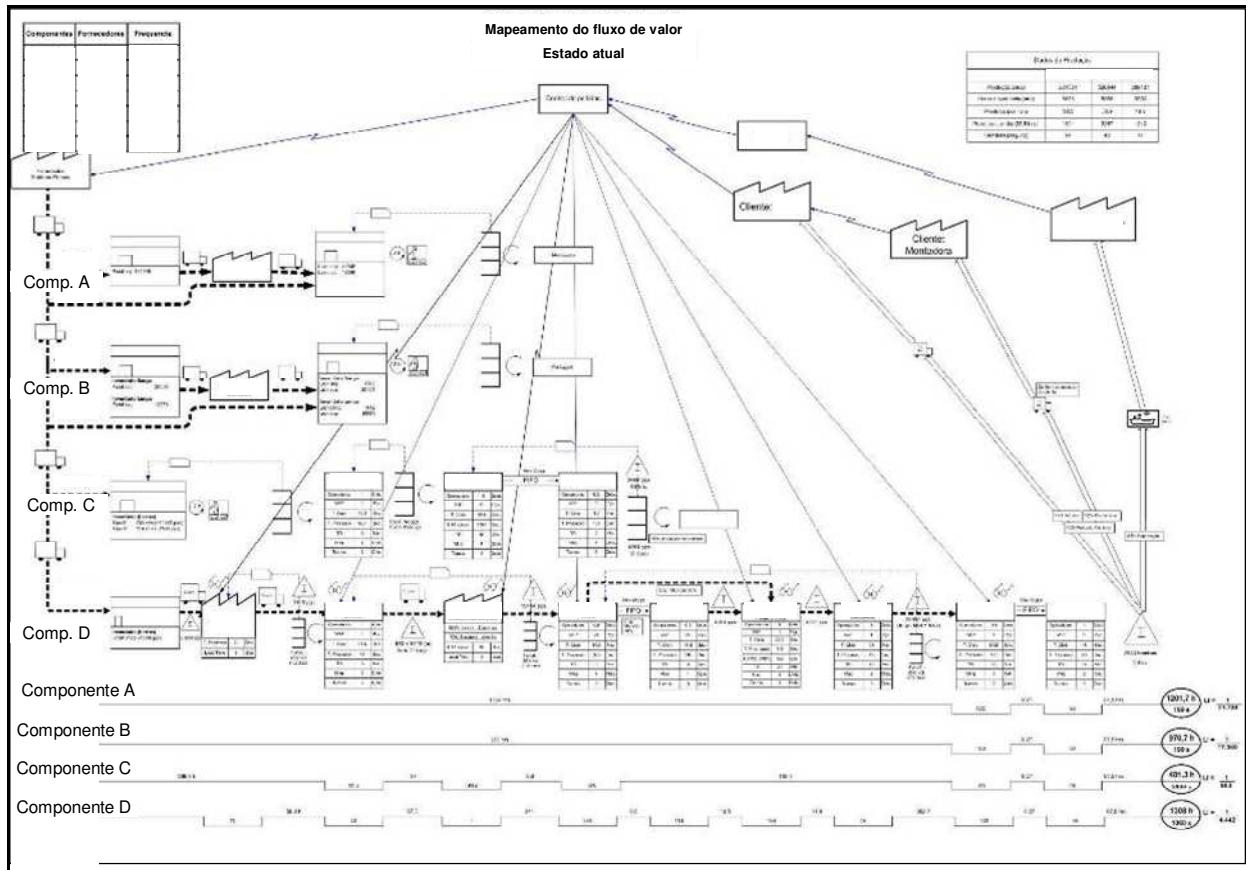


Figura 33: Mapa do estado atual resultante do trabalho proveniente do *workshop* realizado.

3.3.6 Identificar agregação de valor no fluxo

A identificação de agregação de valor no fluxo auxilia no entendimento do que faz parte da agregação de valor ou mudança das características da peça, sob o ponto de vista do cliente. Para as atividades realizadas externamente à empresa, que sejam competências essenciais no processo produtivo, deve-se avaliar se deve ser mantido fora ou retornar para a empresa. Também devem

ser revisadas a estratégia e a orientação da empresa em relação a esse produto. Esse é o momento de enxergar e levantar questionamentos para itens que podem mudar e melhorar o processo.

No fluxo de valor do produto 2 foi aplicado o modelo de avaliação apresentado na Figura 34, no qual é possível enxergar o volume de vendas e o lucro, com isso foi possível visualizar os produtos prioritários para melhorar e que apresentavam baixa margem de lucro, e os produtos que apresentavam maior potencial de ganho financeiro. Uma detecção que ocorreu é que a área de vendas dava atenção e dedicava maior esforço para atendimento dos produtos que apresentavam baixa margem de lucro. A análise da informação visualizada na Figura 34 possibilitou reavaliar a estratégia e a abordagem da área de Vendas com alguns Clientes.

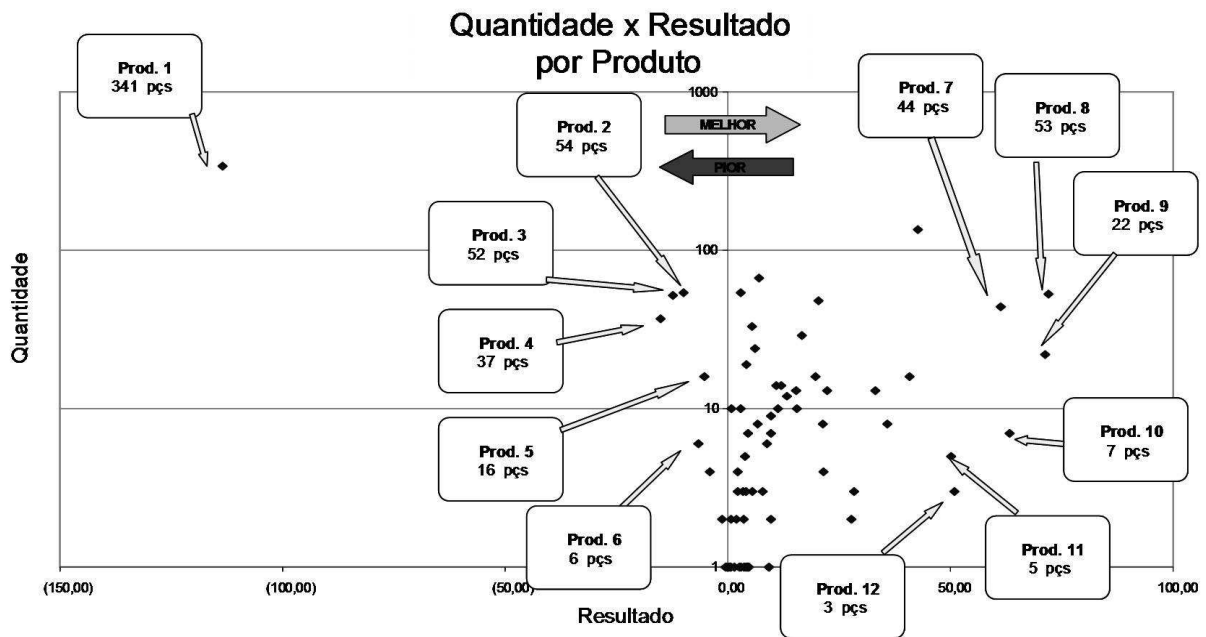


Figura 34: Análise de quantidade x resultado para produtos do fluxo de valor do produto 2.

3.3.7 Identificar desperdícios / não agregação de valor no fluxo

Atividades que não fazem parte da competência essencial da empresa precisam ser repensadas ou analisadas. O objetivo nessa fase do processo é avaliar tudo o que pode ser

reduzido, eliminado, melhorado ou combinado, que não impacte sobre o processo produtivo e faça com que a empresa consiga realizar de uma forma melhor suas atividades.

A visualização dos desperdícios no mapeamento do fluxo de valor identifica quais são os itens, fases, produtos, componentes do processo que devem ser reduzidos ou eliminados do processo de acordo com os desperdícios da Produção Enxuta e mostrado na Figura 35, ou seja, todos os itens e elementos que não agregam, ou não devem fazer parte do fluxo. Os itens levantados e questionados devem ser colocados em um plano de ação para a tomada de decisão posterior na consolidação das oportunidades e, com isso, definindo um responsável e prazo para tratar os respectivos desvios. Nos primeiros mapeamentos a quantidade de desvios e problemas encontrados geralmente são muitos e de fácil resolução, mas com o amadurecimento e evolução do mapeamento do fluxo de valor, a quantidade de desvios começa a diminuir, ser de difícil solução e com tratativa demorada.

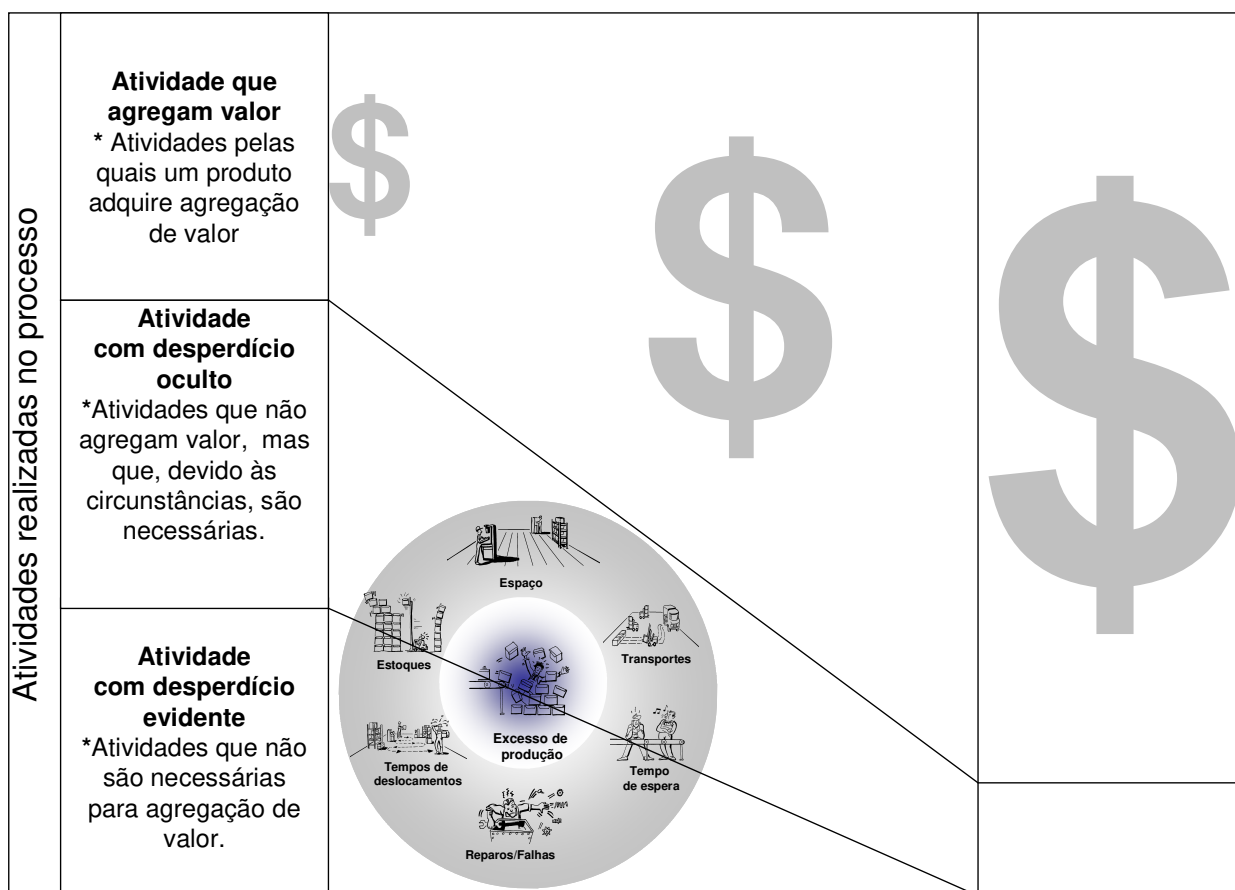


Figura 35: Descrição das atividades que agregam valor até desperdício evidente.

3.3.8 Identificação dos valores dos indicadores atuais

A identificação dos indicadores atuais analisa os processos e identifica os indicadores que são utilizados como referência, os indicadores-chave que serão acompanhados e medidos no projeto devem ser registrados e confirmados pela Liderança da empresa para que sejam considerados como referência inicial. Deve-se observar, também, o impacto das melhorias realizadas e os ganhos obtidos ao longo do tempo devido às mudanças ocorridas com a aplicação da Produção Enxuta e a evolução do processo. Os indicadores definidos nas etapas anteriores, se necessário, também devem ser revisados e serão acompanhados durante o andamento do projeto em função das ações tomadas e orientadas à Produção Enxuta.

3.3.9 Confirmação do estado atual

Na confirmação do estado atual, é entendido todo o sistema, dados de entrada do Cliente, forma de trabalho do planejamento, relativo ao Fornecedor, funcionamento do trabalho do processo produtivo, com isso têm-se todos os dados relativos ao fluxo de materiais e informações consolidados. Também é importante registrar os valores antes de se iniciar qualquer melhoria.

A imagem com todas as informações do mapa do fluxo de valor atual foi concluída, identificando os passos realizados, pontos relevantes para o processo, as principais oportunidades e indicadores para o acompanhamento do processo. A consolidação desse mapeamento com todos os envolvidos fez com que todas as áreas que participaram dessa atividade confirmem o trabalho realizado e isso evidenciou as oportunidades de que o processo pode ser melhorado.

A participação da Liderança e assinatura de cada uma das áreas envolvidas abaixo do mapeamento garantem o registro dos dados levantados sem questionamentos futuros e concorda com as informações levantadas, que servem como base para a execução da próxima etapa 3- Analisar. A Figura 36 apresenta esse mapeamento.

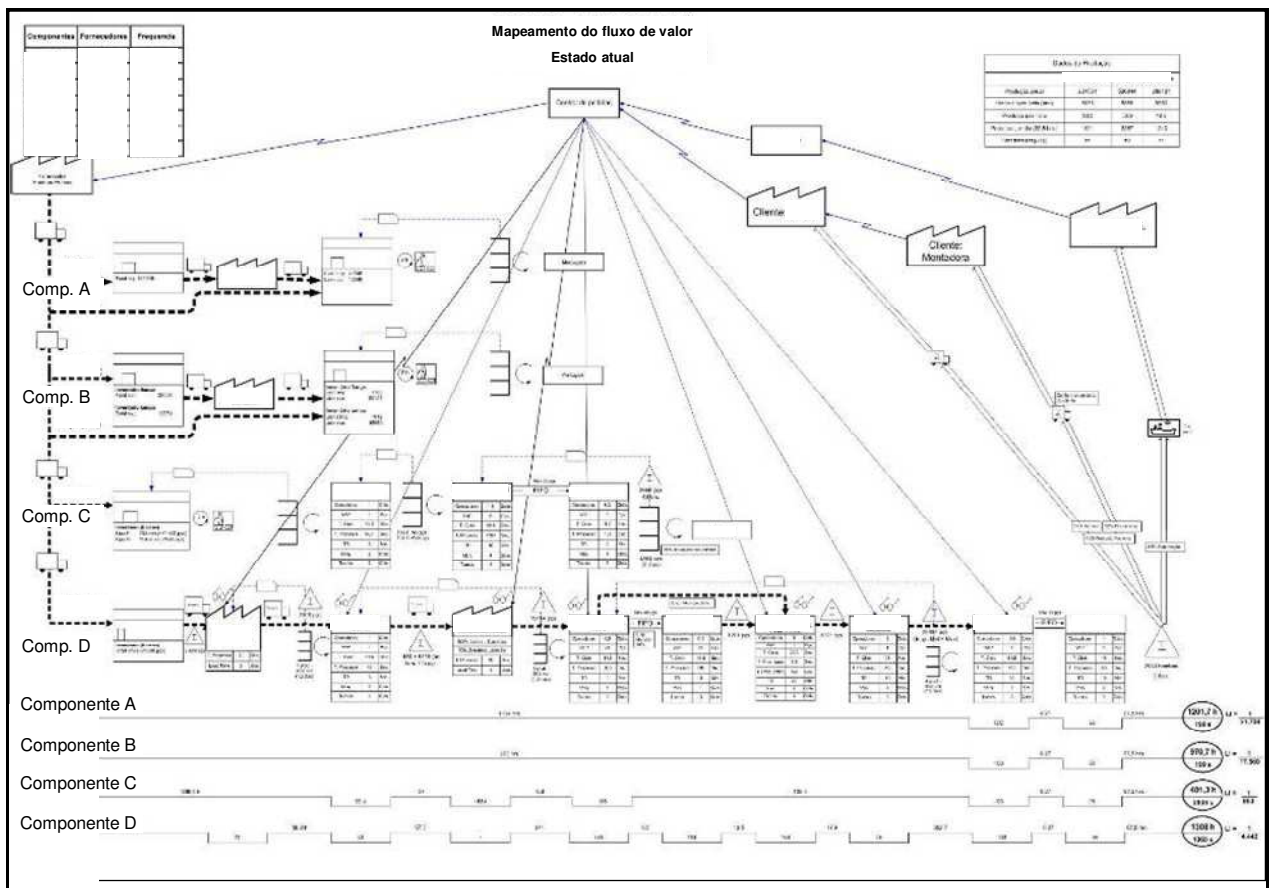


Figura 36: Mapa do estado atual confirmado para a continuidade da próxima fase.

3.4 Analisar

A etapa 3-Analisar, tem como intenção transformar os dados brutos em informações que fornecem conhecimento sobre o processo (NAVE,2002). Com base no mapeamento do fluxo de valor realizado na etapa 2-Medir, é realizada uma proposta futura do mapa do fluxo de valor na etapa 3-Analisar.

A comparação dos dois mapeamentos (estado atual e proposta futura) fica evidente a facilidade de visualizar as deficiências encontradas no sistema produtivo (ROTHER e SHOOK, 1999; CAMPOS, 2000).

O objetivo da Produção Enxuta é aplicar o fluxo unitário de peças em todas as operações, desde a criação do processo a ser lançado até o recebimento dos pedidos e a produção física, mas Liker (2005) alerta para o fato de que, como qualquer outra ferramenta ou processo, a resposta é aplicar o fluxo unitário de forma coerente.

O desenvolvimento de uma estratégia global de seus negócios auxilia na tomada da decisão e priorização das atividades que devem ser realizadas na empresa. Se a empresa não tem uma estratégia, considerando a Produção Enxuta como parte da forma de atuação do fluxo de produção, os seus clientes não vão ver os benefícios das iniciativas da Produção Enxuta (LEVENTON, 2004).

Para George (2002) os projetos e atividades devem ser selecionados baseados em um processo comparando valor de entrega com o esforço despendido. Uma das metodologias mais efetivas para este propósito é o gráfico esforço/ benefício.

O objetivo da etapa 3-Analisar é entender as informações avaliadas nas etapas 1-Definir e 2-Medir, e com isso estabelecer os próximos passos para os fluxos de valor. Conforme apresentado na Figura 17, abaixo são reproduzidos os passos que compõem essa etapa:

- Análise do fluxo de materiais;
- Análise do fluxo de informação;
- Mapa do estado futuro com visão de cinco anos;
- Mapa do estado futuro de um ano;
- Discussão de oportunidades;
- Matriz de priorização;
- Planejamento de *workshops* e projetos Seis Sigma;
- Planejamento de atividades;
- Confirmação do estado futuro.

No momento de análise deve-se ter um time com conhecimento do processo produtivo para garantir uma avaliação de todo o sistema, considerando os próximos passos que podem ser realizados e o potencial de realização de mudanças e melhorias nesse fluxo.

Os dados de entrada para essa etapa são:

- Mapa do estado atual confirmado.

Os dados de saída para essa etapa são:

- Planejamento de atividades;
- Mapa do estado futuro confirmado.

3.4.1 **Análise do fluxo de materiais**

A análise do fluxo de materiais avalia como funciona cada fase do fluxo de material, qual a forma de transferência do material entre processos, quais os respectivos tempos de ciclo e tempo de processamento da peça, também entende como a informação do quê produzir flui no processo ao longo das etapas produtivas. Dados de OEE (eficiência global do equipamento) e tempos de troca de ferramentas também devem ser avaliados. Essa avaliação deve gerar ações que serão avaliadas e consolidadas posteriormente. Para isso, é preciso entender os desperdícios presentes no fluxo.

A análise do fluxo de material em todo o processo produtivo deve contemplar desde a entrega física do material para o cliente, passando pelo fluxo produtivo até o recebimento físico do material pelo fornecedor. Devem ser identificados todos os momentos que o material flui de forma deficiente ou apresenta oportunidades na movimentação, armazenagem e na operação. Também devem ser analisadas as conexões entre processos e desvios que ocorrem.

Para os itens com alto volume de produção, a orientação é fazer um supermercado no fim do processo para que fique localizado o mais próximo do cliente, mas o consumo e reposição

devem ser geridos pelo processo fornecedor, que é a operação que processa o material e entrega no supermercado. A partir do consumo, ocorre a puxada do material pelo cliente e o fornecedor repõe o material consumido.

3.4.2 Análise do fluxo de informação

A análise do fluxo de informação contempla a forma como a informação é recebida do cliente, analisada pelo planejamento de produção e confirmada com o pedido do cliente. Essa informação deve ser enviada para o Fornecedor e confirmada por ele. Também a informação recebida do Cliente pelo planejamento de produção é processada e enviada ao processo produtivo. Deve-se ter uma forma eficiente de acompanhar se os materiais programados foram entregues do fornecedor à produção, a produção do produto no fluxo e a entrega do produto ao cliente. Na ocorrência de desvios nesses processos devem-se entender os desperdícios presentes e os que ocorreram os quais podem afetar o processo do fluxo de informação e interação com o fluxo de material para trabalhar na sua melhoria.

O planejamento de produção agrupa todas essas informações em um único ponto, que também faz a gestão de pedidos atrasados ou com desvios, consolidando a informação em um único ponto de controle para todo o processo produtivo. O entendimento de como funciona o Planejamento de Produção auxilia na correção da forma de trabalho no estado futuro.

3.4.3 Mapeamento do estado futuro com visão de cinco anos

Para garantir que as atividades planejadas estejam orientadas às metas futuras, é importante definir uma visão de longo prazo, considerando cinco anos e que esteja alinhada com a estratégia da empresa. O objetivo é enxergar onde o processo estará, adotando a situação ótima, ou seja, poderá contemplar uma série de processos e tecnologias em desenvolvimento ou em função das

necessidades de volume projetadas. Isso auxilia a sinalização para processos fornecedores que desenvolvam tecnologias ou processos orientados a essas necessidades. O objetivo é obter o máximo de rendimento do processo e quebrar todas as barreiras tecnológicas e físicas para projetar o fluxo o mais perfeito possível.

A estratégia definida deve ser desdobrada em metas que sejam compreendidas e desmembradas em períodos para acompanhamento periódico. Para fazer essa atividade, devem ser consultadas as melhores práticas em outras plantas do grupo e processos de referência existentes no mercado, analisando tendências e pesquisas para os produtos e materiais utilizados na produção do produto em avaliação e contemplar a eliminação dos desperdícios que ocorrem no fluxo de informação e material.

A consolidação desse trabalho pode ser visualizada na Figura 37 e mostra como ficou um dos fluxos mapeados. A tabela 12 apresenta a avaliação realizada para o fluxo 1 avaliado, considerando viabilidades levadas em conta na confecção do mapeamento apresentado.

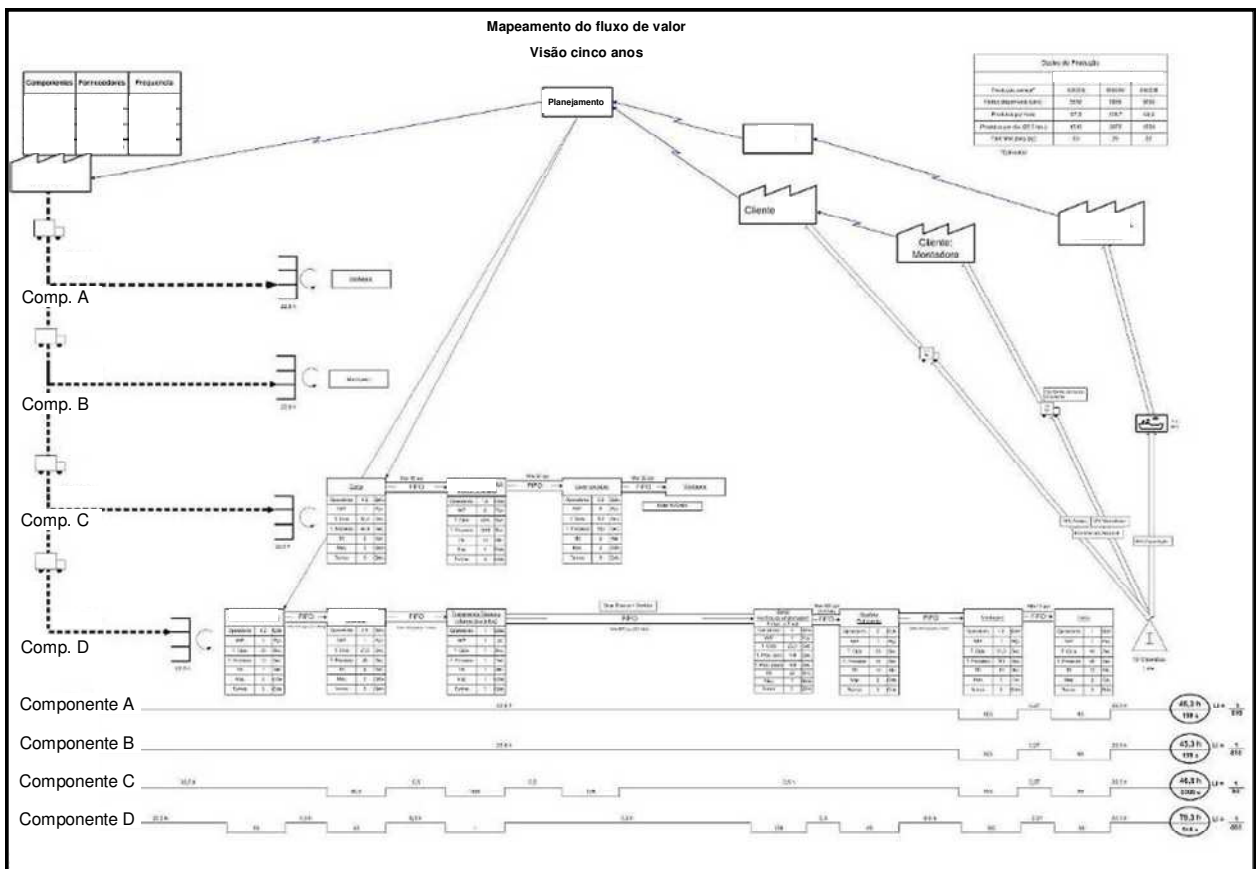


Figura 37: Mapa do estado futuro com visão de cinco anos.

Tabela 12: Mapa realizado para implantação das atividades do fluxo de valor do produto um para a visão de cinco anos.

Inovação	Viabilidade técnica	Viabilidade econômica	Viabilidade estratégica	Conclusão viabilidade
Tecnologia 1	não	sim	sim	Contemplar visão 5 anos
Tecnologia 2	sim	somente com aumento de demanda	sim	Contemplar visão 5 anos
Internalizar operação A	em desenvolvimento	somente com aumento de demanda	sim	Contemplar visão 5 anos
Eliminar operação B	em desenvolvimento	somente com aumento de demanda	sim	Contemplar visão 5 anos
Máquina com tecnologia 3	sim	somente com aumento de demanda	sim	Contemplar visão 5 anos
Entrega direta no ponto de uso	não	sim	sim	Contemplar visão 5 anos

Para o projeto realizado do fluxo de valor do produto três, foram avaliadas a dimensão do produto e o volume de produção. Também foi avaliado se são produtos padrões ou especiais, isto

possibilitou realizar a segmentação e especialização das áreas de produção para este produto, de acordo com suas particularidades, que pode ser visualizada na Figura 38.

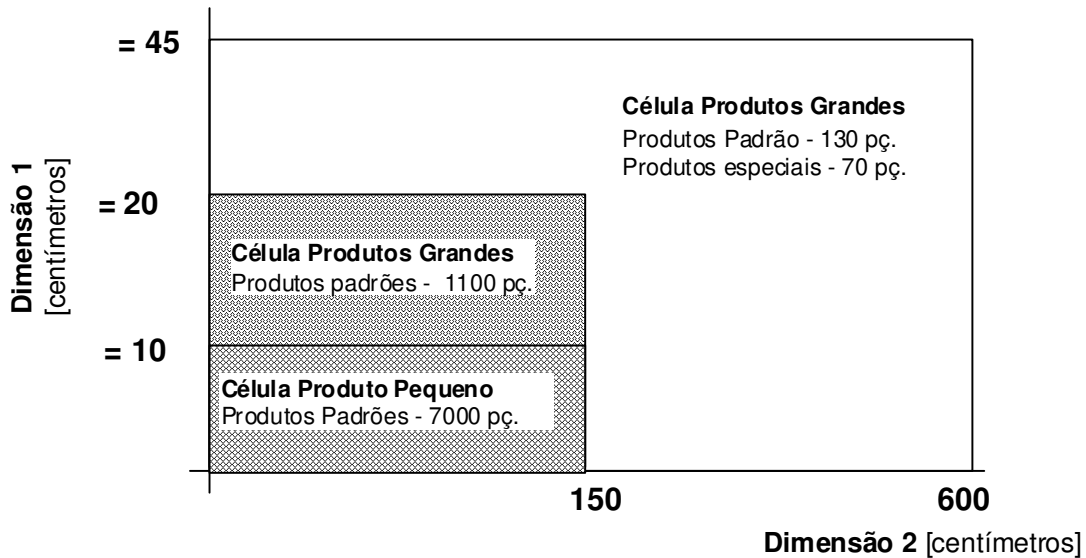


Figura 38: Avaliação realizada para fluxo de valor do produto 3 para auxiliar na definição da célula de produção.

3.4.4 Mapeamento do estado futuro de um ano

Na avaliação do mapeamento do próximo ano, devem ser avaliadas as metas e quais atividades são prioritárias para aumentar a estabilidade no processo, olhar as oportunidades orientadas à criação do fluxo e eliminação dos desperdícios do sistema. A avaliação do próximo ano deve levar em consideração os dados da visão de cinco anos e desdobrar a visão de cinco anos, anualmente, realizando um plano realista para o mapeamento do fluxo de valor orientado à Produção Enxuta, orientando e alinhando as mudanças e melhorias planejadas da Produção Enxuta. Isso une e garante a participação de todas as áreas da empresa nas ações planejadas.

A importância de garantir que a estabilidade seja priorizada nas atividades planejadas, auxilia para que as mudanças implantadas não retrocedam para situações anteriores, dando sustentação às melhorias e esforços realizados. Nessa fase, também deve ser calculado o tempo

takt para o processo, pois auxilia o entendimento de qual deve ser o ritmo de saída de peças do processo para o cliente.

Também são vislumbradas as oportunidades que não foram contempladas no mapeamento e levantadas nas atividades realizadas anteriormente, mas nesse momento estão orientadas aos objetivos deste ano. Devem ser priorizadas as atividades para melhorar a qualidade, ergonomia, segurança e estabilidade do fluxo de material e informação, isso causa um impacto positivo no projeto. Esse mapeamento pode ser visualizado na Figura 39.

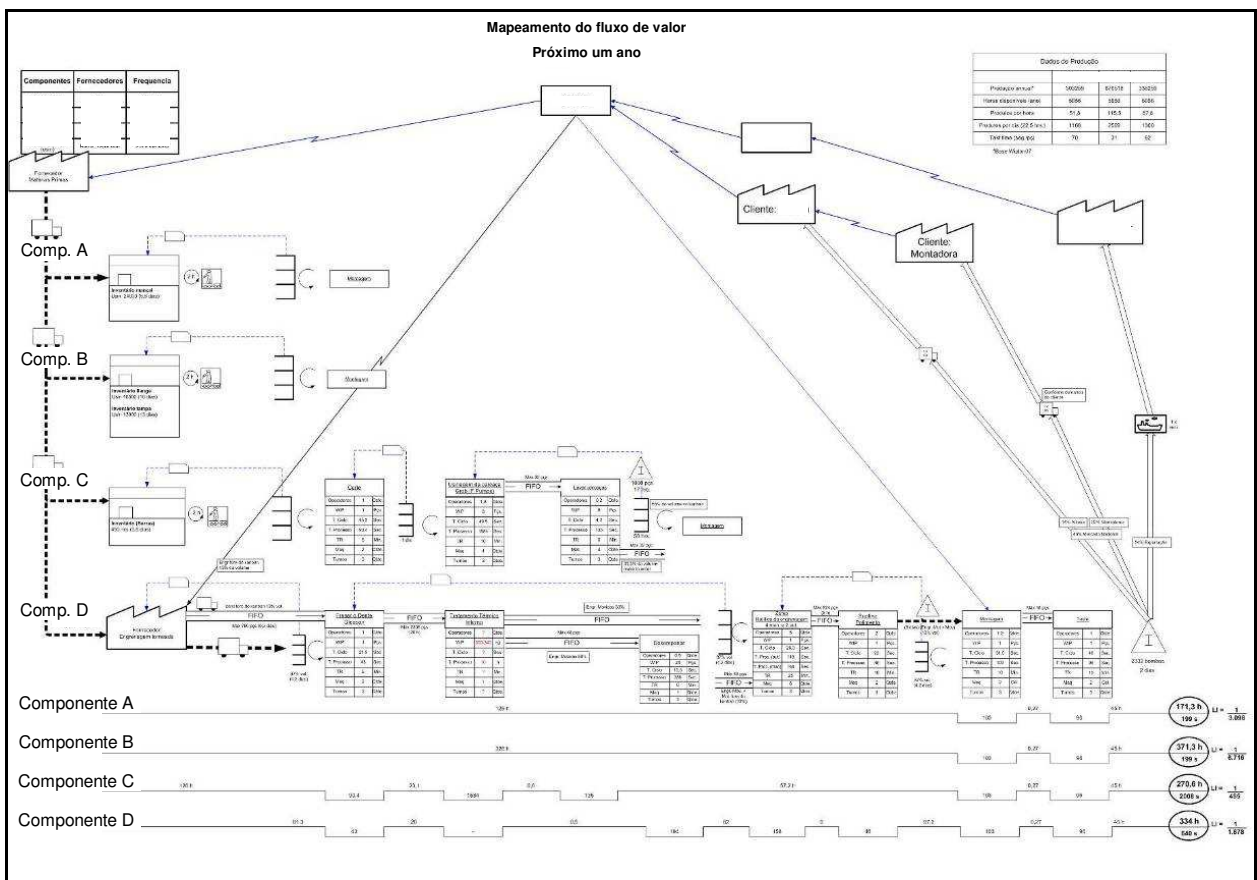


Figura 39: Mapa realizado para implantação das atividades para o próximo um ano.

No primeiro momento também foi priorizado melhorar o fluxo dos materiais. Para os itens de alto volume do fluxo de valor do produto 1, a informação deve ser enviada para o fim do processo produtivo, ou seja, o mais próximo ao cliente, pois para esses itens foram considerados um supermercado de produtos semi-acabados, pois ocorria uma grande variação a partir desse

momento e o tempo de passagem para as próximas etapas era rápido, essa foi a política adotada para atendimento ao cliente para os itens de alto volume.

Para os itens de baixo volume, o processo deve ter um tempo de passagem rápido para que não se tenha itens parados ao longo do fluxo de valor. Os componentes essenciais e comuns para os itens de baixo volume devem ser posicionados em pontos estratégicos do fluxo e foi informado e negociado com os clientes que, para esses itens, a entrega não seria imediata.

Também foi realizado o plano do mapa do fluxo de valor para o fim do segundo ano (Figura 40) e terceiro ano (Figura 41), estes mapeamentos estavam orientando as atividades planejadas para o mapeamento do fluxo de valor da visão de 5 anos, e possibilitando que todos entendessem as atividades e projetos a serem conduzidos nos próximos três anos. Esse mapeamento é apresentado mostrando a evolução anual projetada para esses processos e foi considerado um importante passo para deixar a informação clara a todas as áreas da empresa. Esse abordagem foi considerado uma inovação no modelo apresentado na tese.

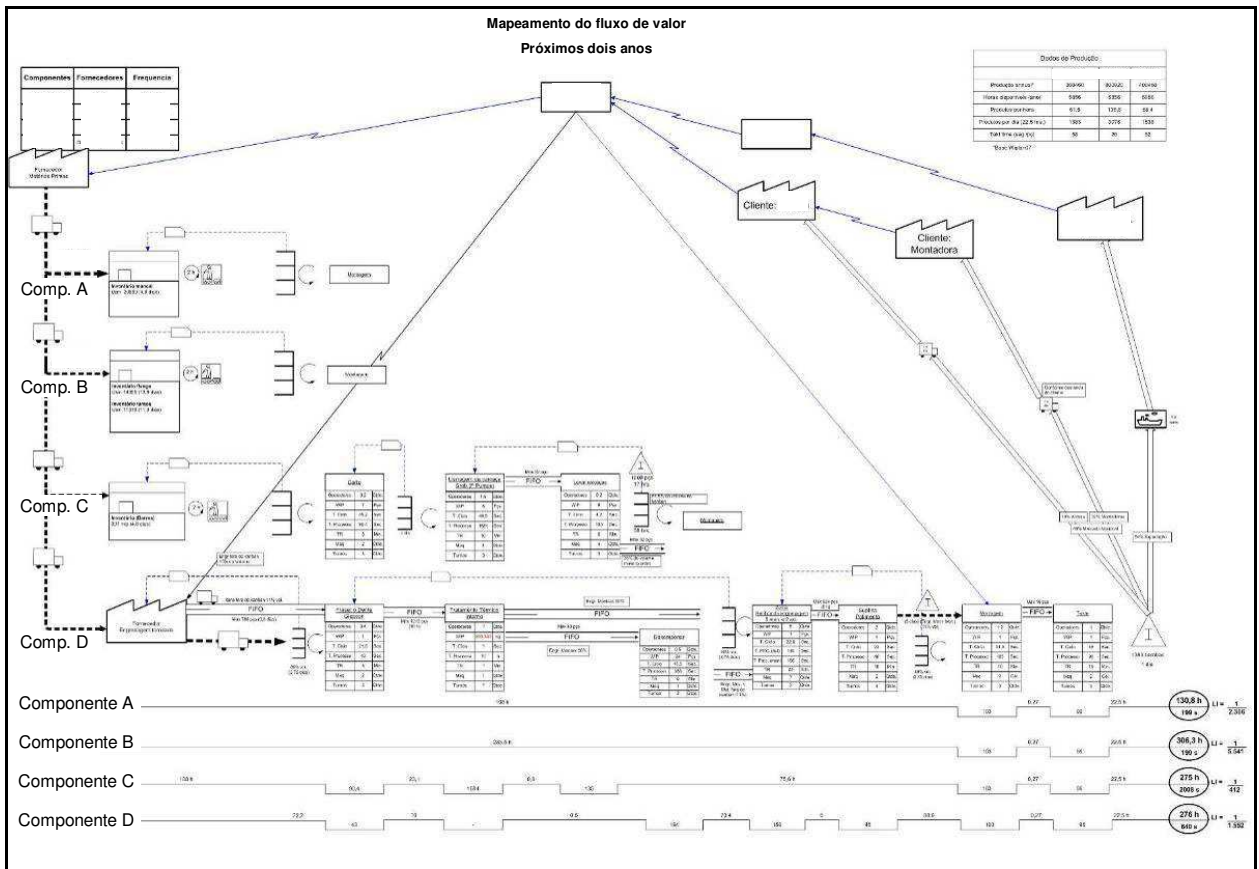


Figura 40: Mapa realizado para implantação das atividades até o fim do segundo ano.

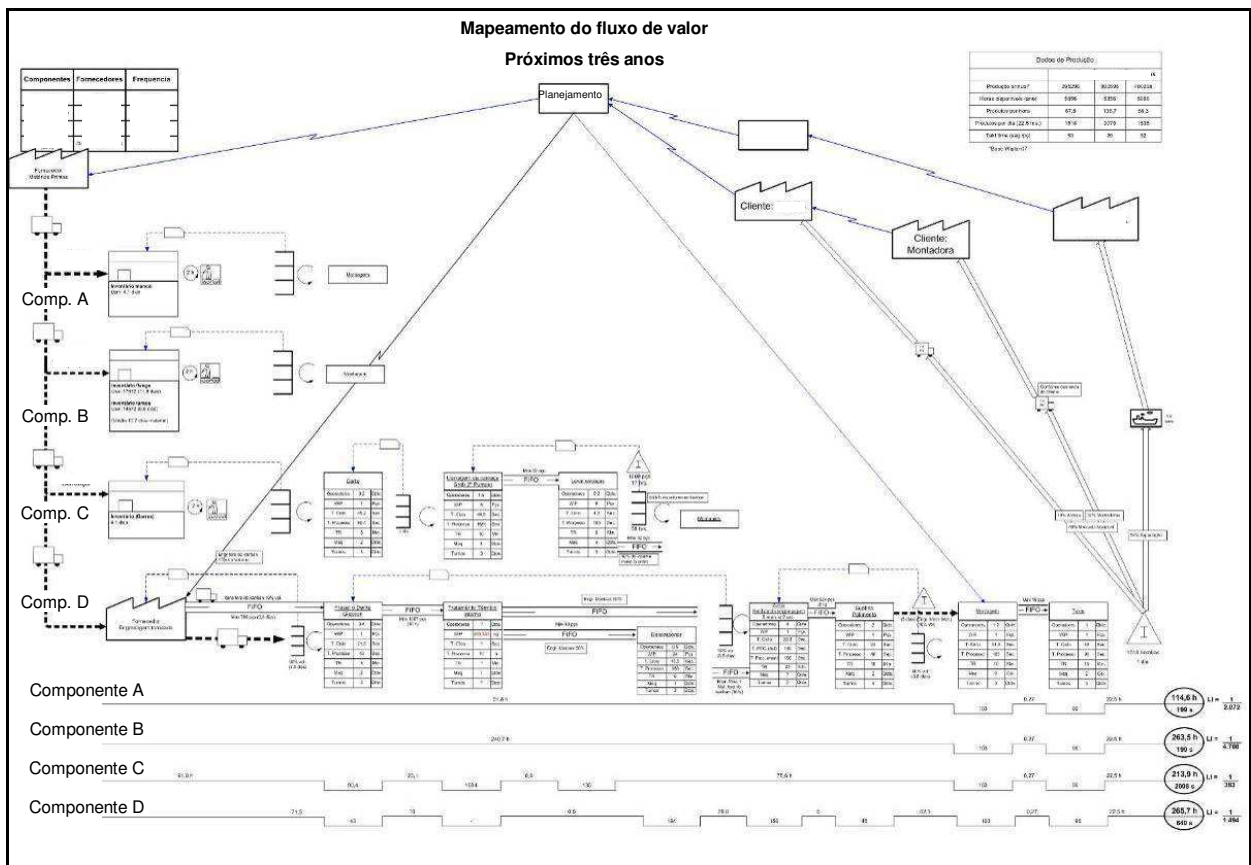


Figura 41: Mapa realizado para implantação das atividades até o fim do terceiro ano.

3.4.5 Discussão de oportunidades

A discussão de oportunidades deve levar em consideração e ser orientada para o curto, médio e longo prazo, identificando e priorizando as atividades necessárias para atingir uma Produção Enxuta. Um método seria entender as atividades que vão tornar o processo mais robusto, criando uma base de sustentação para a continuidade do processo, eliminando os desperdícios, aumentando a participação do valor agregado nas etapas e melhorando o fluxo de materiais e informação e aumentando a estabilidade das atividades realizadas nesse fluxo. A priorização das atividades deve ser planejada e orientada à necessidade do cliente e que auxilie para tornar o processo mais robusto, dando suporte e sustentação para a realização dos próximos

projetos ou melhorias do projeto de Produção Enxuta. As atividades relacionadas à qualidade do produto e orientadas à segurança dos operadores devem ser priorizadas.

As atividades levantadas dos sete fluxos de valor da empresa foram colocadas em uma única matriz para pontuação sob o ponto de vista benefícios e esforço para cada atividade, isso levava em consideração pesos, de acordo com a importância, definidos pela empresa. Foram levantadas 238 ações que foram pontuadas com esse método. Isso pode ser visualizado na Figura 42.

ID	Titulo do Projeto	Status	Benefícios				Esforço					Prioridade Recomendada	
			Crescimento de Receita	Redução de Custo	Investimento	Outros Benefícios	Total Benefício	Requerimentos de Pessoas	Duração do Projeto (semanas)	Investimento (\$MM)	Risco		Total Esforço
	Peso		0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00	
1	Projeto A		1	3	0	1	1,3	1	1	0	1	0,8	
2	Projeto B		0	6	0	3	2,3	1	3	1	1	1,5	
3	Projeto C		3	0	9	6	4,5	3	6	3	3	3,8	
4							-					-	

Figura 42: Matriz de impacto para definição das atividades prioritárias de toda a empresa.

3.4.6 Matriz de priorização

A matriz de priorização coloca todas as ações, projetos e atividades com as pontuações definidas anteriormente e contempladas até o momento e avaliar qual seria a melhor sequência de implantação, de acordo com os recursos disponíveis, focando o melhor resultado em função do esforço e benefício realizados. A Matriz de Priorização é uma ferramenta que considera como eixos de saídas Esforço e Resultado, que auxilia na tomada da decisão no planejamento de atividades pela Liderança. Essa é uma ferramenta de fácil uso e apresenta rapidamente quais

atividades devem ser priorizadas. Com isso, é possível avaliar todas as atividades levantadas e realizadas até o momento desse trabalho de Produção Enxuta.

As saídas resultado x esforço, foram avaliadas na matriz, envolvendo baixo, médio e alto benefício e baixo médio e alto esforço. Com isso, foram visualizadas as 238 ações definidas para os sete fluxos de valor da empresa. Isso facilitou, utilizando um método de análise para saber quais as atividades deveriam ser priorizadas, distribuindo-se todas as atividades previstas ao longo do período de cinco anos considerado na implementação da Produção Enxuta. Essas ações traçadas foram avaliadas pelo time e planejada para garantir um cronograma coerente com as metas e os recursos necessários e disponíveis. Também foi avaliado se os recursos internos atendiam à demanda de atividades e conhecimento necessário.

A Figura 43 também apresenta a importância de priorizar ações, priorizando atividades na área 1, depois na área 2 e questionando importância das ações na área 3, pois antecipa a obtenção de ganhos para as principais atividades.

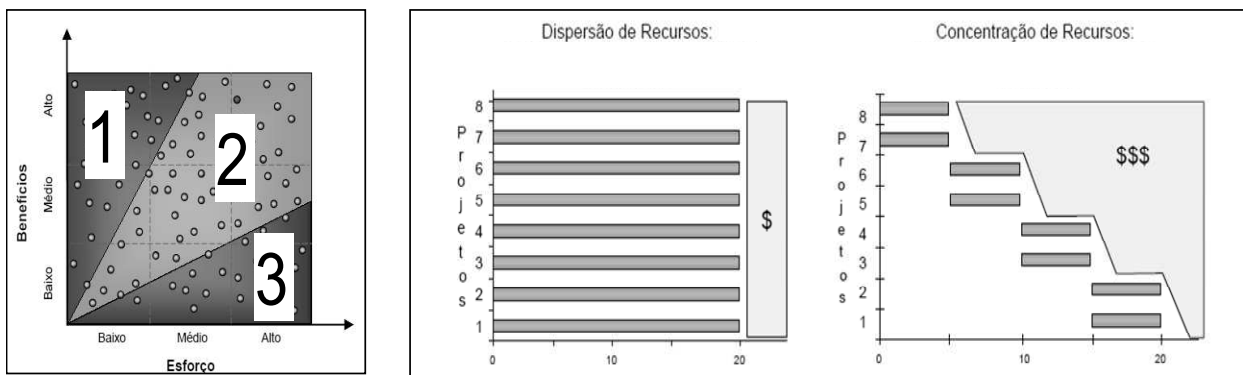


Figura 43: Representação da matriz de impacto para tomada de decisão da priorização das ações.

3.4.7 Planejamento de *workshops* e projetos Seis Sigma

Os *workshops* e atividades devem ser planejados ao longo do ano, para auxiliarem na distribuição e planejamento de pessoal e recursos. Antes da realização de cada atividade deve-se revisar o objetivo orientado à Produção Enxuta, participantes necessários e a meta que deve ser

atingida no *workshop*. Atividades complexas e que precisam obter resultados envolvendo vários processos e recursos podem utilizar essa metodologia. Esse planejamento também ajuda a desdobrar atividades complexas, em atividades menores, facilitando e diminuindo a complexidade das atividades que precisam ser realizadas.

As atividades que envolvem várias pessoas e processos em um único evento foram planejadas em formato de *workshops*, com metas definidas e focando atender à estratégia da empresa. Também foram avaliadas as atividades e workshops iniciais para garantir a evolução e suporte das atividades posteriores, criando assim uma estabilidade e base sólida para o andamento da implementação da Produção Enxuta. O planejamento foi avaliado e confirmado com a gestão. Para itens que apresentam variações significativas ou problemas significativos de qualidade é indicado avaliar aplicação da metodologia Seis Sigma, através de projetos específicos. Esse planejamento pode ser visualizado na Figura 44 e contempla 5 anos de planejamento e os sete fluxos de valor da empresa. Todas as atividades foram confirmadas e assinadas abaixo dessa folha pela Liderança dos sete fluxos de valor.

atividade. O acompanhamento e confirmação das atividades implantadas devem ser verificados através de indicadores e caso tenham um resultado abaixo do previsto, deve ser avaliada a necessidade de aplicar uma nova medida para garantir que a meta seja atingida. As atividades avaliadas de baixa complexidade ou com rápida implementação foram planejadas. O objetivo foi planejar atividades que auxiliem no atendimento das metas e alinhadas ao cronograma dos *workshops*.

Para cada atividade planejada ter um responsável para garantir sua entrega, deve ser contemplada uma meta clara, com medição que apresente relação direta com o projeto ou atividade que será realizado, facilitando a avaliação da melhora do processo e atendimento aos resultados esperados. Isso também auxilia a gerência a enxergar a evolução do projeto e a necessidade de atividades extras ou realização de novas ações para atingir as necessidades e expectativas do projeto.

Para gerir as ações foi montado um quadro para visualizar todas as atividades que serão apresentadas na etapa 5-Controlar e semanalmente era feito o acompanhamento da realização das ações e avaliação da necessidade de suporte aos processos. Essa atividade de gerenciamento era realizada por um grupo de suporte às melhorias da empresa.

3.4.9 Confirmação do estado futuro

A confirmação do estado futuro, consolidado o planejamento realizado e metas definidas para aplicar a Produção Enxuta, simula a aplicação das ações e avalia o valor atingido para os indicadores e metas. Auxilia a realizar um comparativo da aplicação das ações com a melhora dos indicadores em relação à situação inicial, antes da aplicação das mudanças no fluxo de produção. A análise e resolução adequada dos desvios encontrados no fluxo de valor garantem que o processo atenda às metas com maior rapidez. A Liderança da empresa e pessoas envolvidas no fluxo de valor confirmar e assinam o planejamento de atividades para o próximo ano e visão de cinco anos.

Nesse momento foi confirmado com o Comitê Enxuto e o Time dos Fluxos todo o planejamento de longo, médio e curto prazo através de um encontro e confirmação de todas as ações e recursos necessários para implantação do plano. Isso deve ser celebrado por todos, pois é um enorme passo realizado em direção à Produção Enxuta e garantiu a participação efetiva de todas as áreas na continuidade da implementação da Produção Enxuta.

Foi avaliado e projetado, o cronograma e impacto de cada *workshop*, projeto Seis Sigma e atividade nos indicadores da empresa. As atividades tinham um cronograma geral, muitas com gestão visual e próxima ao Gerente do Fluxo de Valor ou gestor da área. As ações foram inseridas nos planos e indicadores da empresa. Isso auxiliou o acompanhamento e efetividade das ações realizadas para cada fluxo. No fim de cada trimestre era confirmado o status dos indicadores e a situação parcial do mapeamento do fluxo de valor. A confirmação das atividades também era realizada nas reuniões de Comitê Enxuto.

3.5 Melhorar

A etapa 4-Melhorar implementa as mudanças no processo, os resultados dessas mudanças são vistos nas medições. Nessa etapa, a empresa pode avaliar se as mudanças são benéficas ou se outro conjunto de mudanças será necessário (NAVE, 2002).

Embora a Produção Enxuta e o Seis Sigma requeiram aceitação de sua implementação no nível de Liderança, todos os associados devem participar nas atividades que visam a eliminar e a reduzir os desperdícios. A mudança é incremental, os resultados podem ser imediatos em áreas selecionadas por meio de eventos *kaizen*, mas o processo exige tipicamente 3-5 anos para se perceber o benefício integral (ENGLE, 2004).

A sustentação da aplicação da melhoria e não retrocesso das atividades melhoradas depois de iniciado o Projeto de Produção Enxuta é essencial, também deve-se integrar todos as áreas da empresa nessa direção. O conceito de melhoria e o uso de um método deve ser uma parte essencial de todos os processos e objetivos (BERNSTEIN, 2005).

Spear e Bowen (1999) enfatizam que as linhas de produção precisam ser construídas para que todos os produtos e serviços sigam uma rota de fluxo simples e especificada, não deve haver bifurcações ou circuitos que afetem o fluxo produtivo, isso auxiliar a obter um fluxo com maior rapidez e facilidade de gestão.

Um bom lugar para qualquer empresa começar a jornada rumo ao conceito enxuto, é criando um fluxo contínuo onde quer que se possa aplicá-lo em seus principais processos de fabricação e serviços. O fluxo está no centro da mensagem enxuta, de que a redução do intervalo de tempo entre o recebimento da matéria prima até a expedição dos produtos (ou serviços) acabados leva a uma melhor qualidade, a um menor custo e a um menor prazo de entrega. A criação do fluxo também tende a forçar a implementação de uma série de outras ferramentas e filosofias enxutas, como a manutenção preventiva e a automação. A criação de fluxo, seja de materiais ou de informação, baixa o nível de materiais em estoque e expõe as situações de ineficiência que exigem soluções imediatas. Todos os envolvidos são motivados a resolver os problemas e a situação de ineficiência, pois o processo será interrompido se eles não agirem e se os problemas não forem enfrentados, não haverá melhora nos processos.

Um verdadeiro sistema de fluxo unitário de peças seria de estoque zero, em que os produtos aparecem exatamente quando se tornam necessários para o próximo processo. O sistema mais próximo disso desenvolvido para alcançar esse objetivo, é a célula de fluxo unitário de peças, que fabrica por pedido somente no exato momento em que surge a necessidade do produto (LIKER,2005). Mas quando o fluxo puro não é possível, porque os processos estão muito distantes entre si ou porque os tempos de ciclo para desempenhar as operações variam muito, pode ser adotado o *kanban*, que absorve as variações e possibilita uma melhor conexão entre as partes do fluxo.

O desafio é desenvolver uma organização de aprendizado que descobrirá, por exemplo, modos de reduzir o número de cartões de *kanbans*, e finalmente eliminar o estoque. O *kanban* é algo que temos de eliminar e não um motivo de orgulho. Na verdade, um dos principais benefícios do *kanban* é que ele é fácil de usar para reforçar o aperfeiçoamento do sistema de produção (LIKER, 2005).

O nivelamento da produção não fabrica produtos de acordo com o fluxo real de pedidos dos clientes, pois a demanda do Cliente pode subir e descer drasticamente, mas toma o volume total de pedidos em um período e nivela-os para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia (LIKER, 2005). Quatro benefícios decorrem do nivelamento do plano de produção:

- Flexibilidade para fabricar o que o cliente deseja e quando ele deseja;
- Redução do risco de não vender os produtos;
- Uso balanceado de mão de obra e de máquinas;
- Demanda uniformizada para os processos e para os fornecedores da planta.

A adoção da produção nivelada apresenta muitos benefícios e as empresas enxutas mudam sua política de vendas para manter uma demanda nivelada. Isso exige um profundo comprometimento da alta administração da empresa a qual rapidamente descobre que os benefícios do nivelamento da produção fazem dele um investimento que vale a pena (LIKER, 2005). O nivelamento do plano de produção apresenta grandes benefícios em todo o fluxo de valor, incluindo a possibilidade de planejar cada detalhe da produção e a padronização de práticas de trabalho.

Um pequeno estoque de produtos acabados muitas vezes é necessário para proteger o plano de produção e o nivelamento de um fornecedor contra a desorganização causada por súbitos aumentos de demanda do Cliente. Pode parecer uma perda, mas vivendo com a perda de um estoque de alguns produtos acabados, podem ser eliminadas muito mais perdas em todo o fluxo de produção e no fornecedor, devido à manutenção do mesmo nível de consumo de material no fluxo produtivo (LIKER, 2005).

A Produção Enxuta reconhece que a administração visual complementa o ser humano, porque somos orientados pela percepção visual, tátil e auditiva. Os melhores indicadores visuais estão no local de trabalho, indicando claramente pelo som, pela visão e pelo tato, qual é o padrão e quais são os desvios em relação ao padrão. Um sistema visual bem desenvolvido aumenta a produtividade, reduz defeitos e erros, ajuda a manter os prazos, facilita a comunicação, melhora a

segurança, reduz os custos e geralmente dá aos funcionários maior controle sobre suas atividades (LIKER, 2005).

O controle visual é uma forma de comunicação usada no ambiente de trabalho, para nos dizer rapidamente como o trabalho deve ser executado e se há algum desvio de padrão. Auxilia os funcionários que desejam fazer um bom trabalho a ver imediatamente como o estão executando. O aspecto visual significa a possibilidade de ver um processo, um equipamento, um estoque, uma informação ou mesmo um funcionário desempenhando seu trabalho e imediatamente perceber qual é o padrão que está sendo usado para aquela tarefa e se há desvio em relação a esse padrão. Muitas ferramentas da Produção Enxuta são controles visuais usados para tornar visível qualquer desvio do padrão e facilitar o fluxo (LIKER, 2005).

Como Imai (1995) explicou, é impossível melhorar qualquer processo antes que ele seja padronizado, o que é condição essencial para o zero defeito. O trabalho padronizado torna mais fácil, barato e rápido acompanhar o que está estabelecido e precisa ser realizado no processo produtivo ou na operação. As folhas de trabalho padronizado das operações e as informações que elas contêm são importantes elementos do trabalho padronizado. Para que um funcionário da produção consiga redigir uma folha de trabalho padronizado que outros funcionários possam compreender, ele deve estar convencido da importância disso. A eficiência de produção é mantida evitando-se a recorrência de produtos defeituosos, erros operacionais e acidentais e incorporando as ideias dos funcionários através do uso dos trabalhos padronizados. O trabalho padronizado consiste de três elementos – o tempo *takt*, a sequência de realização das atividades ou sequência de processos. Quanto ao material é necessário que cada trabalhador o tenha à mão para realizar aquele trabalho padronizado (LIKER, 2005).

Para a resolução de problemas, a compreensão da verdadeira situação e ir ao local onde ocorreu o desvio auxiliam a entender a causa-raiz do problema, que deve ser baseado na compreensão dos aspectos da verdadeira situação. Como se chega à decisão é tão importante quanto à qualidade da decisão. Para o processo de planejamento, solução de problemas e tomada de decisão é importante dedicar atenção cuidadosa a cada detalhe. A Produção Enxuta promove o pensamento criativo, e a inovação é um dever, mas deve ser baseados na completa compreensão de todos os aspectos da verdadeira situação (LIKER, 2005).

Uma das formas de envolver o fluxo de valor na resolução de problemas pode ser realizado através de reuniões com as pessoas do fluxo de valor e as áreas de suporte. Alguns fatores são necessários para uma boa reunião de produção (BERNSTEIN, 2005):

- Comprometimento da alta gestão;
- Identificação das pessoas participantes das reuniões;
- Uma agenda clara do que será tratado;
- Indicadores de desempenho simples.

A resposta típica no ambiente de produção de lotes e filas é trabalhar em torno do problema, algumas vezes de forma não convencional. O foco, é claro, é fazer com que isto encontre o objetivo. No ambiente de Produção Enxuta, a típica resposta é perguntar por que o problema ocorreu e qual a causa dele (MANN, 2005). Liker (2004) complementa que, após a execução de um *workshop*, por algumas semanas é necessário acompanhar o processo alterado, e a realização dos ajustes são críticos para garantir o sucesso das melhorias e das mudanças.

Uma das formas de envolver o operador, é através do *Kaizen Teian*, que é uma programa de implementação de idéias e garante agilidade do processo e motivação de todos na empresa. As mudanças e ajustes são vistas pelas pessoas do próprio processo e o esforço para a implementação e realização dessa atividade geralmente é muito pequena e o resultado é significativo frente ao esforço. Isso estimula os funcionários e cultiva a cultura de implementar melhorias no próprio processo. Para Smith (2003), os operadores se sentem orgulhosos de fazer melhores produtos, ao mesmo tempo em que melhoram suas condições de trabalho.

Para Bernstein (2005) alguns fatores são importantes para o sucesso do programa de implementação de ideias:

- Um pacote de compensação;
- Manter os empregados informados;
- Reconhecer os funcionários;

- Dizer muito obrigado.

Nessa etapa 4-Melhorar, deve-se executar as atividades planejadas e confirmadas com a liderança e ter o acompanhamento pelo time de gestão do projeto. Conforme apresentado na Figura 17, as atividades dessa etapa são reproduzidas abaixo:

- Estabilização básica;
- Criação de fluxo;
- Produção puxada;
- Nivelamento de produção;
- Padronização e gestão visual;
- Cadeia de ajuda;
- Realização de *workshops* e projetos Seis Sigma;
- Caminhada enxuta pela fábrica;
- Programa de implementação de idéias.

O dado de entrada dessa etapa é:

- Confirmação do estado futuro.

Os dados de saída dessa etapa são:

- Realização de *workshops* e projetos seis sigma;
- Realização de atividades.

Uma série de ferramentas foi aplicada para auxiliar a evolução e obtenção de resultados no fluxo. Essas informações estão listadas na sequência.

3.5.1 Estabilização básica

A estabilização básica auxilia tratar os desvios que impactam no retrocesso e dificuldade de manutenção das mudanças realizadas. Os desvios significativos no processo devem ser tratados e resolvidos, caso contrário o processo não terá condições de atender às necessidades do cliente, o que prejudica toda a cadeia produtiva. Esse item deve abordar a estabilidade da máquina, material, método e mão de obra, auxiliando a entender os pontos que devem ser priorizados e obter uma melhor fluidez do material ao longo do fluxo de valor. Conforme Liker (2004), a estabilidade básica é um pré-requisito para a implementação da Produção Enxuta.

Quando se estabelece uma célula, é necessário disciplina para mantê-la, o que frequentemente está além da capacidade de muitas empresas porque elas não entendem os desafios e a dificuldade de melhoria contínua. Em longo prazo, os desafios, a dificuldade e os custos imediatos quase sempre produzem resultados drasticamente melhores (LIKER, 2005).

Na Produção Enxuta, a utilização plena das capacidades do trabalhador requer um sistema de respeito às pessoas, baseada na minimização dos movimentos desperdiçados dos trabalhadores, garantindo a sua segurança e dando-lhes maior responsabilidade, permitindo-lhes participar das decisões no ambiente produtivo e melhorar seu trabalho (LANDER e LIKER, 2008).

Se for aplicada uma ferramenta da Produção Enxuta, por exemplo, a aplicação na construção de uma célula de produção de montagem, padronizando atividades, abastecimento de material e aplicando o trabalho padronizado, é obtido para cada vez uma melhora em torno de 40 por cento de ganho de produtividade. Mas para ser obtido um ganho de 200 por cento, deve ser realizada essa atividade pelo menos 5 vezes, ou seja, deve-se estudar o processo repetidas vezes (KONIGSAECKER, 2001).

O início das atividades da Produção Enxuta com o funcionamento instável do processo fez com que uma série de esforços realizados fosse perdida. De acordo com o andamento do projeto foi entendida a importância da estabilização das atividades e foi iniciada uma aplicação estruturada de ferramentas e métodos para estabilizar os itens abaixo:

- Estabilização da máquina;
- Estabilização da mão de obra;
- Estabilização do material;
- Estabilização do método.

A implementação das ferramentas que auxiliaram na estabilidade e melhoria do processo é citada a seguir.

3.5.1.1 Acompanhamento da produção

De acordo com o andamento do processo produtivo, essa atividade auxiliou a identificar os principais pontos que precisam ser melhorados, era realizado o acompanhamento mensal da produção, desmembrada por dia. Também era visualizada a produção do dia, com periodicidade horária de apontamento. É importante destacar que sempre é visualizada na folha de acompanhamento a meta da produção e a produção realizada, na lateral direita das folhas havia um campo para em caso de desvio, anotar qual o motivo para análise e melhoria da produção.

Diariamente era realizada uma reunião entre produção e logística para avaliar o motivo dos principais desvios e, em função disso era montado um plano de ação para tratar as oportunidades levantadas, de acordo com a necessidade e os tipos de desvios as ações eram encaminhadas para pessoas de outros processos.

O principal motivo dessa ferramenta foi acompanhar o andamento do processo produtivo e entender os principais desvios, com isso foram focados os pontos que poderiam auxiliar a melhoria da produção e obter maior estabilidade.

3.5.1.2 OEE

O próximo passo foi implementar o OEE (Eficiência Global do Equipamento), e detalhar os tipos de perdas que ocorriam. Para isso foram analisados os três tipos de perdas decorrentes do OEE, que são:

- Perdas por Disponibilidade - São aquelas que reduzem o tempo de operação do equipamento. São causadas por paradas não programadas do equipamento e são maiores que 5 minutos. Exemplos dessa perda são quebra de ferramentas, manutenção corretiva, troca de ferramentas, falta de material ou operador, falta de energia elétrica ou água, espera por resultados de liberação de peças pelo controle da qualidade;

- Perdas por Desempenho - São perdas que aumentam o tempo de ciclo técnico da linha. São causadas por paradas individuais menores que 5 min. por problemas temporários, que permitam recuperação da função com medidas simples (ajustes, remoção de peças anormais, etc.), que não exijam substituição de peças ou reparo. São causadas também por diferença entre a velocidade de processo e a velocidade real;

- Perdas por Qualidade - Perdas devido a refugos e retrabalho (remoção do defeito) e perdas de tempo para reparar produtos defeituosos para transformá-los em produtos conformes.

Para melhorar o OEE foi implantada uma série de atividades que focavam o ponto específico identificado por essa ferramenta como perda.

3.5.1.3 Troca rápida de ferramentas

O objetivo da troca de ferramentas foi analisar o tempo de troca de material entre a última peça boa de um lote e a primeira peça boa do próximo lote, com isso foram realizadas análises

reais da troca de ferramentas e identificadas as possíveis melhorias para redução desse tempo, contemplando o respectivo investimento necessário, mostrada na Figura 45.

Antes				Depois			
n.º	Descrição das atividades	Início	Diferença	n.º	Descrição das atividades	Início	Diferença
1	Atualizar cabeçalho do programa	0:00:00	0:01:00	1	Atualizar cabeçalho do programa	0:00:00	0:00:33
2	Posicionar o cabeçote contra ponto	0:01:00	0:01:13	2	Posicionar o cabeçote contra ponto	0:00:33	0:01:09
3	Regular sensor o cabeçote contra ponto	0:02:13	0:01:22	3	Regular prisma	0:01:42	0:01:48
4	Referenciar o rebolo	0:03:35	0:01:54	4	Regular sensor do contraponto	0:03:30	0:00:30
5	Balancear o rebolo (com água)	0:05:29	0:01:00	5	Posicionar aparelhos (espessura e diâmetro)	0:04:00	0:01:06
6	Dressar o rebolo	0:06:29	0:02:01	6	Referenciar diamante no rebolo	0:05:06	0:01:37
7	Preparar a peça a ser referenciada	0:08:30	0:02:00	7	Referenciar rebolo na peça referência	0:06:43	0:01:32
8	Posicionar aparelhos (espessura e diâmetro)	0:10:30	0:01:00	8	Introduzir valores da peça	0:08:15	0:01:25
9	Referenciar a peça	0:11:30	0:02:20	9	Preparar peça na peça	0:09:40	0:05:00
10	Medir a peça e introduzir os valores	0:13:50	0:02:40	10	Preparar aparelho de espessura na peça	0:14:40	0:04:15
11	Preparar aparelho de posicionamento	0:16:30	0:03:30	11	Dressar rebolo	0:18:55	0:02:15
12	Preparar aparelho de espessura	0:20:00	0:03:15	12	Usinar primeira peça	0:21:10	0:02:30
13	Fazer primeira peça	0:23:15	0:02:10	13	Medir primeira peça	0:23:40	0:02:10
14	Acertar o paralelo	0:25:25	0:12:50	14	Medir RZ	0:25:50	0:00:40
15	Medir o ângulo da face	0:38:15	0:00:45	15	Medir ângulo da face	0:26:30	0:00:30
16	Medir o RZ	0:39:00	0:02:00	16	Fim do Setup	0:27:00	
17	Regular RZ e fazer nova peça	0:41:00	0:05:30				
18	Medir o Ângulo AZ	0:46:30	0:02:30				
19	Fim do Setup	0:49:00					

Figura 45: Avaliação da troca de ferramentas apresentado antes das mudanças e o tempo depois da mudança.

A tabela 13 apresenta o tempo e o espaço percorrido pelo operador e obtido com a aplicação da troca rápida de ferramentas.

Tabela 13: Resumo do resultado final obtido com a realização da troca rápida de ferramentas.

	Antes	Depois	%
Tempo	49 min.	24,2 min.	51%
Espaço percorrido	188 m.	15 m.	80%

Isso possibilitou aumentar a quantidade de modelos de produtos produzidos diariamente, reduziu o lote de produção e auxiliou na obtenção do fluxo. Aplicando essa metodologia foi criado pelos operadores o padrão mostrado na Figura 46 para auxiliar o processo produtivo.

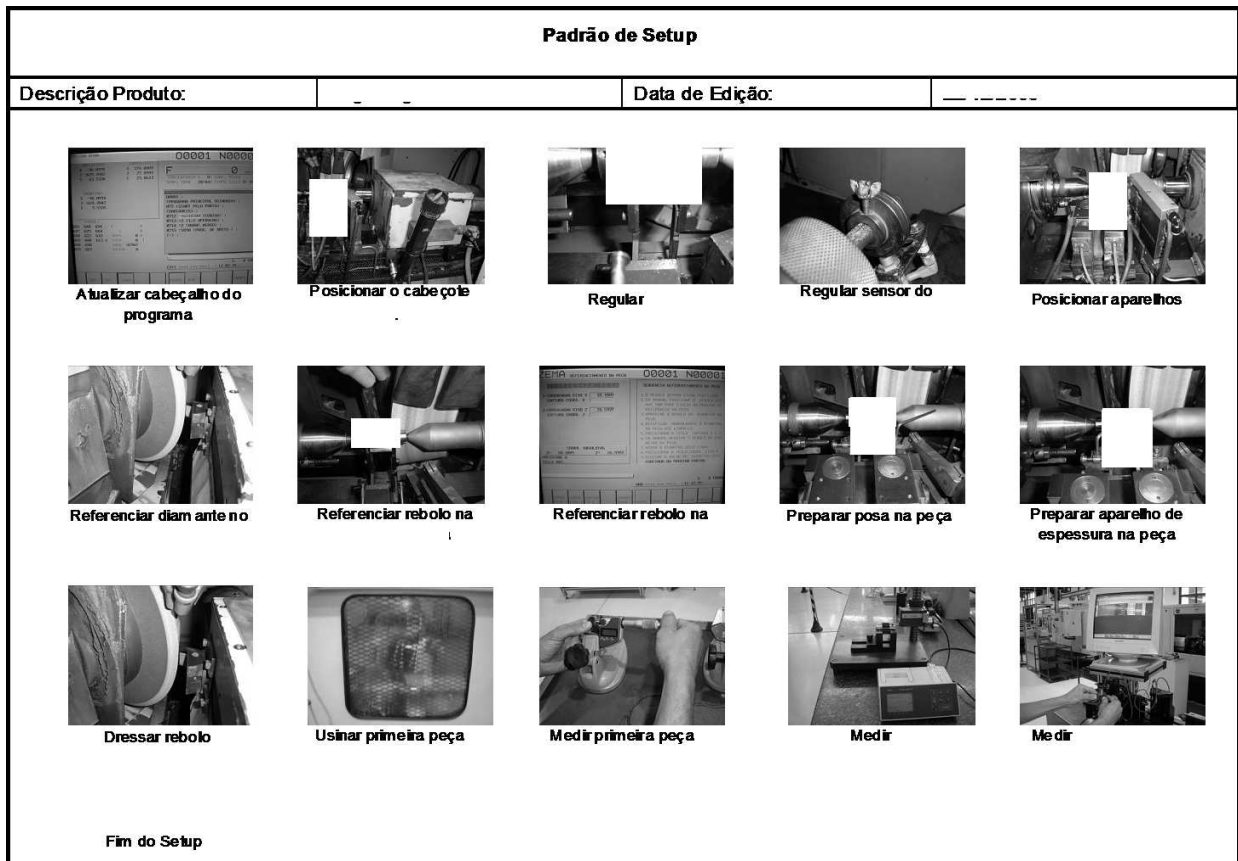


Figura 46: Padrão de troca de ferramentas para auxiliar as atividades realizadas pelos operadores.

Para realizar o acompanhamento do tempo de troca de ferramentas e dos desvios que prejudicam obter o tempo de troca de ferramentas planejado, foi aplicado um formulário para

avaliar o tempo de cada troca de ferramentas e registrar tempos maiores que o definido, registrando e identificando os motivos para tomar ações. A Figura 47 mostra esta informação.

Gráfico de acompanhamento de troca de ferramentas																							
MF: _____						Máquina: _____						Responsável: _____						Mês: _____					
45																							
40																							
35																							
60																							
50																							
40																							
30																							
20																							
10																							
0																							
Tempo																							
Produto	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	de	para	
hora inicial																							
dia																							

Figura 47: Formulário para acompanhamento do tempo de troca de ferramentas.

3.5.1.4 Ponto de informação

O ponto de informação foi criado para consolidar em um único local as informações de cada fluxo, auxiliava as reuniões dos operadores e era composta de todas as informações consideradas importantes para o processo produtivo. O formato e informações inseridas no processo são mostradas nas Figuras 48, 49, 50 e 51. Essa área era composta de três quadros, sendo:

- Quadro de indicadores, na Figura 49;
- Quadro de informações gerais, na Figura 50;
- Quadro de informações da Produção Enxuta, na Figura 51.

Com isso foi possível manter os operadores atualizados com as informações planejadas para cada fluxo, e consolidar as informações da área próxima ao local do trabalho dos operadores. Nessa área os operadores ficavam sabendo dos projetos e atividades que estavam em andamento na sua área, também era possível visualizar a evolução do processo de acordo com a realização das atividades da Produção Enxuta. As ações em andamento e pendentes ficavam à mostra no quadro de informação da Produção Enxuta.



Figura 48: Leiaute da área de informação.

Qualidade	Produtividade	Planos de Ação
0 KM	Pontualidade	Programa 5S
CAMPO		Sistema de Reação
Custo da Falha Interna	OEE Geral	
-Custo da Falha Externa	SAÍDAS DE PRODUÇÃO	

Figura 49: Quadro de acompanhamento de indicadores.








 Aniversariantes	Organograma da área	Comunicado CIPA	✓ Plano Manutenção
 Saúde em foco	Oportunidades 	 Meio ambiente	Plano de ações corretivas 
Cardápio	 Convocações T & D	 Segurança	Rotas de coleta de sucata

Figura 50: Quadro de informações de pessoal e geral.

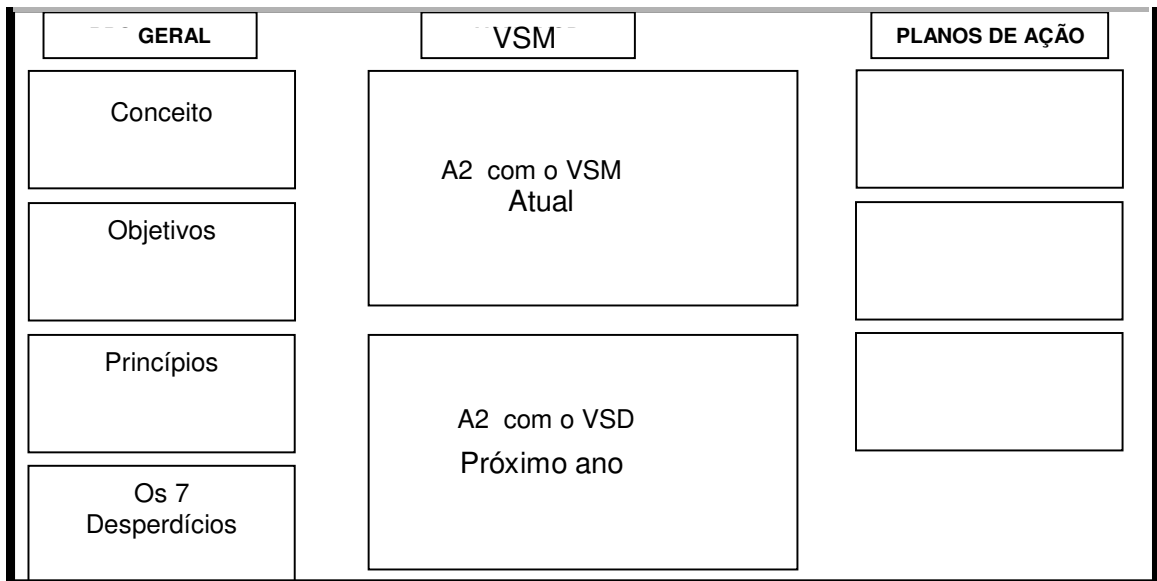


Figura 51: Quadro de situação da produção enxuta e atividades em andamento.

3.5.1.5 Revisão da linha de montagem

Inicialmente, para o fluxo de valor do produto 1 o processo de montagem trabalhava com um transportador, movimentando as peças, em que o operador trabalha no seu contorno, o abastecimento de material era feito externamente e atrás do operador e a troca de ferramentas para a mudança entre modelos de produção era deficiente, demandando alto tempo de troca de material. O operador atuava somente em um posto de trabalho e não era possível fazer balanceamento com outras operações. Para vários modelos de um fluxo produtivo o processo de montagem era iniciado e ocorria uma armazenagem parcial, para posteriormente finalizar o processo de montagem devido ao segundo componente dessa peça, complementando a operação. O leiaute das mudanças pode ser visualizado nas Figuras 52, 53 e 54. Trabalhos similares foram realizados nas áreas de montagem dos sete fluxos de valor da empresa.

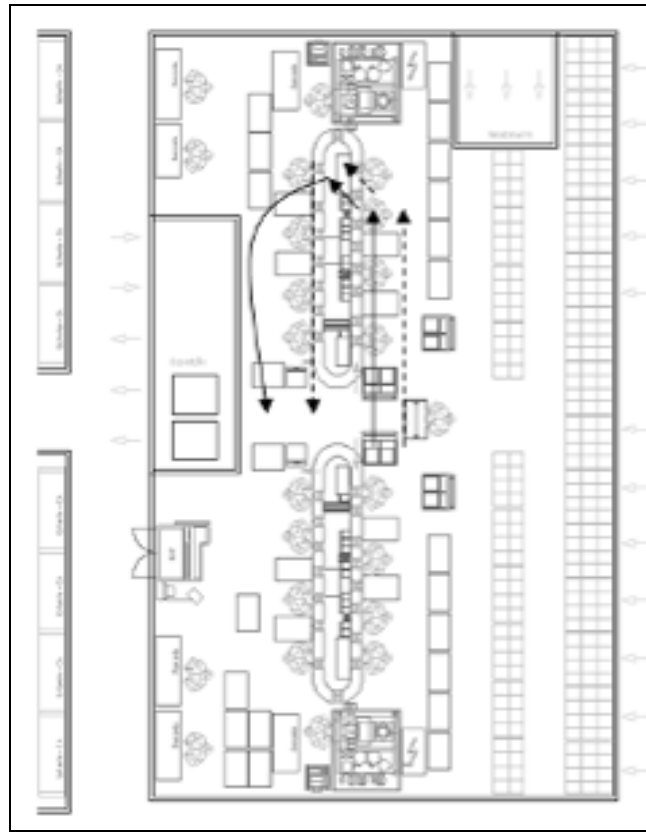


Figura 52: Situação inicial da linha de montagem.

Foi feita uma avaliação com os operadores para melhorar a área de trabalho, aplicando o formato celular, foi avaliada uma forma de abastecimento de componentes utilizados durante a operação de montagem realizada do lado externo da célula, sem interferir no trabalho do operador e fora de sua área de atuação. Essa atividade era realizada por um outro operador que realizava o abastecimento de material. Deixando a área interna de trabalho do operador livre e os postos de montagem próximos, ficou mais fácil sua movimentação na célula de montagem, como mostrada na Figura 53. O lado direito da figura mostra o detalhe da montagem visualizada no lado esquerdo.

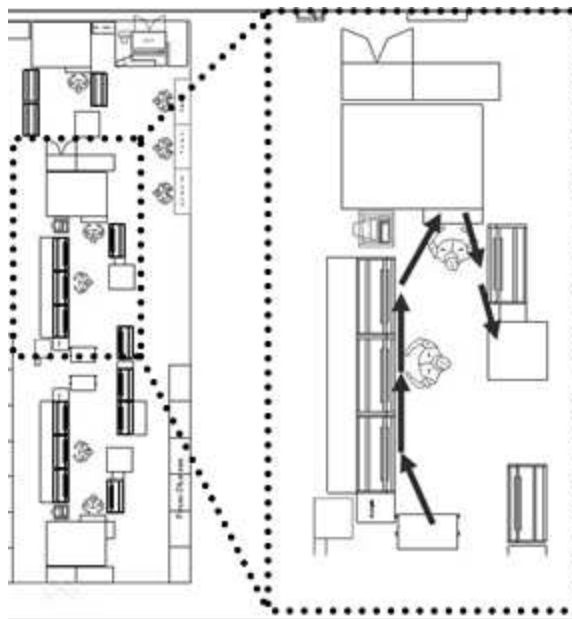


Figura 53: Situação final, após a mudança do leiaute da linha de montagem.

O aumento de produção e qualidade para o processo foi significativo, conforme tabela 14. Isso melhorou muito a estabilidade da linha, planejamento e coordenação. Foi tirada foto do leiaute antes e depois da mudança, que é apresentada na Figura 54.

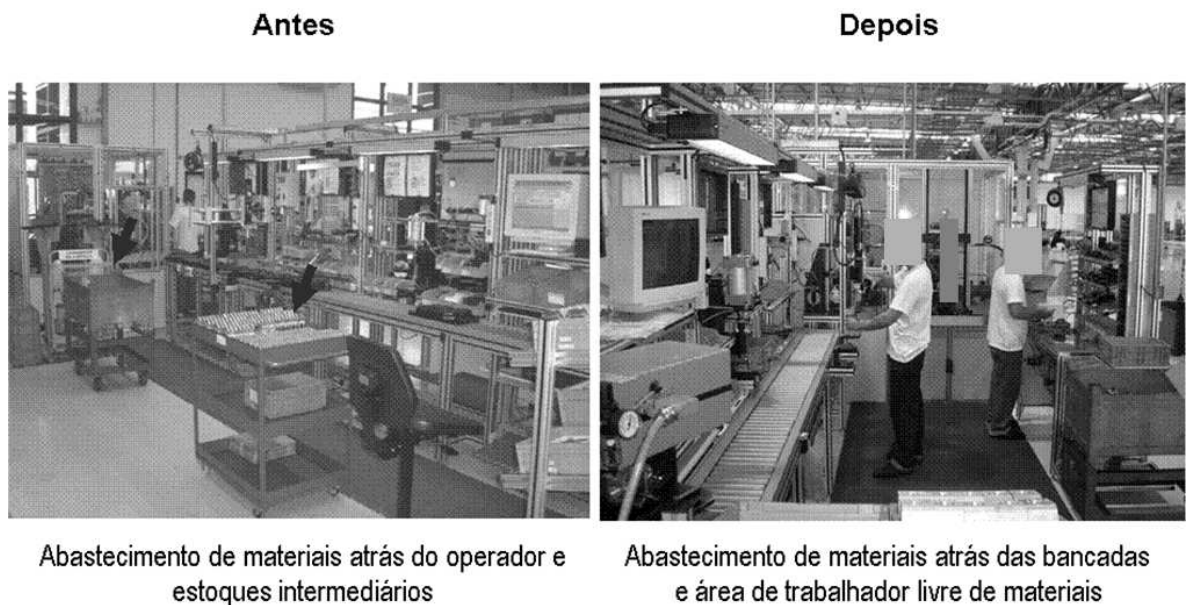


Figura 54: Imagem do antes e depois do processo de montagem.

Tabela 14: Resultados obtidos com a implementação da linha de montagem celular.

	Inicial	Final
Área	315 m2	286 m2
Produtividade	3 op. p/ 200 peças	2 op. p/ 200 peças
Espaço percorrido pela peça	13 m.	9 m.
Estoques no setor(comerciais)	1 mês	2 horas

3.5.1.6 Rotas e organização de abastecimento e coleta de materiais

Para melhorar a estabilidade do abastecimento de material, foi revisado todo o processo de movimentação de material e separadas as movimentações da operação, das operações sob a responsabilidade da logística. Para isso foi criada uma série de padrões e fluxos para garantir e

acompanhar esse processo para os sete fluxos de valor da empresa. Essa abordagem adotada foi divulgada para as empresas do grupo, considerando uma boa prática.

Foi criado um sistema de movimentação interna de material, no qual foi descrito:

- Rota de deslocamento do rebocador com distribuição de tempo de rota em toda a empresa;
- Tempos padrões de movimentação do operador;
- Materiais coletados e entregues em cada ponto, com caixa padronizada e cartão de identificação;
- Sistema de controle de horário e resolução de desvios;
- Em caso de desvios, metodologia de escalonamento para resolução;
- Áreas específicas para entrada e saída de material para toda a planta;
- Gráfico de acompanhamento semanal da aderência ao tempo da rota.

Para o transporte de material na Planta foram adotados corredores amplos, possibilitando fluxo de rebocadores em ambos os sentidos simultaneamente, uma área de entrada para materiais em um lado do prédio e o envio do produto acabado no lado oposto foi contemplado na empresa. O leiaute com todos os fluxos pode ser visualizado na Figura 55.

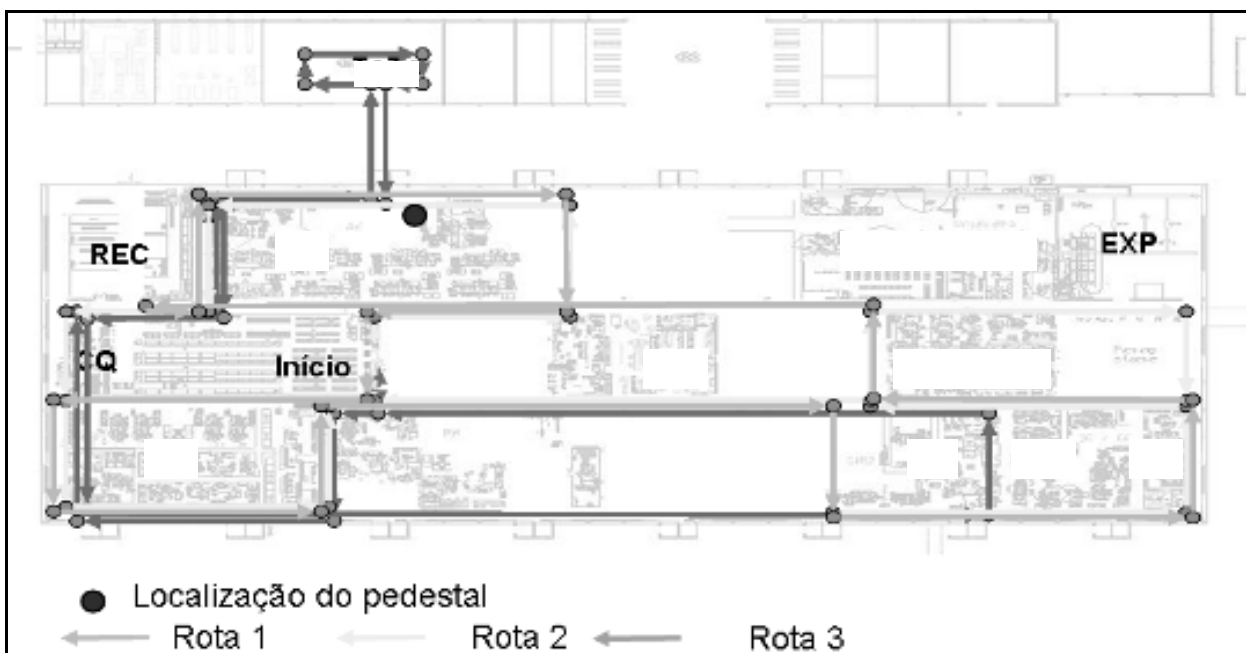


Figura 55: Fluxo do rebocador realizado na empresa.

Os materiais de cada ponto de parada do rebocador eram identificados com os materiais que deveriam ser entregues e coletados, conforme mostrado na Tabela 15.

Tabela 15: Exemplo de listagem contendo materiais entregues em um ponto de abastecimento.

Relação de materiais

Rota	Linha	Ponto	Origem	Destino	Tipo	Descrição do Tipo	Meio	Comando	Locais
1		370	370	Almox.	Saída	Carro de Barras vazio	Carro p/ barras	Cartão Kaaba	2
1		371	Almox.	371	Entrada	Carro de Barras	Carro p/ barras	Cartão Kaaba	2
2		374	374	EXP	Saída	Saída de caixas vazias e carrinhos	Euro Palete	Visual	1
3		377	377	422/425/ 428	Saída	Discos e Eicos p/ ToTo	Euro Palete	Cartão Verde	1
1		380	380	Almox.	Saída	Reboto de material	Euro Palete	Cartão Verde	1
3		383	434	383	Entrada	Discos Tratados entrada na linha	Euro Palete	Cartão Verde	6
1		387	Almox.	387	Entrada	Kaaba bateite / bolacha / pino / parafuso	Carro Mix	Cartão Kaaba	1
2		389	Almox.	389	Entrada	Embalagem p/ Disco	Euro Palete	Cartão Kaaba	3
2		395	395	EXP	Saída	Produto Acabado (Disco)	Euro Palete	Cartão Verde	1
2		401	Almox.	401	Entrada	Embalagem p/ Carcaça	Euro Palete	Cartão Kaaba	1

O horário de entrega era acompanhado conforme Figura 56, acompanhada conforme mostra a Tabela 16 e consolidada a informação por semana conforme a Figura 57. O horário das entregas de material através da Tabela 16, foi preenchido pelo operador do rebocador no horário de saída

do almoxarifado central, realização da rota nos fluxos da fábrica e retorno no almoxarifado central.

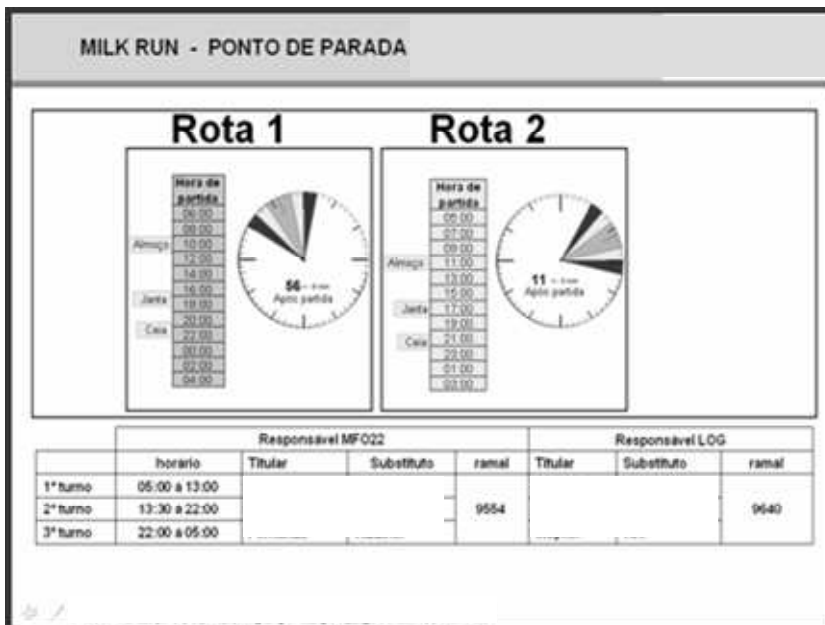


Figura 56: Informações relativas ao horário de abastecimento de materiais e responsáveis.

Com essa informação era avaliado o desempenho de entrega da rota na fábrica e preenchido o acompanhamento de desempenho da rota, visualizado na Figura 57.

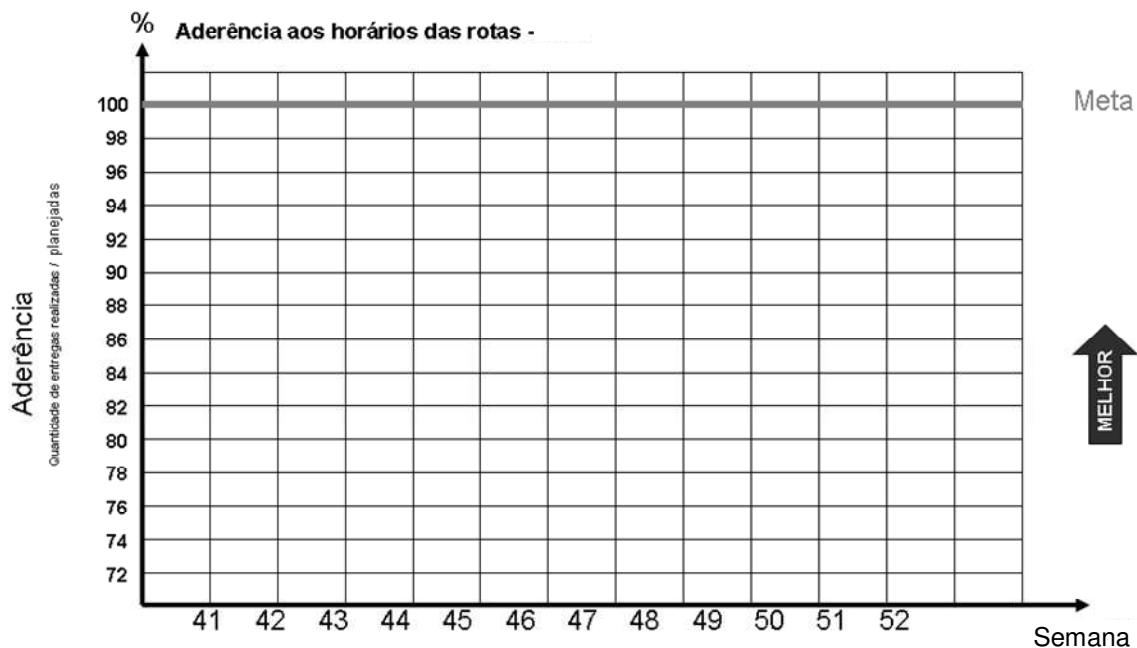


Figura 57: Ilustração da forma de acompanhamento do atendimento aos horários estabelecidos

A Figura 58 mostra uma área de entrada e saída de material do fluxo de valor do produto 1.



Figura 58: Área de entrada de componentes para o processo de montagem.

3.5.2 Criação de fluxo

A criação do fluxo possibilitou a observação dos pontos de acúmulo e estocagem de materiais, as oportunidades de melhoria e os desvios que ocorrem no fluxo e no planejamento. Um ponto prioritário para ser trabalhado são os locais com alto tempo de troca de ferramenta, pois elas dificultam a passagem da peça em pequenos lotes e que ocorra rapidamente. Outro ponto importante que deve ser avaliado são os itens e componentes que podem ser padronizados, reduzindo a complexidade e variação de volumes no processo. Essa parte do processo demanda muitas atividades, pois geralmente aborda muitos itens que nunca foram tratados e requer mudanças que envolvam projeto do produto e engenharia.

Com melhora na estabilidade básica dos fluxos devido às melhorias realizadas no ambiente produtivo, foi iniciada a criação de fluxo na cadeia de valor, conectando os segmentos de cada parte do fluxo. Foram avaliados os pontos para conexão, em alguns foram inseridas rampas, em outros a própria caixa em que o material era armazenado fazia a conexão entre os processos e era movimentado com pequenos vagões. Para um dos fluxos de valor trabalhados, entre a montagem de componentes e o entrada de componentes processados foi inserido supermercado, pois devido às variações na área fornecedora e consumidora não foi possível criar conexão direta.

Como soluções adotadas para facilitar a movimentação de materiais, foram utilizadas dimensões padronizadas para as embalagens e quantidade de componentes por embalagem múltiplos dos lotes de produção, podendo ser usadas em todo o fluxo do processo para evitar desperdício de movimentação e excesso de manuseio. Na Figura 59 e 60 são apresentadas as conexões e respectivos fluxos. Algumas atividades para criar o fluxo foram realizadas antes da obtenção da estabilidade e, devido à instabilidade do fluxo, grande parte do trabalho realizado não teve sustentação e retornou para os estágios anteriores da mudança.

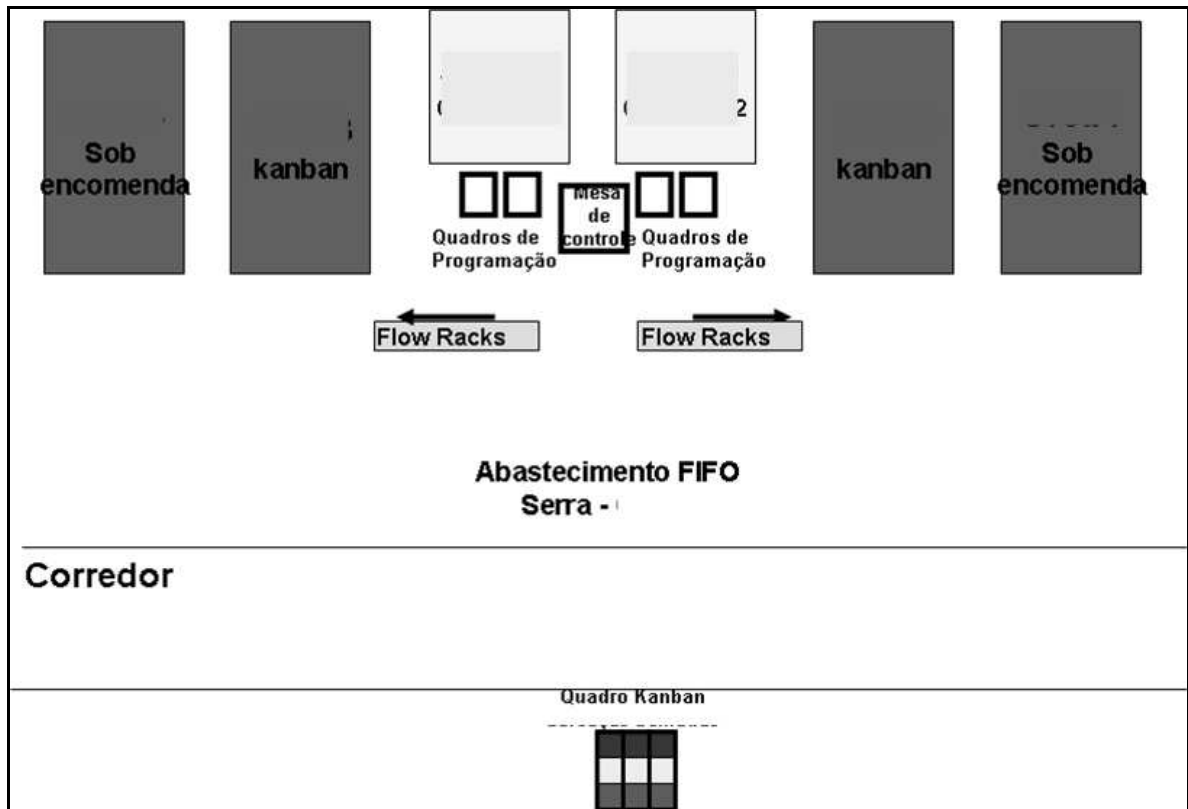


Figura 59: Leiaute e conexão do fluxo de valor na produção do produto 1.

A Figura 60 mostra o fluxo interno e entre segmentos de um fluxo de valor do produto 1, com isso foi obtida maior facilidade de planejamento, organização e balanceamento da mão de obra. O fluxo também facilitou entender o ponto que apresentava maior deficiência e, com isso focar atividades na sua melhora. A seta 1 da Figura 60 representa o fluxo de um componente que abastece o local de armazenagem identificado com S2. A seta 2 mostra um fluxo de componente com posterior armazenagem e processamento externo á esse fluxo, retonando e com armazenagem em S2, segue pelo fluxo 3 e é novamente armazenado em S3. Os componentes de S2 e S3 são montados no fluxo 4 e enviados para a área de Expedição.

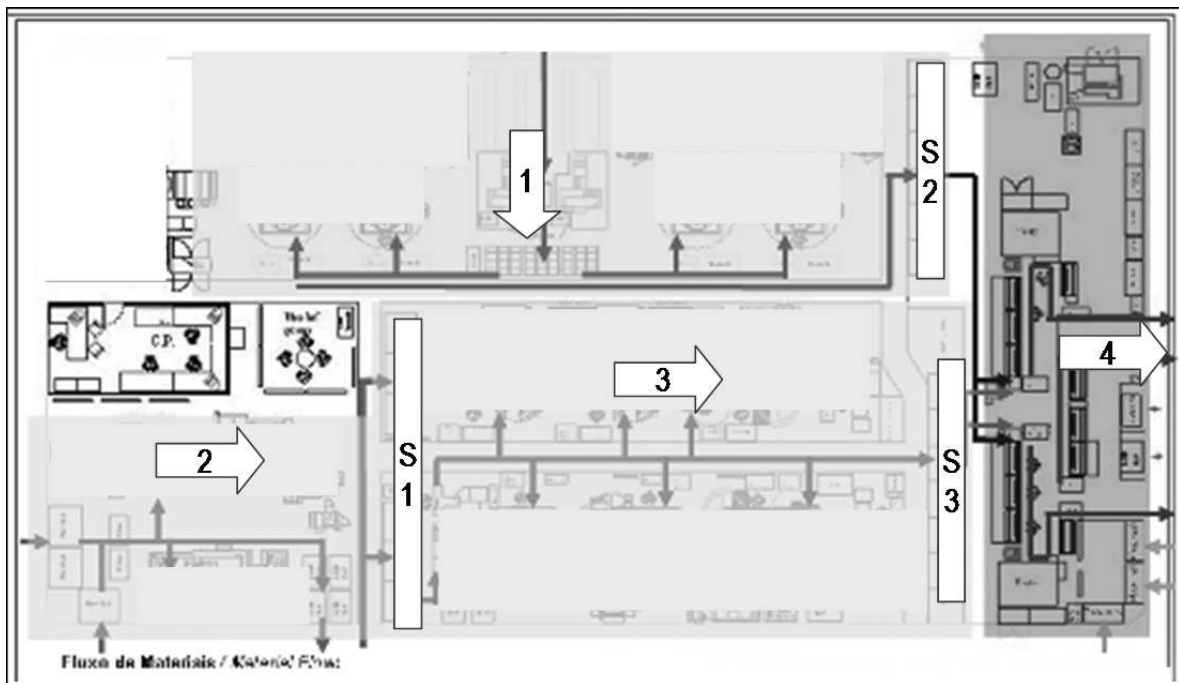


Figura 60: Visão do fluxo entre os dois processos fornecedores e o processo de montagem.

3.5.3 Produção puxada

Criar um sistema puxado entre os processos e ao longo da cadeia corresponde a produzir o que o próximo processo consumir, ou seja, no caso do processo posterior consumir um dado material, ele deve ser repostado ao mesmo nível anterior, caso não ocorra o consumo de material, este não deve ser produzido, garantindo que o nível de material do sistema se mantenha constante. Outro item importante é quanto maior a quantidade de material entre processos, geralmente significa um maior nível de desvios ou divergências entre eles. Então é importante que para cada material seja analisada a quantidade necessária, utilizando o método de cálculo da quantidade de material do kanban. Os pontos que ocorrem acúmulo de material devem ser entendidos e analisados, com o objetivo de reduzir a quantidade de material entre processos e até eliminar esses pontos de parada.

Em uma série de pontos não foi possível criar fluxo contínuo e, para garantir que o processo tenha uma conexão, foi inserido supermercado entre o processo fornecedor e o consumidor. A Figura 61 apresenta a foto de um dos supermercados criados. Para facilitar o funcionamento do supermercado, foram padronizados os cartões kanban, contendo todas as informações necessárias da área de fornecimento e do cliente. Foi considerada a possibilidade do cartão ser anexado nas laterais das caixas de armazenagem, facilitando a visualização das informações pelas pessoas envolvidas na movimentação das embalagens. Foi contemplado local para inserir código de barras no cartão, pois evitava falhas na leitura de códigos pelo operador e facilitava muito o processo de movimentação de materiais com um leitor de código de barras pela logística.



Figura 61: Supermercado implantado no processo.

Somente um dos processos fabris foi implementado kanban, pois nos demais foi implementado fluxo entre os processos com quantidade de máxima e mínima de materiais entre as áreas de movimentação.

Na Figura 62 pode ser visualizada a redução de inventário de toda a empresa que ocorreu devido à implementação da Produção Enxuta na empresa, apresentando um ganho significativo do primeiro para o segundo ano e continuidade na redução ao longo dos anos.

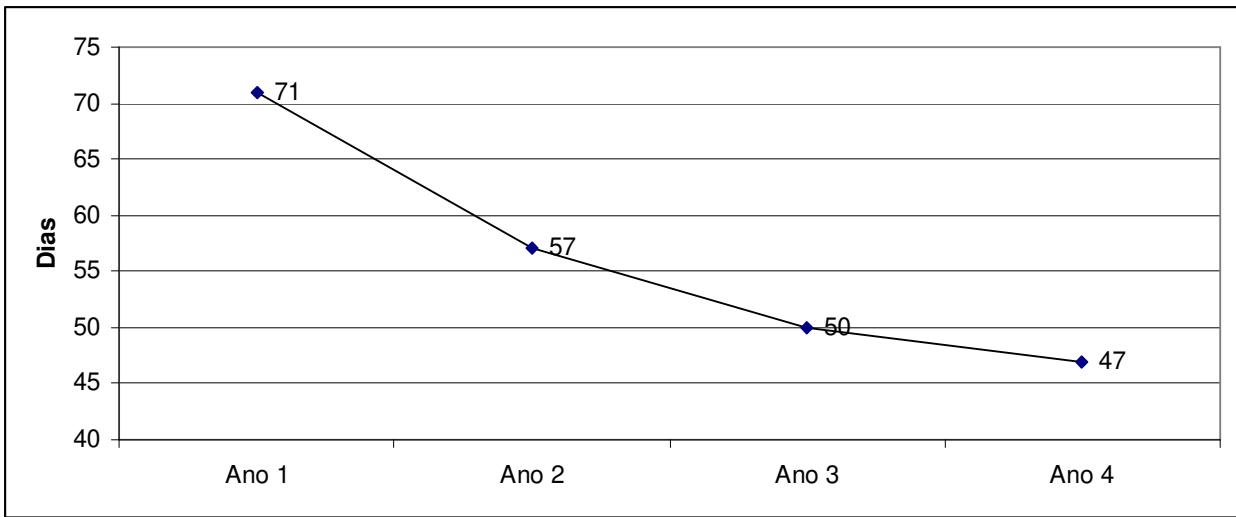


Figura 62: Redução do inventário da empresa com a aplicação das mudanças da Produção Enxuta.

Na Figura 63 pode ser visualizada a evolução da melhora do desempenho de entrega devido à realização das atividades da Produção Enxuta.

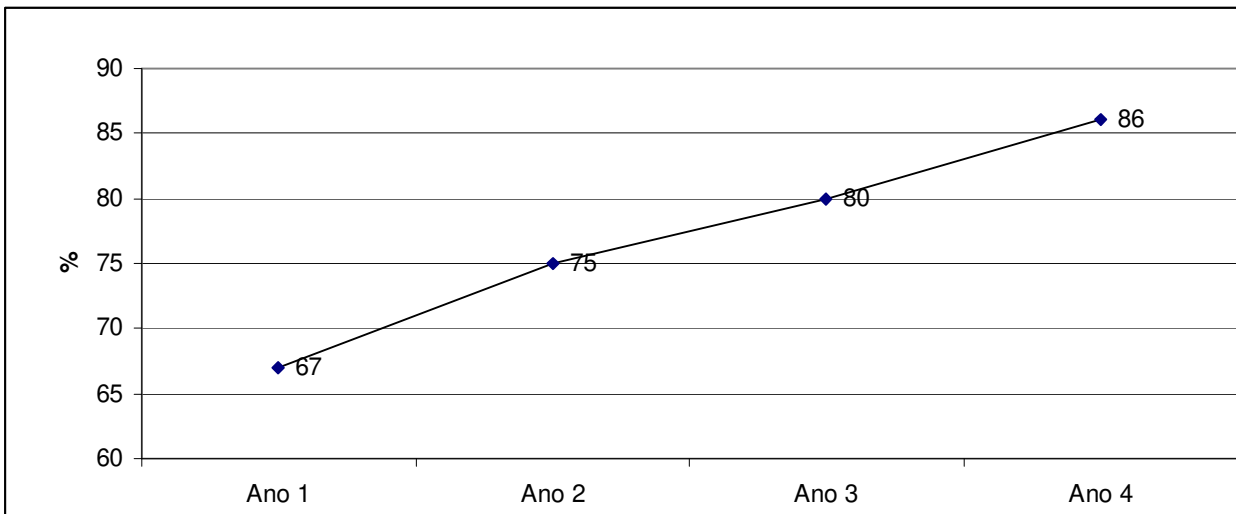


Figura 63: Evolução do desempenho de entrega de produtos ao Cliente final com a aplicação das mudanças da Produção Enxuta.

3.5.4 Nivelamento de produção

O nivelamento de produção entende e organiza a melhor quantidade, frequência e sequência de produção. Uma forma para fazer essa atividade é identificar os itens que representam alto volume e têm uma alta frequência de produção, deve ser feito um plano para que esse material seja produzido frequentemente, no caso de frequência 1, isso significa que será produzido diariamente e é denominado como EPEI 1 (produzir toda peça, a cada 1 dia), para produtos com frequência maior de entrega para o cliente, pode ocorrer uma produção mais distribuída ao longo do período de produção. O nivelamento possibilita identificar os desvios, pois com essa ferramenta da Produção Enxuta, cada produto deve ser produzido em um período e quantidade específica. Os produtos que apresentam uma demanda menor são produzidos com frequência menor, por exemplo, uma vez por semana ou até por mês.

O nivelamento contemplou uma parte do período de trabalho reservado para fazer itens de alto volume e um período para fazer itens de baixo volume ou especiais. Foi realizada a análise da distribuição das peças durante o período de produção e foi estipulado que os itens de alto volume de preferência eram programados nos horários não administrativos, pois apresentam maior estabilidade durante a produção. Os itens de baixo volume e especiais eram programados no período administrativo, pois caso necessário e, em caso de desvios ou necessidade de suporte, os processos poderiam facilmente ser chamados. O quadro do nivelamento de produção usado no processo é apresentado na Figura 64.

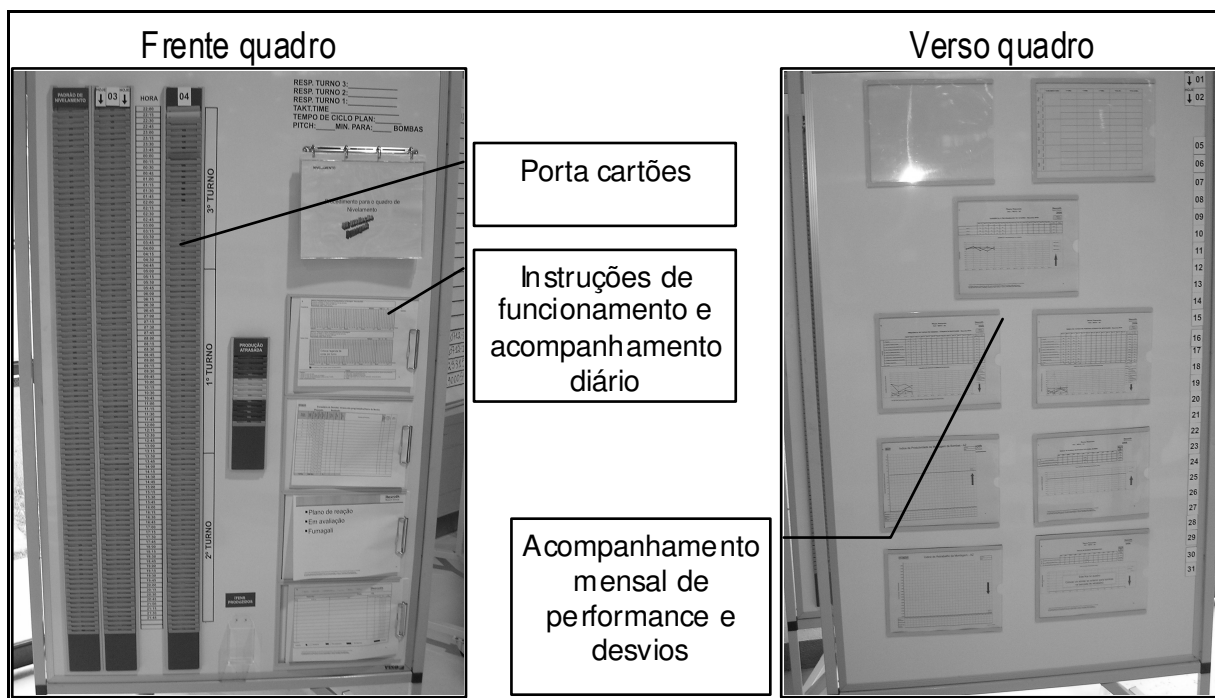


Figura 64: Quadro de nivelamento, orientações de uso e acompanhamento do processo.

3.5.5 Padronização e Gestão visual

A padronização de atividades e a Gestão visual auxiliam na definição do item que será produzido em cada momento, a definição dos materiais necessários, trabalho do operador e pontos em que ocorrem entrada e saída dos materiais produzidos. Os produtos com maior frequência de produção e os considerados relevantes, devem ter para o padrão de trabalho definido, uma forma para tratar os desvios que podem ocorrer no processo produtivo, garantindo assim a evolução e melhoria contínua do fluxo de produção. Os itens considerados importantes para acompanhamento e sustentação do fluxo de produção, devem ser utilizados padrões e gestão visual.

A gestão visual é uma metodologia simples e de grande impacto no sistema, pois apresenta de forma fácil o que deve ser seguido e, em caso de não realização ou falta de atendimento da meta, deixa claro o local que apresenta dificuldade e auxilia a tornar claro o que precisa ser

realizado. O uso de cores, indicadores de acompanhamento, sinais luminosos, sons e marcações são as formas mais simples de fazer esse acompanhamento. Isso para garantir que a participação das pessoas nos processos e, assim, auxiliando que elas consigam entender se um processo está ocorrendo de forma adequada ou se está havendo ocorrendo algum desvio.

Os padrões devem ser simples e práticos o suficiente para serem usados pelas pessoas que realizam o trabalho. A tarefa crítica quando se programa a padronização, é encontrar o equilíbrio entre procedimentos rígidos para que os funcionários os sigam e a liberdade de inovar e de ser criativo para atingir metas desafiadoras.

A padronização é algo essencial para a melhoria contínua do processo, pois os resultados dos esforços serão melhores somente quando os padrões estiverem sendo praticados e conhecidos por todos. O trabalho padronizado é uma ferramenta de gerenciamento e apóia a introdução e implementação sustentável de um processo de melhoria na manufatura e processos adjacentes. O uso da padronização é a base para a melhoria contínua, a inovação e a crescimento dos funcionários.

A aplicação do processo padronizado garantiu que todos os operadores de um mesmo fluxo realizassem a atividade da mesma forma, melhorando a qualidade, estabilizando a quantidade de material entre atividades e principalmente possibilitando que os próprios operadores realizassem melhorias e sugestões a partir do padrão implantado.

Para cada volume deve ser realizada uma análise dos intervalos e distribuição dos operadores para cada volume produtivo e, com essa informação, auxiliar o planejamento de produção de cada fluxo.

3.5.6 Cadeia de ajuda

A cadeia de ajuda é uma rotina que envolve as pessoas relacionadas ao processo produtivo, de forma estruturada para acompanhar os principais desvios que prejudicam o fluxo de valor e conta com a participação dos responsáveis e áreas de apoio na tomada de ação sustentável para

evitar a reincidência do desvio. Para garantir que o processo melhore continuamente, deve ter o acompanhamento do processo e desvios ocorridos para que não ocorram novamente. O objetivo é tratar de forma estruturada os desvios mais significativos, melhorar a qualidade e nível de entrega continuamente. Para garantir a efetividade das reuniões diárias, deve contemplar um plano de ação para acompanhamento de atividades e para os padrões revisados.

Os principais desvios devem ser identificados e definidos os limites aceitáveis, ou seja, a partir do momento que um desvio atinja um número de ocorrências, o processo deve ser parado e tratado. Isso garante que o processo melhore continuamente e apresente um fluxo melhor a cada dia.

O processo de melhoria foi estruturado em torno de reuniões semanais na sequência da abordagem do PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir), indo ao local onde ocorreu o problema e entendendo o desvio. Deve contemplar uma análise dos cinco porquês para entender a causa raiz e garantir que os problemas sejam bem compreendidos, que as suas causas sejam eliminadas e que a aprendizagem ocorra. Os padrões são, então, usados para registrar os novos conhecimentos e garantir que a organização aprenda também.

A Figura desse método é a de número 65. O passo inicial para implementar esse método foi a identificação pelo time de trabalho dos pontos considerados como desvios significativos para o fluxo. Essa análise foi baseada no histórico dos últimos 3 meses, com isso foram selecionados os principais pontos a serem trabalhados no momento inicial. Para cada desvio foi definido um valor denominado quantidade máxima de desvios, que seria a partir de qual momento ocorreria um processo de análise e solução de problema. A definição correta desse item possibilita não sobrecarregar as áreas de apoio e torna esse processo coerente, pois direciona os pontos principais que devem ser trabalhados e melhorados.

A reunião ocorria diariamente e tinha como objetivo revisar a situação das melhorias planejadas e pendentes, avaliava os desvios ocorridos entre a reunião atual e anterior e era comentado o tipo de desvio ocorrido, posteriormente era direcionado para cada desvio além da pessoa da área mais indicada para dar continuidade no entendimento da causa-raiz, a tomada de providências no sentido de tratar o desvio. Para estruturar essa fase era utilizado um formulário denominado “A3 da qualidade”. A Tabela 17 apresenta essa informação.

Tabela 17: Passos utilizada na reunião de confirmação de dados do dia anterior e processos em andamento.

Índice	Ação
1	Verificar atingimento de produção
2	Explicar desvios do dia anterior, ações corretivas imediatas tomadas e apresentar folha de solução de problemas
3	Delegar novos desvios para responsável
4	Propor prazo para resposta (causa raiz + plano de ação)
5	Checar / mostrar prazos da lista dos Pontos abertos
6	Devolução de folha de solução de problemas fechada
7	Análise da folha de solução de problemas fechada (análise das causas + plano de ação)
8	Análise das ações já implantadas
9	Checar se a confirmação do processo está sendo realizada
10	Analisar se padrões do processo necessitam de mudanças
11	Preencher lista de participantes

Para cada desvio que atingisse a quantidade máxima de desvios era preenchido um A3 da qualidade, que tinha como objetivo fazer uma avaliação do desvio, sendo que essa folha continha uma parte descrevendo o problema, seguida por contenção realizada, histórico do problema, entendimento das possíveis causas através do preenchimento da espinha de peixe, análise da

causa-raiz pelos cinco porquês, plano de ação e abrangência das ações tomadas. A Figura 68 apresenta essa folha.

The form is divided into several sections:

- 1 Definição de problema**: A large empty box for defining the problem.
- 2 Descrição de problema:** A table with three columns: "Descrição de problema:", "O problema é", and "O problema não é".
- 3 Contato de fatos**: A large empty box for recording facts.
- 4 Medidas imediatas**: A section for immediate actions, with a sub-section for "Responsáveis pelo problema".
- 5 Análise de causa**: Contains an Ishikawa (fishbone) diagram with boxes for "Homem", "Máquina", "Material", "Método", and "Meio Ambiente", all pointing to a "Problema" box. Below the diagram is a table for tracking actions:

	1	2	3
Perfeito			
Perfeito			
Perfeito			
Perfeito			
Perfeito			
Perfeito			
- 6 Medidas**: A large empty box for recording measures.
- 7 Controle dos efeitos**: A section for controlling the effects, with a sub-section for "Responsáveis pelo problema".
- 8 Padronização**: A section for standardization, with a sub-section for "Responsáveis pelo problema".
- 9**: A footer section with boxes for "Elaborado por:", "Revisado por:", "Data:", "Hora:", "Assinatura:", and "Responsável pelo problema".

Figura 68: A3 da qualidade preenchido no caso de desvios dos processos.

Para acompanhar a robustez desse processo era feito o acompanhamento durante um período para avaliar se o problema não retornava, realizado através da folha de acompanhamento. A Figura 69 apresenta essa folha.

MFO21 - QUALIDADE

Mês de Referência: _____

	Descrição	Turno	Dia do Mês																																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Ilha de Montagem	8939	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	8941	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
Ilha de Carcaças	5118	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	5120	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	5121	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	5122	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
Ilha de Retíficas	4305	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	4312	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	4313	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
	4315	3º Turno																																					
		1º Turno																																					
		2º Turno																																					
4316	3º Turno																																						
	1º Turno																																						
	2º Turno																																						
4318	3º Turno																																						
	1º Turno																																						
	2º Turno																																						

Figura 69: Folha de acompanhamento de efetividade das ações implantadas e robustez.

Com o funcionamento desse método ocorre uma melhora significativa nos indicadores de qualidade de cada fluxo. Esse método de trabalho, além dos fluxos produtivos, também foi estendido para áreas de suporte à produção, como logística de recebimento, movimentação de material, expedição, tornando as áreas de suporte à produção mais preparadas para atender e tratar a resolução de problemas de acordo com sua necessidade.

3.5.7 Realização de *workshops* e projetos Seis Sigma

A realização de *workshops* e projetos Seis Sigma auxiliam no envolvimento de mais pessoas na realização das atividades e métodos com maior orientação para tratar itens específicos, contribuindo também na obtenção de resultados mais rápidos por exemplo, na criação de células de produção, para implantação de supermercados.. A definição e entendimento dos maiores

problemas auxiliam no entendimento de qual é a melhor forma para tratar esses desvios. Conta com times específicos para a realização e aplicação para cada atividade necessária.

Nos *workshops* era priorizado realizar atividades durante a realização do evento, que pode durar de dois dias a cinco dias. Após o termino do evento era possível colher parte dos resultados planejados. Os *workshops* apresentavam a sequência abaixo:

- Definição do problema com o time;
- Revisão dos dados conceituais do processo;
- Coleta de dados do estado atual;
- Análise do processo e melhorias;
- Implementação das mudanças iniciais;
- Apresentação dos resultados obtidos até o momento e cronograma das próximas ações e resultados esperados.

Para desvios de qualidade foram realizados projetos Seis Sigma, focando a redução da variação desse tipo de problema e assim foi obtida maior estabilidade para o fluxo produtivo. O andamento e resultado de um dos projetos Seis Sigma pode ser visto na Figura 70, que apresenta três momentos do projeto e as principais atividades realizadas orientadas à melhoria da qualidade das peças e do fluxo.

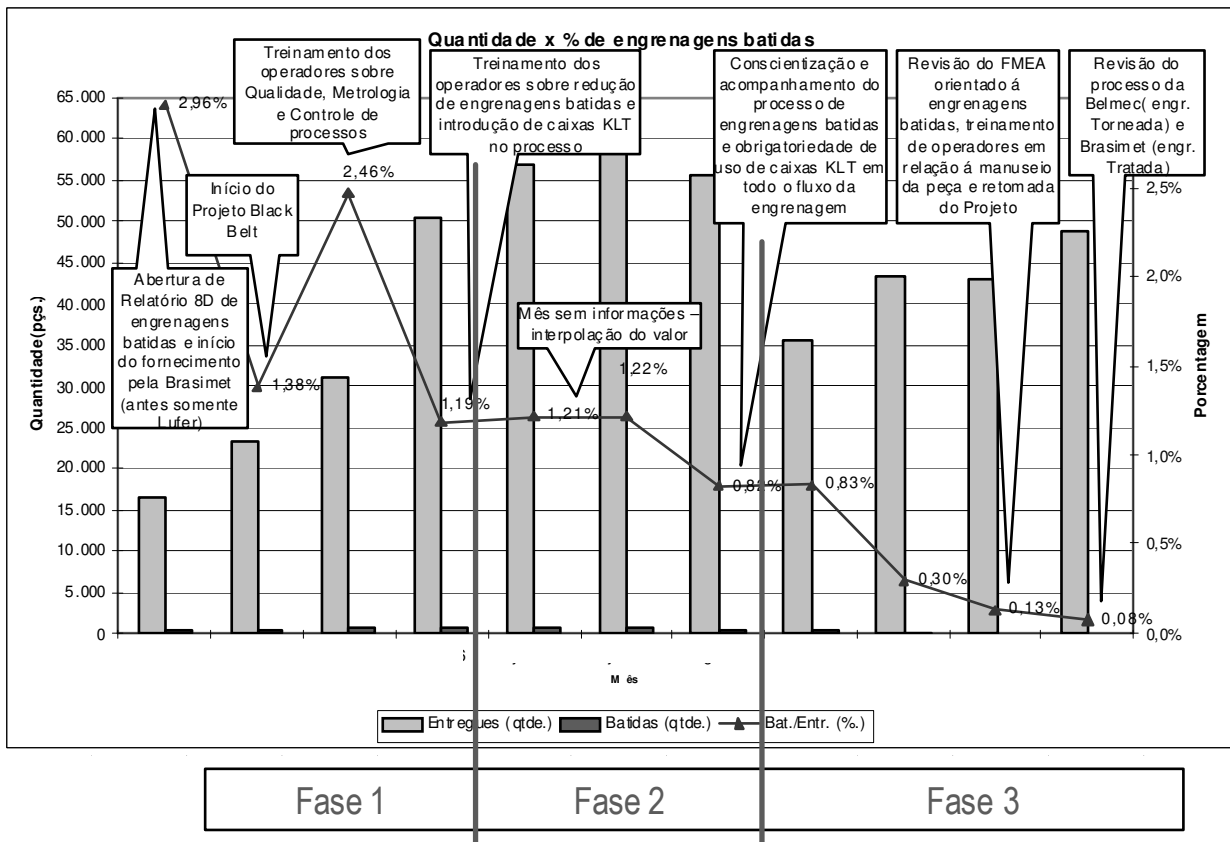


Figura 70: Evolução de um projeto Seis Sigma realizado.

3.5.8 Caminhada Enxuta pela fábrica

A caminhada enxuta pela fábrica é uma atividade direcionada para identificar os desperdícios das áreas, que tem como foco olhar um fluxo específico e se baseia na observação da área de trabalho e do fluxo. Conta, ainda, com a participação de gestores da área, outros fluxos da fábrica e áreas suporte. O foco é identificar os sete desperdícios que são presenciados nesse momento pelo time e preencher uma folha relatando os desperdícios visualizados. Com essa lista em mão de todos os participantes do evento, a área visitada preenche um plano de ação para sanar os desvios e oportunidades visualizadas. Podem ser encontrados pequenos, mas significativos desvios que deverão ser tratados com soluções simples. Também poderão ser acompanhadas pequenas paradas da montagem que impactam na produção e produtividade no fim do dia.

3.5.9 Programa de implementação de ideias

O programa de implementação de ideias adotado foi o *Kaizen Teian*, e tinha como objetivo implementar as ideias identificadas, o foco era o próprio operador que identificasse as oportunidades, realizar a mudança, o processo também tinha como foco o envolvimento das pessoas e a realização de pequenas melhorias. Isso garantia uma boa participação das pessoas dos sete fluxos de valor da empresa.

Essa metodologia apresenta um sistema de compensação à implementação da ideia do funcionário através de brindes, mas pode ser utilizada outra forma de valorização do funcionário e motivação para dar continuidade no processo, por exemplo, com festas para as pessoas que implementaram as ideias. O formulário desse método aplicado pode ser visualizado na Figura 71.

Selecione a(s) sua(s) área(s) funcional(is) de trabalho			
Finanças		Engenharia do Produto	
Compras		Vendas	
Recursos Humanos		Operações	X
Qualidade		Tecnologia da Informação	
Segurança		Outro:	

Selecione a categoria da ideia			
Qualidade do produto ou processo	X	Satisfação do cliente	
Conservação de energia		Eficiência pessoal e do processo	
Melhoria ergonómica do trabalho		Eliminação de desperdício	
Segurança		Outro:	

Descrição da ideia
Colocado uma protecção para que os operadores não esbarrassem nos botões que não são necessários para efetuar as medidas, com isso evitando erros na medição dos Embolos.

Melhorias Observadas	
<p>Antes da implementação</p> <p>Relógio sem protecção, com risco de serem apertados os botões que não são necessários na operação.</p>	<p>Após a implementação</p> 

Assinatura do Gestor: 	Data:
Comentários do Gestor:	

Figura 71: Exemplo de folha de implementação de ideias.

3.6 Controlar

A etapa 5-Controlar avalia se o processo apresenta resultados sob um nível desejado e previsível, e é colocado sob controle para garantir a continuidade dos resultados, isso garante a sustentação das mudanças realizadas. Ocorre o monitoramento para garantir que não ocorram mudanças inesperadas (NAVE, 2002).

A melhoria da qualidade e dos controles leva à redução de custo e melhoria de produtividade (GLAUSER, 2005). Solucionar os problemas de qualidade na fonte economiza tempo e dinheiro. Trazer os problemas à tona e resolver quando ocorrem, são procedimentos que eliminam as perdas, aumentam a produtividade e deixam para trás os concorrentes (LIKER, 2005).

O formulário A3 cultiva o desenvolvimento dos membros envolvidos no preenchimento desse material e auxilia no pensamento para sequenciar os passos para realizar uma atividade. A mentalidade do formulário A3 pode ser descrito em sete elementos (SOBEK e SMALLEY, 2008):

- Contempla processo de raciocínio lógico;
- Objetivo;
- Orientado para resultados e processo;
- Busca a síntese e visualização da informação;
- Foca no alinhamento das informações;
- Apresenta coerência interna e consistência externa;
- Orienta para um ponto de vista sistêmico.

A Figura 72 apresenta a sequência de passos típicos para o formulário A3 de solução de problemas.

Planejar	Executar, Verificar, Agir
Tema:	
Histórico	Contramedidas
Condição atual	Confirmações de efeito
Objetivo	Ações de acompanhamento
Análise da causa fundamental	

Figura 72: Fluxo típico de um formulário A3 de solução de problemas (SOBEK e SMALLEY, 2008).

O formulário A3 de proposta, apresentado na Figura 73, que apresenta um plano lógico e estruturado para consideração de ajustes e registro de pontos que podem ser melhorados, pode ser utilizado (SOBEK e SMALLEY, 2008).

Tema:	
Histórico	Detalhes do plano
Condição atual	Questões não resolvidas(opcional)
Proposta	Cronograma de implementação
Análise/ Avaliação das alternativas	

Figura 73: Fluxo típico de um formulário A3 de proposta (SOBEK e SMALLEY, 2008).

O formulário A3 de status tem como objetivo representar a lógica, e como o projeto ou esforço de solução de problemas está avançando, quais resultados foram atingidos e qual o trabalho ainda precisa ser realizado (SOBEK e SMALLEY, 2008). O A3 de status pode auxiliar no registro da situação planejada e realizada, que é apresentada na Figura 74.

Tema:	
Histórico	Detalhes do plano
Condição atual	
	Questões pendentes/Itens de ação

Figura 74: Fluxo típico de um formulário A3 de status do projeto (SOBEK e SMALLEY, 2008).

Deve fazer parte da etapa 5-Controle a realização de Auditoria para avaliar a maturidade do processo. Mann (2005) sugere um modelo de auditoria orientado à princípios, distribuído em 5 níveis e composto pelos elementos abaixo:

- Processo de melhoria;
- Padrão de trabalho de liderança;
- Gestão visual;
- Suportes visuais;
- Acompanhamento diário do processo;
- Definição do processo;
- Atendimento disciplinado ao processo;
- Resolução de problemas baseados na causa raiz.

O controle das atividades planejadas e realizadas se mostra necessário para confirmar se os resultados planejados estão ocorrendo, se ocorreram desvios no planejamento e, se necessário, replanejar atividades para atingir as metas estabelecidas. O engajamento e comprometimento da Liderança e das pessoas que participam dos trabalhos no fluxo são essenciais para o sucesso

dessa etapa. As atividades dessa etapa são reproduzidas abaixo, conforme apresentado na Figura 17:

- Quadro de nivelamento de atividades;
- Realização de auditorias;
- Plano de escalonamento;
- Plano de reação;
- Ferramentas básicas da qualidade;
- Formulário A3;
- Lições aprendidas;
- Revisão anual do projeto;
- Expansão para outros fluxos.

Os dados de entrada nessa etapa são:

- Realização de workshops e projetos Seis Sigma;
- Realização de atividades.

Os dados de saída dessa etapa são:

- Revisão anual do projeto;
- Expansão para outras áreas.

3.6.1 Quadro de nivelamento de atividades

Para auxiliar o acompanhamento e controle das atividades realizadas, foi utilizado um quadro visual para o controle e o nivelamento de atividades planejadas que envolvia todas as atividades que seriam aplicadas no período de um ano, com divisão semanal, consolidava em um único local de forma visual as atividades avaliadas no alinhamento do projeto às metas da empresa, às ações avaliadas nos mapeamento do fluxo de valor e às ações levantadas durante os *workshops*. O uso desse quadro facilitou o acompanhamento das atividades, replanejamentos e balanceamento de atividades nas semanas.

Para cada atividade foi descrito o responsável, a data de aplicação da atividade e atividade realizada. Foi contemplado que cada atividade realizada fosse averiguado sua realização e resultado na prática. Para os casos de replanejamento, havia uma forma visual de saber quantas revisões tinham ocorrido no prazo, com a confirmação de responsável pela pessoa que não entregou a atividade planejada na data. Esse quadro garantiu uma boa visualização da situação das atividades em andamento em toda a empresa relacionada à aplicação da Produção Enxuta.

Para cada atividade definida era criado um cartão com as informações do responsável, atividade que seria realizada e prazo. Cada cartão era inserido no quadro na respectiva área correspondente da semana. Caso a entrega não ocorresse na semana programada, o cartão era replanejado e colocado novamente no quadro. Para cada replanejamento era realizado um novo plano e a nova data era confirmada com o superior do responsável pela ação. O replanejamento com o superior evitava novas renegociações de prazo e auxiliava na entrega da ação na nova data. A Figura 75 apresenta o funcionamento do quadro do primeiro fluxo descrito.

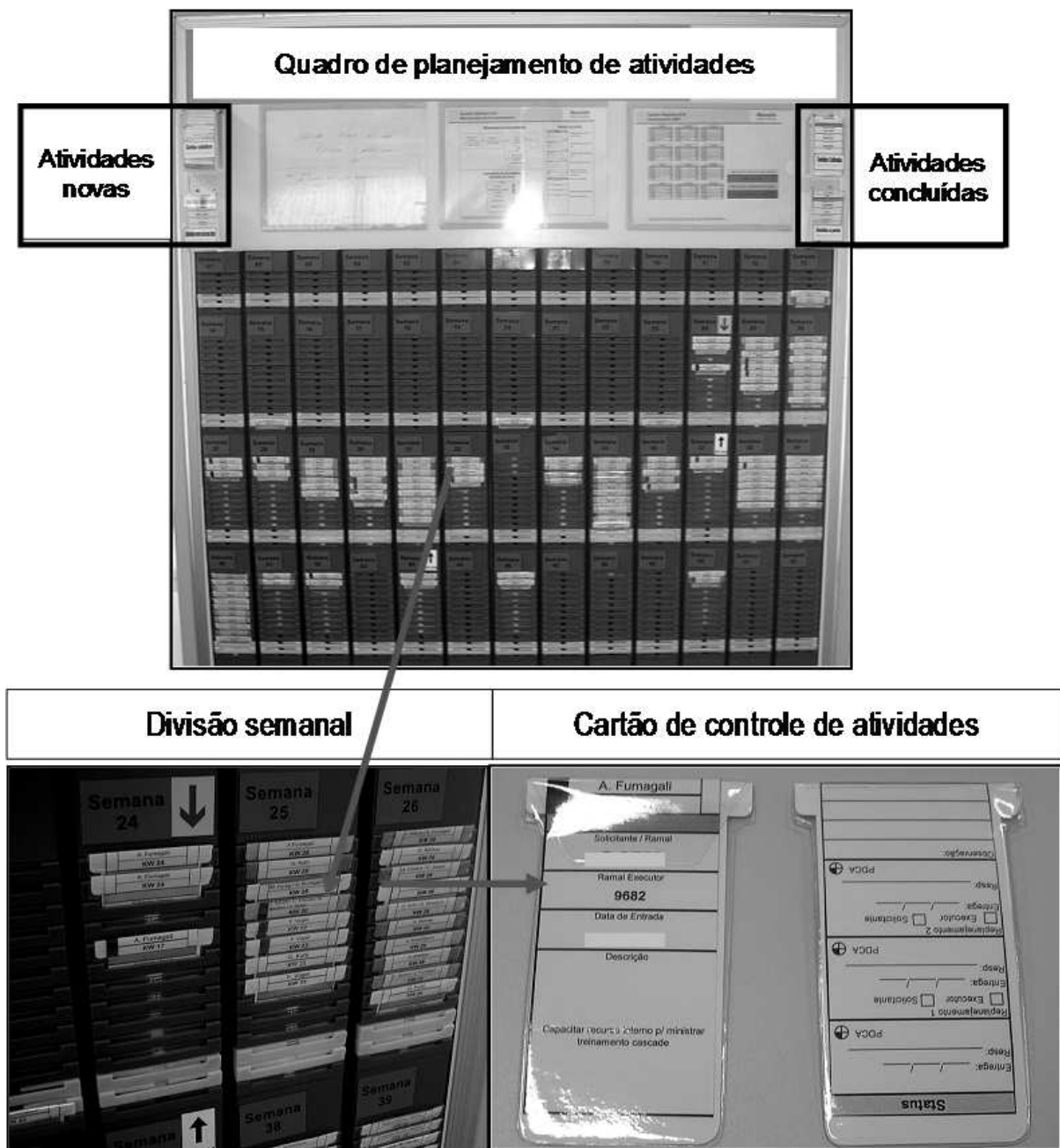


Figura 75: Quadro de acompanhamento do planejamento de atividades.

O quadro abastecia os indicadores para acompanhamento de atividades e planos de ação. Com isso, era possível visualizar a evolução e a situação de cada atividade. Devido à visualização rápida da situação das atividades, esse quadro era apresentado nas reuniões com a liderança para acompanhar a evolução das atividades. Essa forma de controle de atividades foi aplicada para os

sete fluxos de valor da empresa e a mesma foi considerada uma inovação de controle de atividades.

3.6.2 Realização de auditorias

A realização de auditorias garante um acompanhamento da evolução e auxilia na continuidade da Produção Enxuta. Periodicamente é avaliado se os ítems traçados para garantir a sustentação da Produção Enxuta estão ocorrendo e se as pessoas que apresentam relação com esse processo conhecem conceitualmente as atividades que devem fazer e aplicam conforme definido. A auditoria é um item essencial para avaliar a evolução da Produção Enxuta na empresa e direciona para que sejam realizadas atividades orientadas à sua necessidade, de acordo com os itens que constam na auditoria, é orientado aos fatores qualidade dos itens produzidos, custo do produto e entrega ao cliente, essa auditoria era corporativa e adotada em todas as plantas do grupo. Eram realizadas auditorias oficiais anuais com auditores internos para avaliar a evolução dos processos, resultados atingidos e ganhos obtidos.

A Auditoria auxilia no direcionamento de atividades para o próximo período. O modelo de auditoria deve ser feito em função das metas e orientações da empresa e no caso aplicado havia esse método corporativo. O uso dessa ferramenta possibilita realizar comparação entre plantas para o mesmo processo e a troca de boas práticas entre plantas, que auxiliava na melhora significativa em todas as empresas do grupo.

A Figura 76 apresenta a evolução anual para os sete fluxos de valor da pontuação na Auditoria de Produção Enxuta da empresa, a evolução anual de excelência estimada pelos auditores era avanço de 20% sobre a diferença em relação aos 100% para cada nova avaliação.

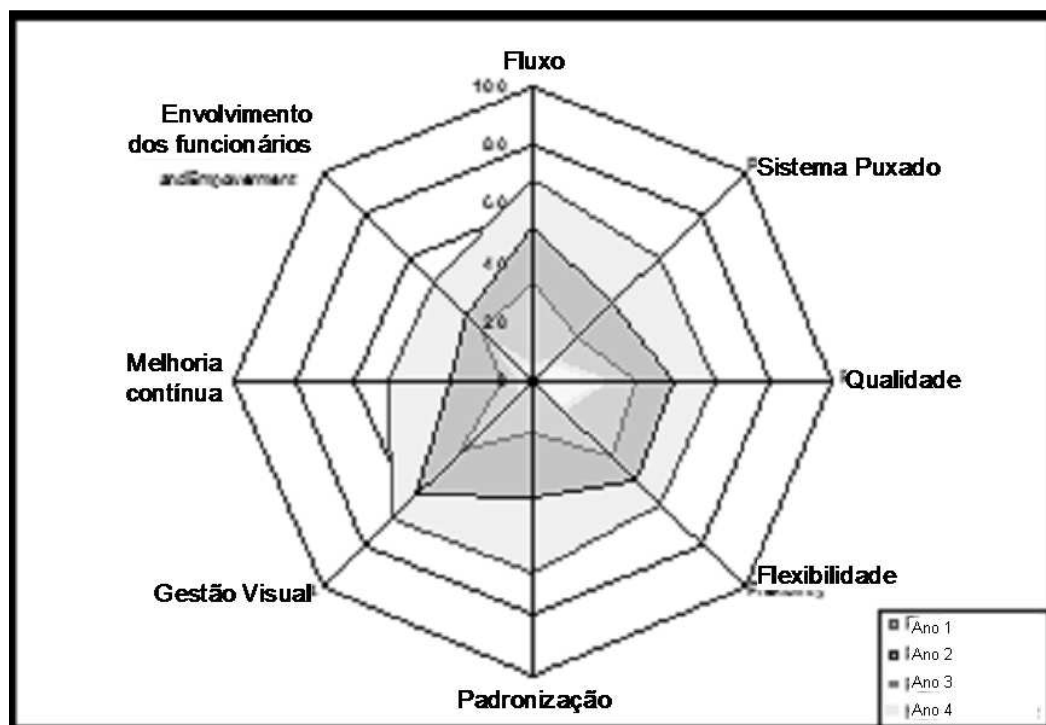


Figura 76: Evolução anual das auditorias realizadas.

É visualizado na Figura 77 que, na terceira e quarta avaliação, a pontuação superou a meta definida pelos auditores, momento que foi iniciada a aplicação do modelo de implementação de Produção Enxuta.

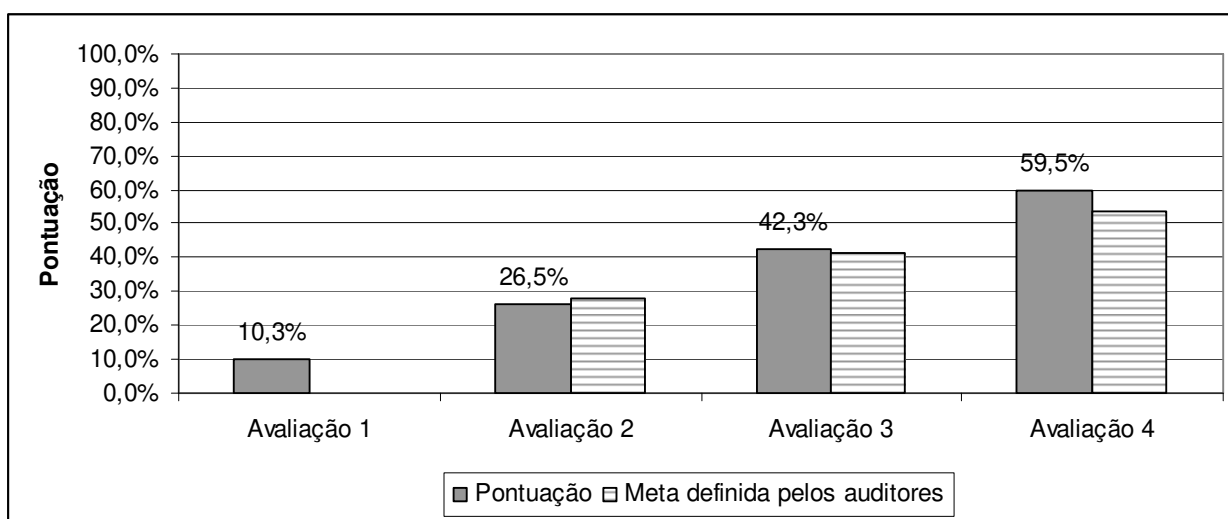


Figura 77: Evolução da pontuação obtida a cada avaliação e mostra da meta definida pelos auditores.

A Figura 78 apresenta as pontuações obtidas em outras empresas do grupo na quarta avaliação, mostrando que no quarto ano a pontuação obtida na empresa que aplicou o modelo de implementação da Produção Enxuta superou as demais empresas do grupo.

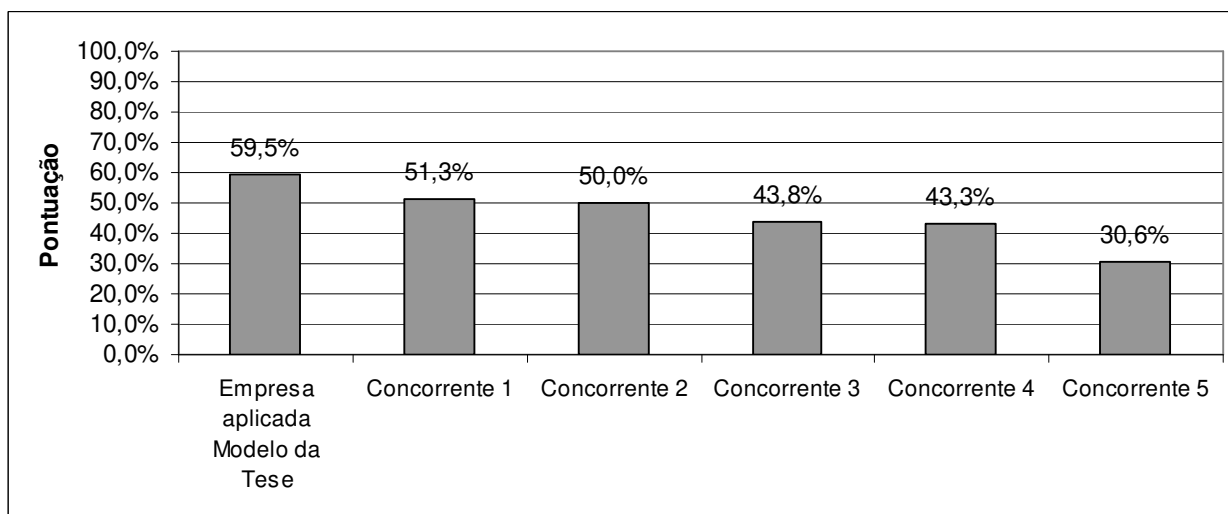


Figura 78: Pontuações obtidas nas auditorias nas empresas do grupo na quarta avaliação.

3.6.3 Plano de escalonamento

O plano de escalonamento torna claro, em caso de desvios no processo, quem e em qual momento devem ser acionados os níveis de apoio para auxiliar na resolução dos problemas. Para facilitar a resolução e efetividade nas ações tomadas e também evitar que problemas pouco significativos sejam tratados, identificando quais tipos de problemas devem ser priorizados e a partir de qual quantidade de ocorrências é necessário agir. Também a partir do momento que ocorre certa quantidade de desvios no processo e estes não são resolvidos pelos níveis mais baixos de operação, devem ser acionados e escalonados os níveis de comando para obter suporte e auxiliar na resolução de problemas mais complexos.

Outro fator importante é que o escalonamento serve para que níveis mais altos de gestão possam avaliar se o desvio pode impactar no cliente e tomar ações antes que impacte no

atendimento ao cliente, facilitando até renegociação de datas de entrega. Isso auxilia no controle dos desvios significativos que ocorrem no fluxo. A folha de escalonamento foi aplicada para todos os níveis e processos relacionados a cada fluxo, essa folha é similar à utilizada na cadeia de ajuda, apresentada na Figura 67.

3.6.4 **Plano de reação**

O plano de reação torna claro, para desvios e problemas que podem ocorrer no processo, quais as primeiras ações a serem tomadas e quais as pessoas a serem acionadas. Na ocorrência de desvios, auxilia e orienta a tomada de decisão dos primeiros passos para cada área e apresenta as recomendações que devem ser realizadas de acordo com o nível de comando.

O objetivo é que na ocorrência de um desvio todos tenham conhecimento das ações que devem ser tomadas ao longo do processo. Esse método foi estendido para todo o processo produtivo e, no caso de desvios na produção, apresenta as ações necessárias que devem ser tomadas e o nível hierárquico que conduz a atividade. Outro benefício é que os níveis mais baixos da operação sabiam o que fazer. Esse método auxilia no controle dos desvios que ocorrem no processo. A Figura 79 apresenta essa informação.

Plano de reação

Produto não conforme.	1. Segregar produtos 2. Coloca etiqueta de ident. 3. Anota código defeito 4. Dispõe peça para análise na Mesa vermelha 5. Analisa falha e registra 6. Inicia correção / abast. de mat.	Aciona bancada vermelha, líder e iniciar análise de causa raiz	Convocar MFO e processos suporte conforme necessidade para análise	Acionar MFG e processos suporte conforme necessidade	Acionar PM e processos suporte conforme necessidade
	Operador	Líder e operador	Supervisor, líder, operador e processos suporte se necessário	MFG, supervisor, líder e processos suporte se necessário	PM, MFG, supervisor e processos suporte se necessário
	1. Corrigir problema (reajustar máquina) 2. Continua produção 3. Informar necessidade de revisão da extensão da falha 4. Estuda a possibilidade de análise de causa raiz 5. Abastecer a linha 6. Registrar dados	1. Corrigir problema / reiniciar a produção 2. Revisar 100% as peças na linha e estoque, se necessário 3. Solicitar a substituição de peças de fornecedores internos / externo 4. Registrar a falha no Documento da Qualidade 5. Registrar ocorrência no diário de bordo 6. Abastecer a linha 7. Registrar dados 8. Registra a liberação da produção 9. Decide a extensão da ação corretiva (internamente / junto a clientes) 10. Comprovada a eficácia das ações (Contenção e Corretiva)?			
	Até 15 min.	Após 30 min.	Após 60 min.	Após 120 minutos	Após 180 minutos
Problema restrito à seção de fabricação:	Problema pode envolver outra seção ou fornecedor		Problema requer ações externas à seção e/ou complexo	Problema de alta complexidade / risco	
Decisão operacional	Decisão do Líder	Decisão do MFO	Decisão MFG	Decisão PM	

Figura 79: Plano de reação utilizado no caso de desvios.

3.6.5 Ferramentas básicas da qualidade

As ferramentas básicas de qualidade auxiliam na sequência de passos que devem ser analisados para tratar os desvios, é uma ferramenta simples, sendo que desvios que ocorriam na qualidade eram tratados com essa metodologia e contempla os oito passos do oito D. Foi inserido assim o pensamento básico de qualidade em todos os fluxos, utilizado tanto para fazer o registro e resolução de problemas no método de cadeia de ajuda, como para análise e retomada do controle de desvios. Contempla as ações imediatas que devem ser realizadas no processo para conter o problema, detecta a causa-raiz do problema, através da metodologia cinco porquês, entende a causa-raiz e a ação para eliminá-las quando detectada. Deve ser acompanhada a efetividade e se ocorreu reincidência do problema e a necessidade de abrangência para processos similares. Para a resolução dos desvios, é melhor ter muitos experimentos rápidos e simples, ao invés de poucos e complexos.

A Figura 68 apresenta o formulário A3 da qualidade aplicado.

3.6.6 Formulário A3

O formulário A3, também conhecido com relatório A3, auxilia no registro dos processos de melhorias realizados e aplicar um método simples, que organiza a sequência de atividades necessárias para apresentar e mudar uma atividade e controlar os passos e andamento das ações necessárias para realizar a mudança. O registro de toda a melhoria deve contemplar a:

- Descrição da atividade ou projeto;
- Estado atual, ou seja, como o processo ocorre;
- Estado futuro, que seria como é esperado que ele ocorra;
- Identificar quais são as ações que vão garantir a migração do estado atual para o estado futuro;
- O último passo é acompanhar através de metas e medições se o estado futuro foi atingido e se necessário realizar a extensão da atividade.

As melhorias e mudanças realizadas eram aplicadas com esse formulário. Para controlar as mudanças realizadas também era utilizado esse formulário, apresentado na Figura 80.

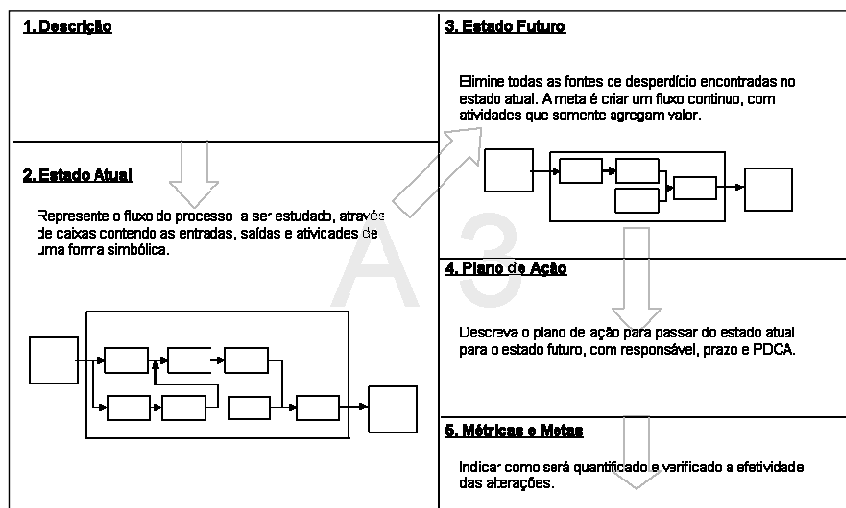


Figura 80: Formulário A3 para registrar melhorias e mudanças nos processos.

3.6.7 Lições aprendidas

A atividade de lições aprendidas consta da listagem do aprendizado obtido durante o período analisado, dos pontos que em próximos projetos deveriam ser contemplados ou tratados antes de iniciar as atividades, pontos que precisam mudar de sequência ou que devem ser evitados e recomendações para projetos futuros. O objetivo desse momento foi aperfeiçoar o modelo de produção Enxuta proposto e torná-lo mais eficaz, trazendo assim melhores resultados para a empresa. Isso auxiliou para atingir resultados mais rápidos na aplicação da Produção Enxuta ao longo dos anos.

O objetivo dessa fase é revisar o processo realizado, entender se as medidas tomadas foram efetivas e atingiram o resultado almejado, também avaliar pontos não contemplados para inserir nas próximas aplicações ou extensões da Produção Enxuta.

Dois pontos destacados como aprendizado é que no momento do desenho inicial do leiaute foi desconsiderada a movimentação e armazenagem de material internamente aos fluxos de produção. Isso dificulta a movimentação do material e restringe os pontos de armazenagem intermediária, podendo impactar na necessidade de deslocamento maior do operador para coletar ou armazenar os produtos produzidos. Também devido à área interna dos leiautes não considerar movimentações de materiais, prejudica também fixar informações e quadros de comunicação orientativos para o operador que, em vários momentos, prejudicou a aplicação de controles visuais para o operador do fluxo de produção.

Outro ponto levantado, é que foi montado um leiaute contemplando todas as máquinas considerando um volume de produção ótimo, volumes abaixo teriam baixa produtividade e movimentação de material deficiente e volumes acima não seriam atendidos. Os volumes dois anos depois da primeira mudança de leiaute apresentaram grande variação acima e abaixo do projetado, e prejudicaram todo o fluxo de material e distribuição dos operadores nas máquinas.

Devido ao aprendizado anterior, para atender às variações de volume foi projetado um leiaute modular que atendia a pequenos volumes e com fluxos contínuos, possibilitando movimentação do operador entre máquinas e aumentando de volume de produção. Havia a

possibilidade de replicar esses módulos, considerando baixo custo e alta produtividade. Esse novo leiaute pode ser visto na Figura 81.

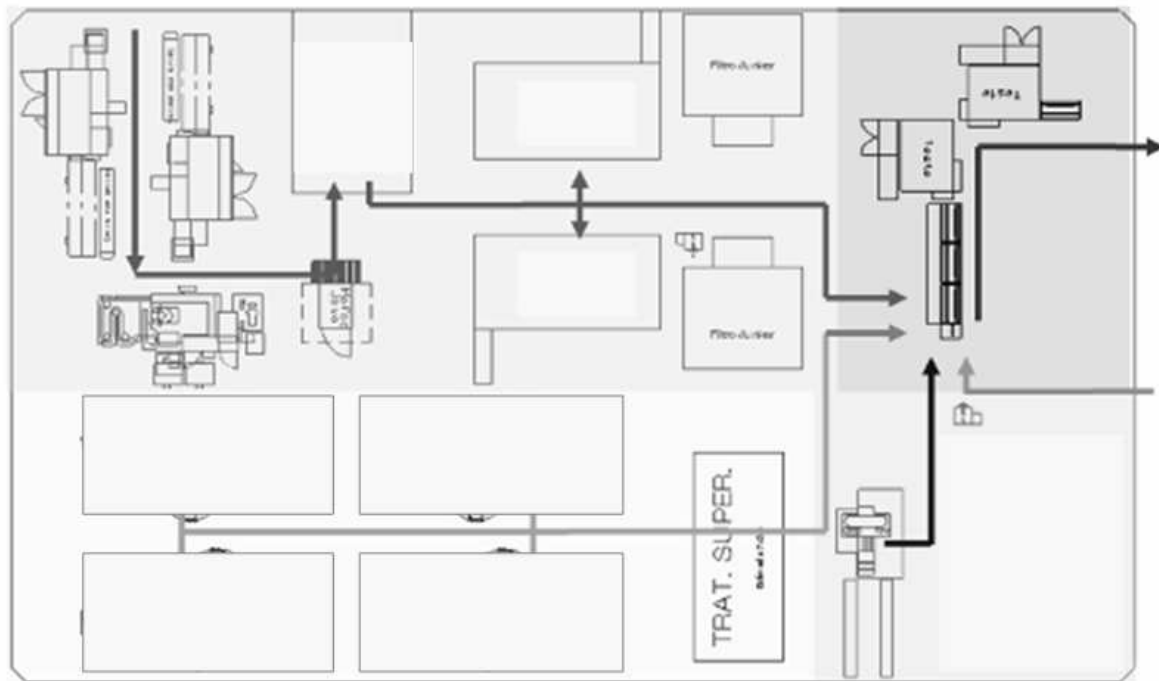


Figura 81: Novo leiaute proposto revisado, considerando balanceamento entre operações e fluxo.

3.6.8 Revisão anual do projeto

A revisão anual do projeto avalia o andamento das atividades, a situação do projeto em relação às atividades planejadas, avaliando se a meta anual projetada foi atingida e sua evolução, também tem como objetivo entender para as metas que não foram atingidas, quais os motivos e o que pode ser feito para atingir um melhor resultado no próximo período, verificar o plano de atividades planejadas para o próximo período, as orientadas à auditoria da produção enxuta e fazer o planejamento das ações do próximo ano.

São identificadas as barreiras ou dificuldades que ocorreram no processo no período e podem ser removidas ou ajustadas para facilitar a aplicação. São contempladas, novamente, as

fases de avaliar e revisar as principais oportunidades da Produção Enxuta, sendo utilizada a reanálise da Auditoria pela liderança da empresa, metas e desvios, *kaizens*, *workshops*, atividades e priorizações. Um item importante é celebrar com o time o resultado atingido e motivar a continuidade das atividades.

3.6.9 Expansão para outros fluxos

O projeto inicialmente ocorre em processos específicos para entender como se comportam, mas na expansão é avaliado com será replicado em outros fluxos, deve ser avaliado o conhecimento adquirido e a método para aplicar em outros processos, para atingir cada vez melhores resultados e mais rapidamente em relação aos projetos anteriores na abrangência para toda a planta.

O projeto foi implementado inicialmente no fluxo de valor do produto 1, visualizado o potencial do modelo e resultados alcançados, esse trabalho foi replicado em mais dois fluxos, atingindo bons resultados e parcialmente para o restante da planta, totalizando sete fluxos. Foram estruturados novos processos e aplicado esse modelo. Os resultados foram evidenciados nos resultados da auditoria e a planta se tornou referência no grupo devido ao avanço da pontuação da auditoria e ao envolvimento da liderança nas atividades orientadas à produção enxuta.

3.7 Saídas

Na saída são retratados fatores relativos à realização do projeto, que podem ser enxergados na Figura 82, que são:

- Nas fases iniciais do projeto 1-Definir obtém-se, como principais saídas, a estratégia de implementação, reduzindo gradativamente na transição na etapa 3-Analisar do projeto, migrando

para a realização das atividades na etapa 4-Melhorar e aumentando de acordo com a evolução do projeto na etapa 5-Controlar. A melhora da qualidade, redução do custo do produto e desempenho de entrega para o cliente inicia na etapa 4-Melhorar e reduz na etapa 5-Controlar. Isso ocorre, devido à realização das atividades da Produção Enxuta e entendimento do processo produtivo, melhorando o fluxo, reduzindo o inventário e reduzindo o tempo de passagem pelo processo;

- Na última coluna a direita do modelo é apresentado que as atividades realizadas no início do projeto, as mudanças planejadas apresentam maior impacto nos custos iniciado na etapa 1-Definir, por serem ações com maior abrangência, definições no início do projeto e de visão estratégica, ocorrendo redução na etapa 3-Analisar e no momento que inicia a aplicação das metodologias e melhorias da etapa 4-Melhorar, ocorre à redução de custo operacional, ocorrendo aumento dos ganhos no transcorrer da aplicação, apresentando maiores resultados na etapa 5-Controlar.

+	Estratégia de implementação	▪	▪	Realização de atividades práticas	+
				Melhoria de QCE	+
				Melhora do fluxo e tempo passagem	+
+	Redução de custo no planejamento	▪	▪	Redução de custo operacional	+

Figura 82: Dados de saída do modelo.

As principais saídas e os resultados obtidos para cada etapa do processo, foram apresentadas durante a aplicação das etapas do modelo de Produção Enxuta

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo de implantação do sistema de Produção Enxuta apresentado, foi aplicado em três fluxos de valor na sua totalidade e parcialmente em mais quatro fluxos de valor. Este capítulo será descrito orientado ao objetivo específico:

1. O modelo apresenta um estrutura de planejamento e sequência de atividades adequada e estruturação do time orientada à implementação da Produção Enxuta:

- A definição do contrato, deixando claro o objetivo, os valores projetados para os indicadores e a formação do time, tornou claro para o time envolvido no fluxo de valor as metas que precisavam ser atingidos e a dedicação necessária para a realização dos trabalhos, auxiliando na obtenção do envolvimento das pessoas;

- A confecção do mapa do estado atual de cada fluxo, possibilita que as pessoas que representam cada um destes fluxos, entendam a situação do fluxo de informação e fluxo de material deixou claro para o time como funciona todo o fluxo de valor, possibilitando que todas as áreas tivessem uma visão simultânea do funcionamento e deficiências.

- A construção do mapa do fluxo de valor com visão de cinco anos e visão de um ano, possibilitou o desdobramento anual das atividades orientadas ao quinto ano, criou coerência nas atividades realizadas anualmente e facilitou tanto para a Liderança, como os times de cada fluxo de valor enxergar os próximos passos que deveriam ser realizados ao longo da implementação da Produção Enxuta.

- O modelo possibilitou que a Liderança e as pessoas envolvidas enxergassem os passos realizados do modelo durante a aplicação das atividades, e a própria sequência de implantações fez sentido de forma simples, que foi simplificada com o detalhamento de cada uma das etapas. Com isso foi obtida a participação efetiva do Comitê Enxuto, que contribuiu na implementação da Produção Enxuta, com recursos e através de reuniões de acompanhamento.

2. A Sistematização do Modelo baseada no DMAIC e o uso de acompanhamento e controles visuais facilitou a execução das etapas e das atividades:

- A gestão de atividades com um quadro de planejamento de ações, facilitou o acompanhamento e controle das atividades a serem realizadas, da efetividade das ações implementadas pelo Comitê Enxuto, pelos Times de cada fluxo de valor e para o apoio pela área de melhoria contínua da empresa.

- Auxilia os processos de suporte no planejamento para atuarem em conjunto com o fluxo de valor e na visualização do andamento e replanejamento de atividades de acordo com o prazo das ações. Outrossim, visualizava se as atividades replanejadas poderiam prejudicar os resultados programados e o conflito de recursos devido ao replanejamento.

- O fato de sempre buscar implementações de atividades e *workshops* com controles visuais e gestão do andamento das atividades, possibilitou implantar uma série de correções e ajustes nos processos assim que fossem visualizados desvios.

- A adoção de uma auditoria orientada à Produção Enxuta proveniente da própria empresa, serviu como referência para as avaliações realizadas para implementar as ações, atividades e *workshops*, e garantiu a aceitação e apoio da Liderança no planejamento de atividades baseado na auditoria.

- A adoção da cadeia de ajuda possibilitou a participação das áreas de suporte à produção de uma forma organizada, orientada à solução dos principais problemas de cada fluxo produtivo e com as ações tomadas, específicas para tratar os desvios apresentados, que tornou efetiva a participação conjunta das áreas produtivas e de suporte na resolução dos problemas orientada à cada fluxos de valor.

- A avaliação e planejamento baseado na Auditoria, contaram, com a participação da Liderança de todas as áreas da empresa e, nesse evento, definiu-se o responsável por área e para cada uma das atividades que seriam realizadas para os próximos cinco anos. Toda essa avaliação foi realizada orientando os itens avaliados para as metas da empresa e de cada uma das áreas. Isso garantiu o apoio da liderança nas atividades definidas nas reuniões, *workshops* e atividades orientadas à Produção Enxuta.

3. A adoção do Modelo baseado nas etapas do DMAIC, com desdobramento de cada uma das atividades contidas nas etapas, simplificou seu entendimento e oferece maiores possibilidades de ser replicado em outros ambientes produtivos:

- A organização e a sequência de atividades evitava acúmulo de esforços devido a várias atividades ocorrerem no mesmo período, que oferece maiores possibilidades e facilita a replicação nos demais fluxos.

- Foram obtidos bons resultados, destacando que um dos fatores que auxiliaram nisso, foi o fato de o modelo ter oferecido maiores possibilidades de ser replicado em outros ambientes produtivos, além da adesão das pessoas dos fluxos que foram implementados à Produção Enxuta, à melhora dos indicadores de qualidade e produtividade, impactando na melhora significativa da Auditoria de Maturidade de Produção Enxuta. A adesão da Liderança da empresa na aplicação do modelo foi essencial para a obtenção dos resultados consolidados na Auditoria de Produção Enxuta.

- Na etapa 3-Melhorar, considerando a estabilização básica como etapa inicial, possibilita trabalhar as deficiências do fluxo de valor e, tornar mais robusto e preparado para suportar as mudanças realizadas, orientadas à Produção Enxuta, o fluxo de material, separação do trabalho do operador com a movimentação de material pela área de logística, trabalhos de redução e estabilização do tempo de troca de ferramentas e criação de células, que criaram uma base para suportar a implementação das demais atividades.

- As mudanças e adequações no leiaute contavam com a participação dos operadores, com o conhecimento dos detalhes operacionais e, com isso, a quantidade de ajustes e informações identificadas durante a fase de planejamento foram essenciais para garantir resultados adequados e ausência de ajustes nos processos e máquinas alterados. Também os operadores aceitavam as mudanças realizadas e davam continuidade nas atividades implementadas.

- Alguns dos leiautes produtivos montados no começo da implementação da Produção Enxuta apresentaram uma situação com boa produtividade para volumes de produção específicos, mas ao longo do tempo ocorreu uma série de variações de volume demandadas pelos clientes. Com essas variações, foram notadas, algumas deficiências não consideradas no projeto inicial,

como distribuição dos operadores para diferentes volumes, que impactava em baixa produtividade dos operadores. As variações de volume também prejudicavam o fluxo de material e sua organização nas operações produtivas. O primeiro leiaute concebido para o fluxo de valor do produto 1, não contemplava possibilidades de revisão do processo produtivo, devido ao espaço físico restrito para o reposicionamento das máquinas. Com isso, para o fluxo se adequar às mudanças significativas dos volumes foi necessário revisar o leiaute. Foram adotados na nova versão de leiaute, células de montagem com capacidade de produção de baixos volumes, que consolida a capacidade de produção das máquinas, alinhada à disposição do trabalho do operador, no caso de aumento de demanda, uma nova célula com esta configuração podia ser replicada com baixo custo e em uma área reduzida. Foi avaliada também, a capacidade de cada máquina e o espaço necessário para a movimentação das peças pelo operador.

- Entre os resultados obtidos com a aplicação do modelo, na avaliação da Auditoria que contemplava os sete fluxos da empresa, em três anos de trabalho, a empresa que foi aplicada o Modelo obteve um aumento significativo na pontuação da Auditoria da Produção Enxuta e, progrediu de 10,3% para 59,5% no total de pontos possíveis. Com isso a empresa se tornou referência nas empresas do grupo, pois as demais plantas tinham alcançado uma pontuação menor, e também apresentaram uma evolução anual menor que a obtida pela empresa que adotou o Modelo definido nessa Tese. O fator considerado como diferencial pela Liderança da empresa e pela equipe de Auditores para atingir uma melhora significativa, foi a adoção do modelo de sistematização do modelo de Produção Enxuta baseado no DMAIC e a própria participação da Liderança, item destacado pelos auditores externos da Produção Enxuta.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

O modelo de implantação do sistema de Produção Enxuta apresentado foi aplicado em três fluxos de valor na sua totalidade, e parcialmente em mais quatro fluxos de valor. A Conclusão é descrita orientada ao objetivo específico:

1. O modelo apresenta um estrutura de planejamento e sequência de atividades adequada e estruturação do time orientada à implementação da Produção Enxuta:

- Durante a construção do modelo foi realizada uma série de ajustes na sequência de atividades, visando como apresentar o modelo de uma forma conhecida e com controles na evolução da aplicação deste, onde a sequência de passos com os detalhes foi um item importante nesse trabalho.

- A participação das pessoas dos fluxos de valor e o suporte da Liderança da Empresa contribuíram que os resultados planejados fossem atingidos. A realização do planejamento de atividades, que contou com a participação do Comitê Enxuto e de toda a Liderança da empresa, realizado através de *workshops*, obteve através desse método o envolvimento, participação na definição e acompanhamento das atividades pela Liderança e Times, com essa abordagem garantiu a adesão na aplicação e, com isso, obteve-se o apoio da Liderança durante a implementação da Produção Enxuta.

- A inserção e divisão das atividades, utilizando a estrutura do DMAIC para a implementação da Produção Enxuta, permitiram visualizar cada uma das atividades necessárias para essa implementação. A confirmação realizada entre as etapas do DMAIC, obteve a adesão da Liderança da empresa e do Comitê Enxuto, assegurou que os passos definidos pelos times estavam orientados à estratégia e à visão da empresa.

- A estrutura do modelo de implementação da Produção Enxuta com o DMAIC simplificou a visualização das etapas de aplicação por clarificar o início e fim de cada etapa. Também a fase de definição ajudou a formar e revisar a estrutura que daria suporte durante todo o projeto. Outro ponto importante é que as confirmações realizadas e registradas através das assinaturas dos times na realização dos contratos, confirmações dos mapeamentos realizados pelos times e consentimentos da Liderança no planejamento de atividades, e consolidado posteriormente no quadro de gestão de atividades, auxiliaram o alinhamento das pessoas envolvidas e as ferramentas e métodos de controle.

- As pessoas envolvidas na implementação da Produção Enxuta, durante a realização das atividades, motivaram os outros processos, apresentando a evolução obtida no fluxo de valor devido à aplicação do modelo. O time com domínio dos conceitos da Produção Enxuta deu todo o suporte e informações para garantir a adesão ao Comitê Enxuto e times envolvidos com a aplicação da Produção Enxuta nos fluxos de valor. A participação ativa da Liderança e dos operadores das áreas aplicadas à Produção Enxuta, foi importante para possibilitar que o modelo proposto e as atividades planejadas fossem realizadas nas datas planejadas.

2. A Sistematização do Modelo baseada no DMAIC e o uso de acompanhamento e controles visuais facilitou a execução das etapas e das atividades:

- Os trabalhos, envolvendo várias áreas, possibilitaram, que fosse vista a contribuição individual de cada uma e como poderiam contribuir na melhor fluidez do material e informações. Isso criou uma sinergia entre as áreas e auxiliou na identificação de como cada área revisava suas atividades, para obter melhores resultados e com maior rapidez. Esse processo foi notado em *workshops*, mapeamentos do fluxo de valor, cadeia de ajuda e na aplicação das atividades, envolvendo a estabilização básica. Alguns dos ganhos obtidos e comentados durante esse trabalho foram redução de inventário de 34%, melhora no tempo de entrega ao cliente de 28%.

- O Modelo foi implementado em três fluxos produtivos e atingiu bons resultados, sendo considerados em outras plantas do grupo como boas práticas (*Best Practices*). A gestão de atividades com um quadro e com acompanhamento contínuo da sua realização, também, fez com que não ocorresse acúmulo de esforços no mesmo período e balanceou o uso dos recursos das áreas suporte durante toda a implantação do modelo.

- A adoção de controles visuais durante a implementação da Produção Enxuta possibilitou enxergar a evolução e o andamento das atividades, criando uma maior participação do Comitê Enxuto com os Times de aplicação da Produção Enxuta nos fluxos de valor. O uso do quadro de gestão de atividades, adotando uma sequência lógica na organização e fluxo de informações, possibilitou uma forma consistente de realizar a gestão das atividades e confirmação das informações. A consolidação de todas as atividades em um único local, apresentando visualmente e com fácil leitura da situação das atividades, que obteve uma melhor clareza das informações, também foi uma inovação no modelo de implementação da produção Enxuta, que possibilitou uma maior participação da Liderança e dos Times de Fluxo de valor no acompanhamento e realização das atividades. Com isso foi coberta uma lacuna nos diversos controles e acompanhamento de atividades da Produção Enxuta.

3. A adoção do Modelo baseado nas etapas do DMAIC, com desdobramento de cada uma das atividades contidas nas etapas, simplificou seu entendimento e ofereceu maiores possibilidades de ser replicado em outros ambientes produtivos:

- A proposta do trabalho foi desenvolver um modelo para implantar a Produção Enxuta, estruturado dentro de uma metodologia que possibilitasse ser entendida e replicada. A estrutura adotada foi o DMAIC do Seis Sigma, com entradas, saídas, contrato e controles para garantir a efetividade das atividades implantadas.

- A estruturação, usando as etapas do Seis Sigma DMAIC ajudou a separar cada uma das fases da implementação, com confirmações, controles, divisão clara de fases e auxiliou a entender o trabalho para cada etapa. A divisão de cada etapa em nove atividades detalhadas que possibilita a realização de todas as atividades sugeridas e deixa claro para os times o que precisava contemplar durante as avaliações. A clareza das informações e detalhamento das atividades foi um dos fatores facilitadores para identificar o que era preciso realizar durante a implementação da Produção Enxuta e sua replicação nas demais áreas.

- No período que estava ocorrendo a implementação da Produção Enxuta, as atividades foram evoluindo para a sequência proposta. Durante o processo foi analisada a coerência e as respectivas etapas do trabalho para uma melhor consolidação da sequência de atividades do modelo.

A realização das auditorias, com a revisão anual dos resultados e avaliação das lições aprendidas possibilitou o modelo evoluir anualmente e com a evolução dos anos, tornar o modelo mais robusto, facilitando a implementação das atividades orientadas às necessidades do ambiente produtivo. Os resultados obtidos foram a melhora de 477% na Auditoria da empresa desde o início dos trabalhos com orientação à Produção Enxuta e atingiram as metas de evolução anual estabelecida pela auditoria e 16% melhor que as empresas do grupo na Auditoria de Produção Enxuta.

Na sequência, apresentam-se sugestões para trabalhos futuros:

- Aplicação de modelo de implementação da Filosofia Enxuta em processos administrativos baseado no DMAIC;
- Aplicação de modelo de implementação da Filosofia Enxuta na área de serviços baseado no DMAIC;
- Aplicação de modelo de implementação da Produção Enxuta baseados no DMAIC em fluxo de valor estendido (fornecedores e clientes);
- Realizar a conexão de modelo de implementação da Produção Enxuta com processos administrativos baseado no DMAIC.
- Realizar a conexão de modelo de implementação da Produção Enxuta da empresa com Fornecedores baseado no DMAIC.
- Realizar a conexão de modelo de implementação da Produção Enxuta da empresa com Cliente baseado no DMAIC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOWICH, E. Lean six sigma's new look. **ASQ Six sigma forum magazine, ABI/INFORM Global**, v. 7, n. 2, p. 38, 2008.

ALLEN, D. K.; LAURE, P. Exploiting lean six-sigma quality tools to improve test and other processes, p; 509-514, **IEEE AUTOTESTCON**, Set. 2006

ANDERSSON, R.; ERIKSSON, H.; TORSTENSSON, H. Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. **The TQM Magazine**, Vol. 18, Iss: 3, p.282 – 296, 2006.

ANNAMALAI, C. Combining innovation with six sigma. **ASQ Six Sigma Forum Magazine, ABI/INFORM Global**, v. 7, n. 2, p. 36, Feb 2008.

ANTONY, J.; ESCAMILLA, J. L.; CANE, P. Lean sigma. **Manufacturing Engineer**. pag. 40-42, April 2003.

ANTONY, J.; FOURTIS, F.; BANUELAS, R.; THOMAS, A. Using six sigma. **IEE Manufacturing Engineer**, pag 10-12, Feb/March 2004.

ARNHEITER, E. D., MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM Magazine**. Vol. 17, N. 1, p. 5-18, 2005.

BALLE, F.; BALLÉ, M. Lean Development. **Business strategy Review**. V. 16, Issue 3, P. 17–22, Autumn 2005.

BENDELL, T.A review and comparison of six sigma and the lean organizations, **The TQM Magazine**, V. 18 Iss: 3, P. 255 – 262, 2006.

BERNSTEIN, R. **Lean Culture**. PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM, New York: Productivity Press, 2005, 151 p.

BOSSERT, J.; GRAYSON, K.; HEYWARD, J.; KESTERSON, R.; WINDSOR, S. Your opinion: Are six sigma and lean manufacturing really different? **ASQ Six sigma forum magazine**, **ABI/INFORM Global**, p. 38, nov 2002.

BUEL, R. S.; TURNIPSEED, S. P. Application of Lean Six Sigma in Oilfield Operations. **Annual Technical Conference and Exhibition**, p. 5-8 , 2004.

CALADO, Robinson Damasceno. **Método de diagnóstico de empresa: uma abordagem segundo os princípios Lean**. 2011. 226 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAMPOS, Luiz Dalmir. **Aplicação do conceito de mentalidade Enxuta ao projeto de sistemas de manufatura; estudo de caso**. 2000, 94 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DENNIS, P. **Fazendo acontecer a coisa certa**. Editora Lean Institute Brasil. 2007. 247 p.

DOERMAN, S. Finding Value in Lean. **Industrial Engineer**, V. 41, N. 8, P.30-33, Aug 2009.

EARLS, A. The yin and yang of lean six sigma. **World class manufacturing**. Nov 2006.

ECKES, G. **The Six Sigma Revolution: how General Electric and others turned process into profits**. New York: John Wiley & Sons, 2001, 288 p.

EMILIANI, B.; STEC, D. Improving your Lean Transformation. **Superfactory**, V. 5 Number 2, February 2004.

ENGLE, P. No choice required. **Industrial Engineer**. V. 36, n. 12, p. 26, 2004.

FILIPPO, M. S. Lean Time, Lean Measures. **Manufacturing Today magazine**. Jan/fev 2002.

FLINCHBAUGH, J. Beyond Lean: Building Sustainable Business and People Success through New Ways of Thinking by, **Center for Quality Management Journal**, v. 10, n. 2, p. 37-50, Winter 2001.

FUMAGALI JUNIOR, Adionil Jose. **Implementação de manufatura enxuta em ambiente de montagem e impacto das variabilidades na produtividade do sistema**. 2001. 122p.

Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed**. McGraw-Hill, 2002, 320 pag.

GLAUSER, E. G. The Toyota Phenomenon. **The Swiss Deming Institute**, p. 1-16, April 2005.

GRAZIER, P. **Kaizen Teian 1**. Productivity Press. New York, 1997, 197 p.

HENDERSON, K M.; EVANS, J. R. Successful implementation of six sigma: benchmarking GM Company. **Benchmarking: an International Journal**, v. 7, n. 4, p. 260-281, 2000.

IMAI, M. **Kaizen**. Editora IMAM, São Paulo, 1995. 236 p.

IMAI, M. **Gemba Kaizen**. Editora IMAM. São Paulo, 1997. 1ª edição. 332 p.

JARCHOW, B. Dueling paradigms. **Assembly**, v. 48, i 2, p. 88, Fev 2005.

JIN, M.; ZHAO, Z. Combining Six Sigma With Kaizen Blitz for Enhancing Process Interaction. **Applied Mechanics and Materials** V. 26-28, P. 1220-1225. Trans Tech Publications, Switzerland, 2010.

KLIPPEL, B. **A design methodology for Automotive Component Manufacturing System**. 1998, 94 p. Master Degree at Massachusetts Institute of Technology.

KOENIGSAECKER, G. A Manager's guide to implementing Lean. **Washington Manufacturing Services**, V. 2, I. 2, Summer 2001

KOTTER, J. P., COHEN, D. S. **The Heart of Change**. Harvard Business School Press. 2002, 185 p.

LANDER, E.; LIKER, J. K. The Toyota Production System and art making highly customized and creative products the Toyota way. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 16, p. 3681-3698, Ago. 2008.

LARAIA, A. C.; MOODY, P. E.; HALL, R. W. **The Kaizen Blitz**. Edited by National Association of Manufacturers, 1999, 269 p.

LEE-MORTIMER, A. Six Sigma: a vital improvement approach when applied to the right problems, in the right environment. **Assembly Automation**, Vol. 26, Iss: 1, pp. 10 – 17, 2006.

LEVENTON, W. Manufacturers get lean to trim waste. Those who advocate lean strategies tout the savings in labor, space, and time on the plant floor and beyond. **MDDI Medical Device and Diagnostic Industry**, V. 26; N. 9, P. 64-73. Set 2004.

LIKER, J. K. **Becoming Lean**. Cap. 14. Crossroads: Which way will you turn on the road to Lean?. Productivity Press. Portland, Oregon. 1997, 560 p.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Artmed Editora S.A.,2005, 316 p.

LIXIA, C.; BO, M. Research on the Five-stage Method for Chinese Enterprises to Implement Lean Production. **IEEE. International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management**, V. 2, P. 1135 – 1138, 2010.

MAGNUSSON, K.; KROSLID, D.; BERGMAN, B. **Six Sigma: the pragmatic approach**. Lund, Sweden: Studentlitteratur, 2003, 480 p.

MANN, D. **Creating a Lean Culture**. Productivity Press, 2005, 211 pag.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. Editora Atlas S.A., 1996, 3ª. Edição, 231 pag.

MARSELLI, M. Lean manufacturing/ Six sigma. **Wire Journal International**. V. 37, n. 2, P. 40-2, 44, 46-9. 2004.

MARTINS, G. A. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. Editora Atlas, São Paulo. 1998, 136 p.

MAY, M. E. **Toyota: a fórmula da inovação** Editora Elsevier, 2007, 4ª reimpressão, 242. pág.

MICHEL, R. **To drive sustainable quality improvement, lean embraces Six Sigma.** MSI. Oak Book. Sep 2004. Vol. 22, iss. 9; pg. 40.

MOORE, R. Innovation: The large and small to it. **Plant Engineering.** Barrington. V. 58, N. 3, Pag 21-2 , Mar 2004.

NAVE, D. How to compare six sigma, lean and theory of constraints, A framework for choosing what's best for your organization. **Quality progress.** Milwaukee. V. 35, N. 3,P. 73-79, 2002.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção.** Porto Alegre. Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1997, 149 p.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The Six Sigma Way: how GE, Motorola and other top companies are honing their performance.** McGraw-Hill, New York, 2000. 448p.

POJASEK, R. B., Lean, Six Sigma, and the Systems Approach: Management Initiatives of Process Improvement. **Environmental Quality Management.** V. 13, I. 2, p. 85–92, Winter 2003.

ROPER, B. Managing change is critical. **Assembly.** Mar 2005, v.48, I. 3, P. 80.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999, 97p.

SHIELS, J. T.; KILPATRICK, A.; POZSAR, M.; ARELLANO, L. G. R.; REYNAL, V.; QUINT, M.; SCHOONMAKER, J. Lean Implementation considerations in factory operations of low volume/ high complexity production systems. **Lean Aircraft Initiative.** Report series. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge. MA, Nov. 1997

SILVA, I. B.; MIYAKE, D. I.; MAESTRELLI, N. C.; BATOCCHIO, A.; AGOSTINHO, A. Integração das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão e Produção.** vol.18, n.4, pp. 687-704. 2011.

SMITH, B. Lean and Six Sigma – a one-two punch. **Quality Progress.** Milwaukee. Vol. 36. N. 4, p. 37, 5 pgs. Apr. 2003.

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o Pensamento A3**. Artmed Editora. 2008. 192 pag.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção. **Harvard Business Review**. Set/out 1999.

SPEAR, S. Learning to Lead at Toyota. **Harvard Business Review**. May 2004.

SUH, N. P.; COCHRAN, D. S.; LIMA, P. C. Manufacturing System Design. **48th. CIRP – General Assembly**, Greece, V. 47, I. 2, Pages 627–639,1998.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação**. Cortez Editora, 12^a. Edição, 2003, 108 p.

THOMAS, A.; BARTON, R.; CHUKE-OKAFOR, C. Applying lean six sigma in a small engineering company - a model for change, **Journal of Manufacturing Technology Management**, Vol. 20 Iss: 1 pp. 113 – 129, 2008.

TIMANS, W.; ANTONY, J.; AHAUS, K.; SOLINGEN, R. VAN. Implementation of Lean Six Sigma in small- and medium-sized manufacturing enterprises in the Netherlands. **Journal of the Operational Research Society**, V. 63, 339–353, 2012.

TONINI, A. C.; LAURINDO, F. J. B.; SPINOLA, M. de M. An application of six sigma with lean production practices for identifying common causes of software process variability. **PICMET 2007 Proceedings**, p. 2482-2490, Aug 2007.

WALLEY, R. B. Lean Manufacturing. A practical guide to implement. Lean /agile in the automotive industries. **Proceedings of the 27th International Symposium on Automotive Technology and Automation**. P. 579-586, Out 31-nov 4 1994.

WANG, L.; XU, Z.; WANG, Y.; ZHANG, M.; SONG, Y.; LI, X. Research on the Application of Lean Production in the Independent Automobile Enterprise. **IEEE 2010, 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management(IE&EM)**, p. 571-576, 29-31 Oct. 2010.

WANG, L.; MING, X.G.; KONG, F.B.; LI, D.; WANG, P.P. Focus on implementation: a framework for lean product development. **Journal of Manufacturing Technology Management**. V. 23, No. 1, pp. 4-24, 2012.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. **A mentalidade Enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro. Editora Campos, 1998, 427 pag.

WOMACK, J. P. Why Toyota won. **Comentary**. Fev 2006, p. A16.

YIN, R. K. **Estudo de caso – Planejamento e métodos** Bookman, 2001 – 2. ed., 205 p.

GLOSSÁRIO

5S: Um sistema de padronização e organização do local de trabalho.

Análise dos 5 porquês: Uma técnica para resolver problemas que implica em continuamente perguntar até que se encontre a causa original.

Andon: Uma parada de linha; normalmente uma corda que o trabalhador pode puxar para parar a linha de montagem quando este detecta um defeito; um exemplo de *jidoka*.

As sete ferramentas da qualidade: Ferramentas para a solução de problemas, desenvolvidas no Japão e na América do Norte ao longo do século passado. Incluem gráficos, diagrama de Pareto, histogramas, gráficos de controle, folhas de verificação e diagrama de dispersão.

Automação: Transferência da inteligência humana para equipamentos automatizados de modo a permitir que as máquinas detectem a produção de uma única peça defeituosa e suspendam imediatamente o seu funcionamento. Conceito também conhecido como *Jidoka*.

Célula: Um grupo de pessoas, máquinas, materiais e métodos arranjados de tal forma que as etapas do processo estejam próximas e em ordem sequencial para que as peças possam ser processadas uma de cada vez. O objetivo de uma célula é manter um fluxo contínuo e eficiente.

Cinco porquês: Prática, introduzida por Taichi Ohno, de perguntar “por que” cinco vezes toda vez que nos encontramos diante de um problema, a fim de identificar sua causa básica, para que se possa desenvolver e implementar contra-medidas eficazes.

Controle visual: Colocação, em lugar de total visibilidade, de ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores do desempenho do sistema de produção, para que todos os envolvidos possam entender de imediato as condições do sistema.

Diagrama de Pareto: Uma ferramenta usada para resolver problemas. Consiste de um gráfico de barras mostrando fatores que possivelmente contibuem para o problema em ordem decrescente.

Diagrama espinha de peixe: Uma ferramenta de *brainstorming* e resolução de problemas; também conhecido como diagrama de causa e efeito.

DMAIC: Acrônimo de um Sistema de Melhoria /Gestão de Processos significando Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*).

Empurrar: Produzir um item independente da demanda real; cria *muda* de superprodução.

Entrada: Qualquer produto, serviço ou informação que entra no processo advindo de um fornecedor.

Estoque em processo: Prática de produção em massa através do qual se produzem grandes lotes de uma peça, e em seguida, envia-se o lote para uma fila de espera, antes da próxima operação no processo de produção.

Fluxo contínuo: Em sua forma pura, fluxo contínuo significa que itens são processados e movidos diretamente para o próximo processo uma peça de cada vez. Cada etapa do processo encerra seu trabalho imediatamente antes da próxima etapa do processo necessitar o item, e o tamanho do lote de transferência é um.

Fluxo de valor: Uma série de etapas necessárias para levar um produto ou serviço até o cliente.

Gemba: O lugar real, ou o lugar específico. Em geral, quer dizer o chão de fábrica e outras áreas onde o trabalho é feito.

Genchi genbutsu: Vá e veja, vá até o lugar real e veja o que de fato está acontecendo.

Heijunka: Nivelamento de produção.

Hoshin Kanri: Um sistema de planejamento estratégico desenvolvido no Japão e na América do Norte nos últimos 30 anos. Também conhecido como disposição de políticas estratégicas.

Just-in-time: Sistema de produção e entrega das mercadorias certas no momento certo e na quantidade certa. Os elementos-chave do *Just-in-time* são fluxo, puxar, trabalho padrão e tempo *takt*.

Kaizen: Uma pequena melhoria incremental. Atividades *kaizen* devem envolver a todos, independente de sua disposição.

Kanban: Um pequeno cartaz ou quadro, uma instrução para produzir ou fornecer alguma coisa, em geral um cartão, normalmente incluindo os nomes do cliente e do fornecedor, as informações sobre transporte e armazenamento, um elemento central do sistema *Just-in-time*.

Mapa do fluxo de valor: Um diagrama, normalmente desenhado a mão, que mostra a série de etapas necessárias para levar um produto ou serviço até o cliente. Também conhecido com diagrama de fluxo de informação e material.

Muda: Desperdício.

Mura: Irregularidade.

Muri: Sobrecarga, seja ela física ou mental.

Nivelamento de Produção: Criação de um “cronograma nivelado” por meio do seqüenciamento dos pedidos em um padrão repetitivo e eliminação das variações cotidianas nos pedidos totais, de modo a corresponder à demanda de longo prazo.

Padrão: A melhor forma que conhecemos no momento. Padrões no sistema enxuto mudam á medida que descobrimos formas melhores de trabalhar. É uma imagem clara e simples daquilo que devia estar acontecendo.

PDCA: *Plan-Do-Check-Act*. Ciclo desenvolvido por Walter Shewhart na década de 30 e aprimorado por W. Edwards Deming.

Poka-Yoke: Um dispositivo barato e robusto que elimina a possibilidade de um defeito alertando o operador de que ocorreu um erro.

Puxar: Produzir um item apenas quando o cliente pedir. Normalmente o cliente “retira” o item e se “preenche a lacuna” resultante.

Saída: Qualquer produto, serviço ou informação saindo de ou resultante das atividades do processo.

Seis Sigma: Termo utilizado para descrever que utilizam medições de processo baseado em sigma e ou buscam desempenho de nível Seis Sigma. O nível de desempenho Seis Sigma equivale a produzir apenas 3,4 defeitos para cada milhão de oportunidades ou operações.

SIPOC: Acrônimo, em inglês, para Fornecedor, Entradas, Processo, Saídas e Cliente (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers*); permite a imediata visão de alto nível de um processo.

SMART: *simple* (simples), *measurable* (mensurável), *achievable* (alcançável), *reasonable* (razoável) e *trackable* (rastreadável). Refere-se a metas e alvo.

Supermercado: Um estoque controlado de item usado para programar a produção em um processo fluxo acima. Normalmente localizado próximo ao processo fluxo acima para tornar as necessidades do cliente visíveis.

Tempo de ciclo: Todo o tempo dispendido em um processo; inclui tempo efetivo de trabalho e tempo de espera.

Tempo takt: Tempo de produção disponível dividido pelo índice da demanda do cliente. O tempo takt define o ritmo de produção de acordo como o índice de demanda do cliente.

Trabalho padrão: Descrição precisa de cada atividade de trabalho que especifica o tempo de ciclo, tempo *takt*, a sequência de trabalho de tarefas específicas e o estoque mínimo de peças disponíveis necessário para realizar a atividade.

Valor: Capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente.

Variação: Mudança ou flutuação de uma característica específica que determina o quão estável ou previsível o processo pode ser; afetada pelo ambiente, por pessoas, maquina /equipamento,

métodos /procedimentos, medições e materiais; qualquer melhoria de processo deveria reduzir ou eliminar variação.