

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THIAGO DE FRANCISCHI AMORIM SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE  
UM SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO PARA CHÃO DE  
FÁBRICA PARA AMBIENTES DE PRODUÇÃO ENXUTA**

São Carlos

2010



Thiago de Francischi Amorim Silva

**DESENVOLVIMENTO DE UM ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA  
DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO PARA CHÃO DE FÁBRICA PARA AMBIENTES  
DE PRODUÇÃO ENXUTA**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão de Mudança e Melhoria Organizacional

Orientador: Prof.º Associado Antonio Freitas Rentes

São Carlos

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S586d Silva, Thiago de Francischi Amorim  
Desenvolvimento de um roteiro para implantação de um sistema de medição de desempenho para chão de fábrica para ambientes de produção enxuta/ Thiago de Francischi Amorim Silva; orientador Antonio Freitas Rentes. -- São Carlos, 2010.


Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Gestão de Mudança e Melhoria Organizacional) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Produção enxuta. 2. Medição de desempenho. 3. Melhoria contínua. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

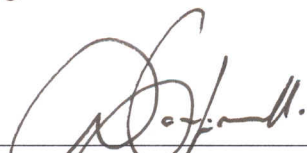
Candidato(a): Engenheiro THIAGO DE FRANCISCHI AMORIM SILVA.

Dissertação defendida e julgada em 02.12.2010 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Associado **ANTONIO FREITAS RENTES – (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

*aprovado*



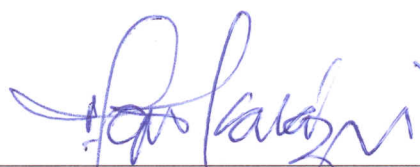
Prof. Associado **LUIZ CESAR RIBEIRO CARPINETTI**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

**APROVADO**



Prof. Dr. **ROBERTO ANTONIO MARTINS**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

**APROVADO**



Prof. Associado **AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIS**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção



Prof. Associado **PAULO CÉSAR LIMA SEGANTINE**  
Suplente do Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC



## RESUMO

SILVA, T. F. A. (2010). *Desenvolvimento de um roteiro para implantação de um sistema de medição de desempenho para chão de fábrica para ambientes de produção enxuta*. Dissertação de Defesa (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

O novo contexto de competição entre empresas é baseado em um ambiente dinâmico e turbulento onde as empresas buscam inicialmente a sobrevivência que se traduz em rapidez na tomada de decisões e flexibilidade na produção. Nesse contexto, a implantação de Produção Enxuta se tornou uma opção bastante comum neste tipo de ambiente. A literatura apresenta diversos modelos de Sistema de Medição de Desempenho aplicáveis em Produção Enxuta. Este trabalho busca contribuir com estes modelos, incorporando às medidas operacionais, medidas de acompanhamento das melhorias e de sustentabilidade dos procedimentos implantados. Além de uma revisão bibliográfica para o tema Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta, este trabalho analisa três casos de ambiente de produção enxuta e os parâmetros do sistema de medição de desempenho utilizados para avaliar essas empresas. O resultado é a geração de um roteiro para um Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta focado no desempenho operacional, melhoria contínua e na sustentabilidade dos procedimentos implantados.

Palavras - chaves: Produção Enxuta, Medição de Desempenho, Melhoria Contínua.

## **ABSTRACT**

SILVA, T. F. A. (2010). *Development of a roadmap for implementing a performance measurement system for production in lean manufacturing environments*. Dissertação de Defesa (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

The new context of competition between companies is based on a dynamic and turbulent environment where firms initially seek survival which translates into faster decision making and production flexibly. In this context, implementation of Lean Production has become very common in this type of situation. The literature presents several models of performance measurement system applicable to Lean Production. This paper seeks to contribute to these models, incorporating operational measures, improvement measures and sustainability measure of deployed procedures. Besides a review of the subject Performance Measurement System for Lean Production, this paper analyzes three cases of lean manufacturing environment and parameters of performance measurement system used to measure these companies. The result is the generation of a roadmap for a Performance Measurement System for Lean Manufacturing focuses on operational performance, continuous improvement and sustainability of deployed procedures.

**Keywords:** Lean Production, Performance Measurement, Continuous improvement.



## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 - VISÃO SISTÊMICA DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO.....	27
FIGURA 2 – RECORTE DO SMD EXISTENTE.....	31
FIGURA 3 – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SMD .....	33
FIGURA 4 - CASA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA .....	34
FIGURA 5 - A3 .....	44
FIGURA 6 - CATEGORIAS DE MELHORIAS EM CÉLULAS.....	48
FIGURA 7 - MODELO PARA SUSTENTABILIDADE .....	50
FIGURA 8 - MAPA DE RELACIONAMENTOS DE MEDIDAS .....	59
FONTE ADAPTADA: MASKELL E BAGGALEY (2003).....	59
FIGURA 9 - ELEMENTOS PARA O SUCESSO DE UM SISTEMA <i>LEAN</i> .....	61
FIGURA 10 - ELEMENTOS DO SMD .....	63
FIGURA 11 - EXEMPLO DE UM MAPA DE RELACIONAMENTO DE INDICADORES PARA PRODUÇÃO ENXUTA .....	64
FIGURA 12 - ESTRUTURA DE ANÁLISE PARA MEDIÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA .....	66
FIGURA 13 - ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS .....	66
FIGURA 14 - MELHORIA CONTÍNUA .....	66
FIGURA 15 - ZERO DEFEITOS.....	67
FIGURA 16 - <i>JUST IN TIME</i> .....	67
FIGURA 17 - PUXADA AO INVÉS DE EMPURRADA .....	67
FIGURA 18 - TIMES MULTIFUNCIONAIS .....	68
FIGURA 19 - RESPONSABILIDADES DESCENTRALIZADAS.....	68
FIGURA 20 - FUNÇÕES INTEGRADAS .....	68

FIGURA 21 - SISTEMAS DE INFORMAÇÕES VERTICAIS.....	68
FIGURA 22 - MODELO PARA PRODUÇÃO ENXUTA.....	69
FIGURA 23 - ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS .....	70
FIGURA 24 - MELHORIA CONTÍNUA .....	70
FIGURA 25 - TIMES MULTIFUNCIONAIS .....	70
FIGURA 26 - PRODUÇÃO E ENTREGA <i>JUST IN TIME</i> .....	70
FIGURA 27 - INTEGRAÇÃO COM OS FORNECEDORES .....	70
FIGURA 28 - SISTEMAS DE INFORMAÇÕES FLEXÍVEIS .....	71
FIGURA 29 - DMAIC .....	89
FIGURA 30 - TEMPO MÉDIO DE <i>SETUP</i> .....	95
FIGURA 31 - 1ª FOLHA - META .....	97
FIGURA 32 - 2ª FOLHA - APONTAMENTO .....	97
FIGURA 33 - 4ª FOLHA – CAUSAS DE NÃO CUMPRIMENTO DA META .....	98
FIGURA 34 - 5ª FOLHA – PLANO DE AÇÃO .....	99
FIGURA 35 - TOTEM.....	99
FIGURA 36 - CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES .....	100
FIGURA 37 - <i>CHECK LIST</i> DE SUSTENTABILIDADE .....	108
FIGURA 38 - GRÁFICO DE BOLINHAS .....	109
FIGURA 39 - GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO .....	110
FIGURA 40 - CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES .....	112
FIGURA 41 - <i>CHECK LIST</i> DE SUSTENTABILIDADE .....	120
FIGURA 42 - GRÁFICO DE BOLINHAS .....	121
FIGURA 43 - GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO .....	121
FIGURA 44 - GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO DE MELHORIAS .....	123
FIGURA 45 - CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES .....	125

FIGURA 46 - ROTEIRO PROPOSTO ..... 139

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - CATEGORIAS DE NÍVEL DE IMPLANTAÇÃO EM CÉLULAS .....	48
TABELA 2 - QUADRO DE INDICADORES DE DESEMPENHO .....	60
TABELA 3 - INDICADORES DE DESEMPENHO PARA O CHÃO DE FÁBRICA .....	71
TABELA 4 - INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A EMPRESA .....	72
TABELA 5 - INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A CADEIA DE SUPRIMENTOS .....	72
TABELA 6 - COMPILAÇÃO DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO .....	78
TABELA 7 - CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO .....	83
TABELA 8 - ESCALA DE MEDIÇÃO: PRINCÍPIOS, SISTEMAS E FERRAMENTAS .....	85
TABELA 9 - ESCALA DE MEDIÇÃO: RESULTADOS .....	86
TABELA 10 - MODELO DE DESCRIÇÃO DAS MÉTRICAS .....	91
TABELA 11 - DESCRITIVO DAS MÉTRICAS DE RESULTADO .....	93
TABELA 12 - CALENDÁRIO DE EVENTOS <i>KAIZENS</i> .....	94
TABELA 13 - DESCRITIVO DAS MEDIDAS DE ACOMPANHAMENTO .....	96
TABELA 14 - DESCRITIVO DAS MÉTRICAS DE RESULTADO .....	104
TABELA 15 - CALENDÁRIO DE EVENTOS <i>KAIZENS</i> .....	105
TABELA 16 - DESCRITIVO DAS MEDIDAS DE ACOMPANHAMENTO .....	111
TABELA 17 - DESCRITIVO DAS MÉTRICAS DE RESULTADO .....	117
TABELA 18 - CALENDÁRIO DE EVENTOS <i>KAIZENS</i> DA EMPRESA C .....	118
TABELA 19 – DESCRITIVO DOS INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO .....	124
TABELA 20 - COMPILAÇÃO DOS SMDs DOS ESTUDOS DE CASOS .....	129
TABELA 21 - PRINCÍPIOS, SISTEMAS, FERRAMENTAS .....	130
TABELA 22 - RESULTADOS .....	131

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AV – Atividade que agrega valor

BSC – *Balanced ScoreCard*

EK – *Evento Kaizen*

FIFO – *First in, first out*

FTT – *First time through*

JIT – *Just in time*

LAI – *Lean advancement initiative*

LESAT – *Lean enterprise self assessment Tool*

LT – *Lead Time*

MTO – *Make-to-Order*

NAV – Atividades que não agregam valor

OEE – *Operational equipment effectiveness*

PMQ – *Performance Measurement Questionnaire*

ROI – *Return over investments*

SMART – *Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique*

SMD – Sistema de medição de desempenho

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SWIP – *Standard work in process*

TPT – *Toda parte toda*

TQM – *Administração da qualidade total*

WIP – *Work in process*

## SUMÁRIO

Resumo .....	5
Abstract.....	6
Lista de Figuras .....	7
Lista de Tabelas .....	10
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	11
1. Introdução.....	16
1.1. Contexto .....	16
1.2. Apresentação do problema .....	18
1.3. Objetivo .....	19
1.4. Classificação da Pesquisa .....	19
1.5. Estrutura do texto .....	22
2. Medição de Desempenho .....	24
2.1. Medição de desempenho .....	24
2.2. Sistema de medição de desempenho .....	27
2.2.1. Evolução dos sistemas de medição de desempenho.....	28
3. Produção Enxuta.....	34
3.1. Ferramentas da Produção Enxuta .....	41
3.1.1. Fluxo Contínuo .....	41
3.1.2. Sistemas Puxados de Produção .....	42
3.1.3. SMED .....	43
3.1.4. A3 .....	44
3.1.5. Eventos <i>kaizen</i> .....	45

---

3.2.	Produção Enxuta Sustentável .....	46
3.3.	Medição de Desempenho <i>Lean</i> .....	52
3.3.1.	Proposta de Maskell e Baggaley (2003).....	53
3.3.2.	Proposta de Cardoza e Carpinetti (2005).....	59
3.3.3.	Proposta de Esposto (2008).....	60
3.3.4.	Proposta de Karlsson e Ahlström (1996).....	65
3.3.5.	Proposta de Sánchez e Pérez (2001).....	69
3.3.6.	Proposta de Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008).....	71
3.4.	Conclusão da Revisão Bibliográfica de SMDs para Produção Enxuta .....	77
3.5.	Medição do Nível de Maturidade <i>Lean</i> .....	81
3.5.1.	Proposta do Shingo Prize.....	81
4.	Estudos de Casos .....	87
4.1.	Roteiro dos Estudos de Casos.....	88
4.2.	Empresa A .....	89
4.2.1.	Conclusão do estudo da Empresa A .....	101
4.3.	Empresa B .....	101
4.3.1.	Conclusão do estudo da Empresa B .....	113
4.4.	Empresa C .....	113
4.4.1.	Conclusão do estudo da Empresa C .....	126
5.	Análise dos estudos de caso e proposição de um smd.....	128
5.1.	Análise dos estudos de caso.....	128
5.2.	Proposição de um roteiro para SMD de Produção Enxuta .....	135
6.	Conclusão .....	140
6.1.	Problema apresentado.....	140
6.2.	Considerações finais .....	143



6.3. Trabalhos futuros .....	144
7. Referências Bibliográficas.....	146

# 1. INTRODUÇÃO

---

## 1.1. Contexto

A frequência em que ocorrem as mudanças no mundo empresarial exige das empresas que querem se manter competitivas uma elevada capacidade de adaptação. Nesse sentido, é fundamental que mecanismos para avaliar suas ações e operações tenham totais condições de análise objetiva da situação atual e futura da empresa. Dentro desse contexto, os indicadores de desempenho se tornam mecanismos eficazes para estas análises e avaliações (BOND, 2002).

Considerando os desafios que as empresas estão enfrentando no início do século XXI: demanda variável, baixos estoques, diminuição do tempo de ressuprimento de produção, ciclo de vida dos produtos cada vez menores e produtos customizados, é cada vez mais importante utilizar métodos para desenvolver indicadores de desempenho flexíveis e dinâmicos que se adaptem às mudanças dos sistemas de manufatura (CARDOZA e CARPINETTI, 2005).

Para se adaptar a essas mudanças, as empresas evoluíram seus sistemas produtivos e, nesse contexto, a Mentalidade Enxuta cresceu e ganhou projeção rapidamente, ocupando posição de destaque entre os diversos programas de melhorias. A Mentalidade Enxuta iniciou na manufatura, mas rapidamente evoluiu para os setores administrativos e de negócios, extrapolando os limites da manufatura.

Bateman (2005) afirma que muitas empresas realizam programas de melhorias de processos pela implantação de Produção Enxuta. Esses programas são responsáveis por grandes melhorias nas áreas operacionais. Entretanto, no longo prazo, muitas empresas encontram dificuldades para manter as melhorias originais realizadas durante os eventos *kaizens*. Sendo assim, um novo aspecto passou a ser considerado no processo de implantação de Produção Enxuta, a sustentabilidade destes esforços de melhoria.

Maskell e Baggaley (2003) apresentam um modelo de Sistema de Medição de Desempenho voltado para ambientes de Produção Enxuta. Outros, em consonância com Esposto (2008), exploram as diferenças e adaptações dos Sistemas de Medição de Desempenho (SMD) tradicionais para um SMD focado em Produção Enxuta. Porém esses SMDs levam em consideração apenas os elementos de controle operacional, sem acompanhar o desempenho de melhoria e a sustentabilidade das implantações.

Esses dois aspectos, melhoria contínua e sustentabilidade, são apresentados, juntamente com o desempenho operacional, por Esposto (2008), como os três elementos básicos de um sistema de Produção Enxuta. Porém, esse autor não apresenta um SMD com indicadores que contemplem esses aspectos, apenas salienta que o SMD para Produção Enxuta deve atender a esses elementos.

Portanto, os novos SMDs para Produção Enxuta devem ser capazes de medir os esforços de melhoria contínua com o objetivo de incentivar essa cultura, que, segundo Maskell (2003), é um dos objetivos estratégicos pretendidos por uma empresa na implantação de Produção Enxuta. Além desse aspecto, os novos SMDs para Produção Enxuta devem ser capazes de avaliar o nível de sustentabilidade das melhorias implantadas.

Sendo assim esse novo SMD para Produção Enxuta deve ser capaz de avaliar o desempenho operacional, a capacidade do sistema sempre se manter melhorando e também avaliar a manutenção das melhorias em longo prazo.

## 1.2. Apresentação do problema

Devido à grande diferença entre a Produção em Massa e a Produção Enxuta, já no período de transição entre esses dois sistemas, é fundamental a adoção de um sistema de medição de desempenho que contemple os novos pressupostos gerenciais (CARDOZA e CARPINETTI, 2005).

As diferenças entre esses Sistemas de Produção e as características do Sistema de Medição de Desempenho para esses sistemas foram exploradas em outros trabalhos acadêmicos como: Maskell e Baggaley (2003), Esposto (2008), Cardoza e Carpinetti (2005) e Silva (2007). O trabalho atual visa estudar as características e elementos de um Sistema de Medição de Desempenho para uma implantação de Produção Enxuta Sustentável, ou seja, uma implantação que garanta que os novos procedimentos e os resultados sejam mantidos no longo prazo. Durante este trabalho, os termos Produção Enxuta Sustentável e Sustentabilidade serão utilizados referindo-se a manutenção dos padrões e procedimentos *lean* implantados.

A partir de um sistema de medição de desempenho focado nos princípios da Produção Enxuta é importante observar se ele é capaz de avaliar apenas os resultados operacionais ou se também consegue avaliar a sustentabilidade e continuidade das implantações, mantendo o foco na Melhoria Contínua.

Portanto, as questões que serão analisadas nesse trabalho são:

- *Existe na literatura alguma proposta de SMD que contemple além dos indicadores operacionais, indicadores de melhoria e de sustentabilidade?*

- *Quais indicadores de melhoria e de sustentabilidade podem já ser encontrados na literatura?*
- *Existem na literatura propostas de roteiros de implantação de SMD?*
- *Os roteiros encontrados na literatura apresentam passos relacionados à melhoria e sustentabilidade?*

### **1.3. Objetivo**

O objetivo desse trabalho é desenvolver um roteiro para implantação de um Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta Sustentável que contemple, além dos indicadores operacionais *lean* tradicionais, indicadores de melhoria e sustentabilidade das ações *Lean*.

De forma a possibilitar isso, outros objetivos intermediários são:

- Identificar métodos existentes na literatura pesquisada que possam contribuir para um SMD para Produção Enxuta Sustentável;
- Apresentar aplicações já realizadas de implantação de Produção Enxuta onde SMD's foram implantados;
- Identificar fatores críticos para garantia de sustentabilidade do processo de mudança.

### **1.4. Classificação da Pesquisa**

Segundo Silva e Menezes (2005), toda pesquisa deve ser classificada de acordo com alguns critérios como: natureza da pesquisa, forma de abordagem do problema,

objetivos e procedimentos técnicos. Para cada critério citado existem algumas classificações apresentadas a seguir.

**Natureza da pesquisa:**

- **Pesquisa Básica:** tem como objetivo gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista;
- **Pesquisa Aplicada:** tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos.

Forma de abordagem do problema:

- **Pesquisa Quantitativa:** considera que tudo pode ser traduzido em números. Utiliza técnicas estatísticas (porcentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.);
- **Pesquisa Qualitativa:** considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, sendo que essa relação não pode ser traduzida em números. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

**Objetivos:**

- **Pesquisa Exploratória:** o objetivo é proporcionar familiaridade com o problema de forma a torná-lo mais explícito, construir hipóteses ou ainda, aprimorar idéias. Na sua maioria, estas pesquisas assumem a forma de pesquisas bibliográficas ou estudos de caso;
- **Pesquisa Descritiva:** o objetivo é descrever as características de uma determinada população ou fenômeno, geralmente são utilizados questionários padronizados para coleta de dados;
- **Pesquisa Explicativa:** o objetivo é identificar os fatores que determinar ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofunda o conhecimento.

**Procedimentos técnicos:**

- **Pesquisa Bibliográfica:** elaborada a partir de um material já publicado;
- **Pesquisa Documental:** elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico;
- **Pesquisa Experimental:** elaborada a partir da definição de formas de controle e observações dos efeitos que uma variável pode causar no objeto de estudo;
- **Levantamento:** elaborada através da interrogação direta de pessoas;
- **Estudo de Caso:** elaborada quando envolve o estudo de um ou mais objetos/situações de maneira que se entenda o seu comportamento;
- **Pesquisa *Expost-Facto*:** elaborada quando o experimento se realiza depois dos fatos;
- **Pesquisa-Ação:** elaborada quando é associada a uma ação ou resolução de um problema;
- **Pesquisa Participante:** elaborada a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

A partir das classificações mostradas, a pesquisa aqui apresentada está classificada como:

- **Natureza da pesquisa:** Pesquisa Aplicada, pois é uma aplicação prática de uma solução para um problema específico;
- **Forma de abordagem do problema:** Pesquisa Qualitativa, pois é baseada nas interpretações realizadas durante a aplicação prática, onde as análises acontecem de forma subjetiva;

- **Objetivos:** Pesquisa Exploratória, pois o objetivo do trabalho é explicitar um problema comum em determinadas implantações e apresentar estudos de caso onde é aplicada uma solução para esse problema;
- **Procedimentos técnicos:** Estudo de multicaso, pois foram estudados três casos durante o trabalho. O autor participou da implantação de Produção Enxuta na empresa, porém o desenvolvimento do Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta não foi realizado pelo autor, portanto este trabalho estudou os casos já implantados.

### 1.5. Estrutura do texto

Esse trabalho está organizado e estruturado em sete capítulos descritos a seguir:

O primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre o trabalho, contextualiza e justifica o tema abordado, evidenciando sua importância, define o objetivo, método de pesquisa e a estrutura do trabalho.

O segundo e o terceiro capítulos apresentam a revisão da literatura, na qual foram pesquisados assuntos referentes ao tema discutido e serão utilizados como embasamento teórico para o trabalho em questão. No segundo capítulo os principais temas apresentados são: Sistemas de Medição de Desempenho e Melhoria Contínua. No terceiro capítulo os principais temas apresentados são: Produção Enxuta, conceitos e ferramentas.

O quarto capítulo apresenta os estudos de casos, capítulo no qual as empresas são contextualizadas e as aplicações serão descritas.



O quinto capítulo apresenta a análise e discussão dos estudos de casos e proposição do roteiro de implantação de um Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta Sustentável.

O sexto capítulo apresenta a conclusão do trabalho apresentado.

Por fim, no sétimo capítulo, são citadas as obras utilizadas como referências bibliográficas para a elaboração desta pesquisa.

## 2. MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

---

### 2.1. Medição de desempenho

Segundo Bond (2002), a medição de desempenho pode se entendida como a definição de medidas, com grandeza e extensão para avaliar, regular, adequar, ajustar ou controlar uma determinada atividade.

Para Esposto (2003), medição de desempenho é a criação de métricas com o objetivo de quantificar os resultados das atividades de uma empresa.

O BSC Institute (1998) ressalta a importância da medição de desempenho já que não se melhora o que não é possível medir.

Segundo Kiyon (2001), os objetivos da medição de desempenho são:

- Comunicar a estratégia e clarear os valores da empresa;
- Identificar problemas e oportunidades;
- Entender o processo;
- Melhorar o controle e o planejamento;
- Identificar quando e onde a ação é necessária;
- Mudar os comportamentos;
- Demonstrar o resultado do trabalho;
- Favorecer o envolvimento das pessoas;
- Servir de base para um sistema de remuneração.

Segundo Behn (2003), medição de desempenho é o processo pelo qual uma organização estabelece os parâmetros para avaliar se os programas, investimentos e

aquisições estão atingindo os resultados desejados. De acordo com esse autor existem oito razões para utilizar as medidas de desempenho:

1. Avaliação do resultado de uma empresa dentro dos parâmetros estabelecidos e compará-los com outras organizações;
2. Controle das atividades dos subordinados pelos gerentes;
3. Tomada de decisões referentes, por exemplo, a investimentos ou orçamentos;
4. Motivação pela criação e acompanhamento de metas para os colaboradores;
5. Comemoração do alcance das metas que proporcionam sensação de realização pessoal e coletiva;
6. Validação do sucesso, justificativa de recursos adicionais e apresentação dos ganhos;
7. Aprendizado por meio do desempenho;
8. Identificação dos pontos de melhorias.

Juran & Gryna (1988) afirmam que “Gerenciar é controlar e agir corretamente. Sem controle não há gerenciamento. Sem medição não há controle.”

Já Corrêa e Corrêa (2007) afirmam que medição de desempenho pode ser entendida como o processo de quantificar a eficiência e a eficácia das ações de uma organização. Medidas de desempenho são as métricas utilizadas para quantificar essas ações. Sistema de Medição de desempenho é o conjunto dessas métricas.

Lorino (*apud* SILVA; ARAÚJO, 2006) afirma que a medição e análise de desempenho sempre devem gerar uma ação, caso contrário é desperdício de tempo utilizá-las e analisá-las.

O processo pelo qual a organização gerencia seu desempenho alinhado com sua estratégia e objetivos pode ser entendido como o processo de medição de desempenho (BITTICI; CARRIE; McDEVITT, 1997).

Um bom sistema de medição de desempenho deve ser condizente com a estratégia da empresa, pois é fundamental para a sua comunicação, disseminação e implantação (KAPLAN & NORTON, 1997).

Sobre a relação de medição de desempenho e estratégia da empresa, o BSC Institute (1998) também ressalta a importância das métricas serem desenvolvidas baseadas no planejamento estratégico.

Müller (2001) acrescenta alguns benefícios de incluir a avaliação de desempenho no planejamento estratégico: melhora a objetividade da avaliação, torna possível a decisão baseada em dados e fatos concretos, possibilita o acompanhamento de um histórico, auxilia a definição sobre papéis e responsabilidades, cria referenciais para os processos/atividades, mede o grau de satisfação dos clientes (internos e externos) e monitora as melhorias dos processos e dos resultados.

O mesmo autor afirma que para que uma organização ser competitiva é fundamental a medição dos resultados, globais e locais, para comparação com os objetivos pré-definidos.

Em seu trabalho Neely, Gregory e Platts (1995), afirmam que as medidas de desempenho devem ser analisadas inicialmente de forma individual e em seguida relacionadas em conjunto para criar o Sistema de Medição de Desempenho (SMD). A Figura 1 ilustra essa afirmação.

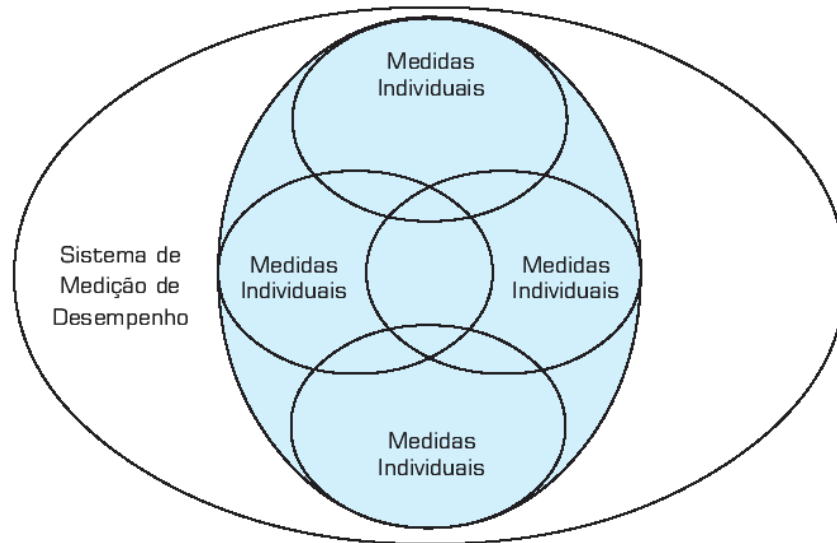


Figura 1 - Visão Sistêmica da Medição de Desempenho  
Fonte: Neely, Gregory e Platts (1995)

## 2.2. Sistema de medição de desempenho

De acordo com Lorezon e Martins (2006), com a adoção de uma nova forma de gerenciar a produção é necessário promover mudanças e melhorias. A função do sistema de medição de desempenho é avaliar a eficácia destas mudanças.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), os dois principais propósitos de um sistema de medição de desempenho são:

- Auxiliar a gestão de operações, pois por meio das medidas é realizado o levantamento de dados, que depois de avaliados e comparados com os padrões são utilizados para tomada de decisões;
- Influenciar comportamentos das pessoas e nos sistemas de operações, alinhados com a estratégia estabelecida.

Segundo Neely (apud CARDOZA e CARPINETTI, 2005), os objetivos dos modelos de avaliação de desempenho são: verificar e comunicar a posição da empresa em relação ao mercado; motivar o progresso e o comprometimento dos funcionários

com as mudanças ou projetos de melhoria que são implantados; e para auxiliar na tomada de decisão sobre o processo de implantação e gerenciamento das melhorias e mudanças empresariais.

Pelas colocações desses autores, pode-se verificar que o sistema de medição de desempenho é um dos elementos principais de um sistema de gestão. Desse modo, se o sistema de gestão torna-se incoerente com as novas formas de organização de produção, o sistema de medição de desempenho provavelmente também é parte dessa incoerência (MARTINS, 1998).

### **2.2.1. Evolução dos sistemas de medição de desempenho**

Esposito (2003) divide os SMDs em duas fases, sendo a primeira até 1980 onde as medidas de desempenho focavam nos resultados financeiros. As medidas mais utilizadas eram ROI (*Return over investments*), custo unitário de fabricação (R\$/peças), produtividade de recursos (pçs/tempo). As principais críticas para esse sistema são que não focava na estratégia e em informações sobre opinião dos clientes ou sobre a concorrência, além de incentivar melhorias pontuais que não garantem a eficácia do sistema como um todo.

Utilizar apenas medidas de desempenho financeiras não permite a análise de fatores importantes como a qualidade dos produtos em termos durabilidade, flexibilidade, disponibilidade; satisfação dos clientes, etc. Em razão disso surgiram diversas pesquisas sobre novas formas de medir o desempenho. (LOREZON e MARTINS, 2006)

Kiyan (2001) enfatiza os problemas desse tipo de sistema, com o foco no processo produtivo e na redução de custos era possível garantir uma vantagem

competitiva, o que se tornou inviável; atualmente os resultados financeiros não são uma boa ferramenta de análise para o gerenciamento diário das operações.

As principais características da segunda fase são que as medidas são alinhadas com a estratégia da organização, incluindo métricas não financeiras como qualidade, entregas, flexibilidade e responsabilidade social/ambiental, que incentivam a melhoria contínua. Esse novo Sistema de Medição de Desempenho foca nos fatores críticos de sucesso, relacionando as métricas hierarquizando e convergindo para um objetivo único (ESPOSTO, 2003).

Esposito (2003) afirma que os principais benefícios da nova fase são conhecer o desempenho dos processos, identificar os pontos críticos que influenciam no desempenho do todo e onde devem ser feitas as melhorias, agilizar a tomada de decisões, auxiliar o processo de implantação e gerenciamento das melhorias e mudanças e definir métricas e conceito em comum para toda a empresa.

Neely, Gregory e Platts (1995) também afirmam que no cenário empresarial as vantagens dos novos modelos de avaliação de desempenho são: incentivar o comprometimento dos funcionários com as mudanças e melhorias que são implantados; auxiliar na tomada de decisão sobre o processo de implantação e gerenciamento das melhorias e mudanças empresariais, além de ressaltar o benefício de verificar e comunicar a posição no mercado que empresa ocupa.

Outro aspecto que evoluiu com os sistemas de medição foi a Gestão Visual, ou seja, a importância em deixar visíveis as informações como qualidade, controle de produção, atrasos na entrega, demanda dos componentes, produtividade para todos, facilitando o acompanhamento e controle (CARDOZA e CARPINETTI, 2005).

Rentes, Van Akeen e Esposito (2001, p. 1) definem um Sistema de Medição de Desempenho como:

Um conjunto de processos e ferramentas para se coletar e analisar dados capaz de apresentar informações sobre o desempenho de uma unidade organizacional de interesse (um grupo ou um time de trabalho, um departamento, um processo, uma divisão).

Os autores ainda completam que um sistema de medição de desempenho deve prover informações que possibilitem a melhor tomada de decisões, para melhorar os resultados.

Rentes (2000) apresenta a importância de se criar um sistema de medição de desempenho em um processo de transformação, ou seja, quando novas ferramentas, conceitos ou métodos estão sendo implantados. Esse autor ressalta a importância da diferenciação do SMD para avaliar o processo de mudança com o SMD existente na empresa. Ele defende que seja realizado um recorte no SMD existente com o objetivo de identificar as métricas que serão utilizadas para avaliar o processo de mudança. Um exemplo desse recorte é apresentado na Figura 2.

O autor chama de SVMD o Sistema Visível de Medidas de Desempenho, sendo o SVMDo o Sistema Visível de Medidas de Desempenho da Organização e o SVMDt o Sistema Visível de Medidas de Desempenho do Processo de Transformação.



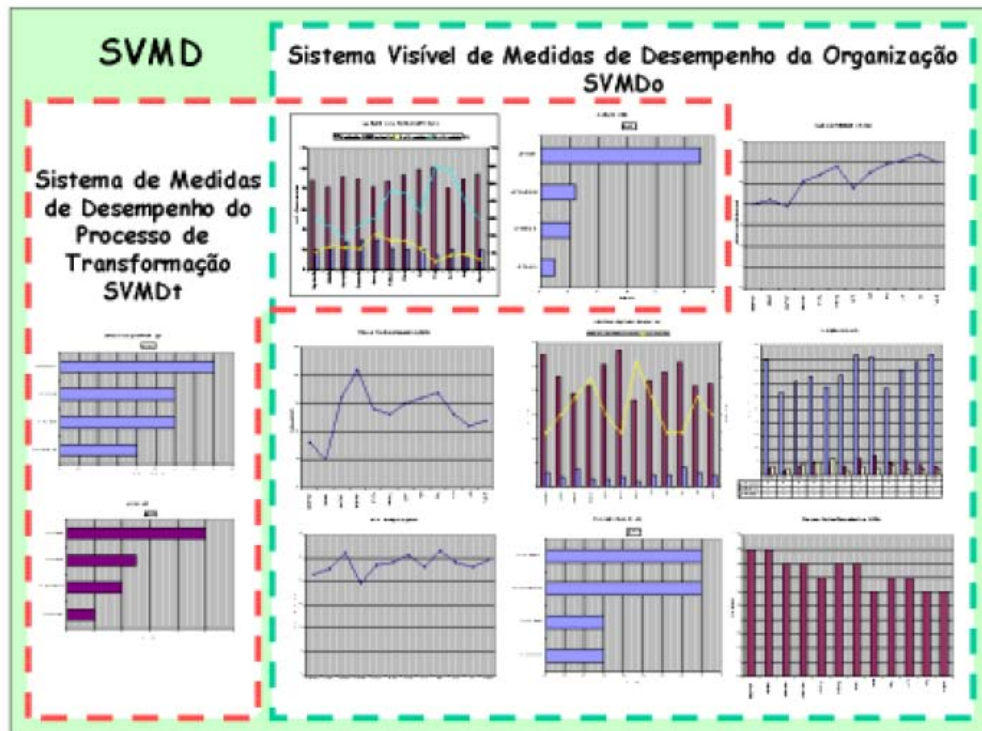


Figura 2 – Recorte do SMD existente  
Fonte: Rentes (2000)

Na Figura 2, o quadrado pontilhado (verde) representa o SVMDo, ou seja, as medidas existentes na empresa e o polígono pontilhado vermelho representa o SVMDt que é formado por novas medidas (as que estão fora do SVMDo) e também por medidas já utilizadas no SVMDo.

Rentes, Van Akeen e Esposto (2001) apresentam o processo para criação de SMD, de acordo com a Figura 3. Os estágios desse processo são:

1. Definir a necessidade de medição: é fundamental entender o que deve ser medido e conseqüentemente porque deve ser medido. Esses autores apresentam que muitas empresas têm falhado nesse processo por negligenciarem esse passo;

2. Criar a infraestrutura para o SM: esses autores enumeram três pontos que consideram importantes para essa infraestrutura: estrutura para o time de desenvolvimento, treinamentos e comunicação com todos envolvidos;
3. Definir o sistema alvo para o SM: esse estágio refere-se a definir para qual unidade organizacional o SM está sendo projetado. A partir daí, definir claramente como é o relacionamento dessa unidade com clientes e fornecedores;
4. Especificar o projeto do SM: nesse estágio são definidas as métricas. Para isso, esses autores seguem as recomendações de Rentes (2000), apresentadas na Figura 2. Inicialmente são levantadas as métricas existentes, em seguida definidas as métricas requeridas, depois é avaliada a diferença entre as duas primeiras etapas (métricas existentes e requeridas) e a partir disso, criam-se as novas métricas requeridas que não existiam. Para finalizar esse estágio, os autores sugerem a definição de um local para visualização das métricas;
5. Definir as necessidades de coleta de dados: nessa etapa é definido o propósito de cada meta, responsável e frequência por apontamento e compilação e o conjunto de ferramentas de suporte que serão utilizadas;
6. Implantar e utilizar o sistema de medição: no estágio de implantação esses autores enumeram quatro etapas: coletar os dados e gerar os gráficos de cada métrica, viabilizar os recursos tecnológicos para coleta e compilação dos dados, treinar os envolvidos na coleta e compilação dos dados e compartilhar as informações com toda a organização
7. Revisar e melhorar o SM: esses autores propõem a avaliação com o intuito de encontrar falhas e melhorar o sistema implantado, mas também sugerem que seja avaliado o impacto do SM na organização.

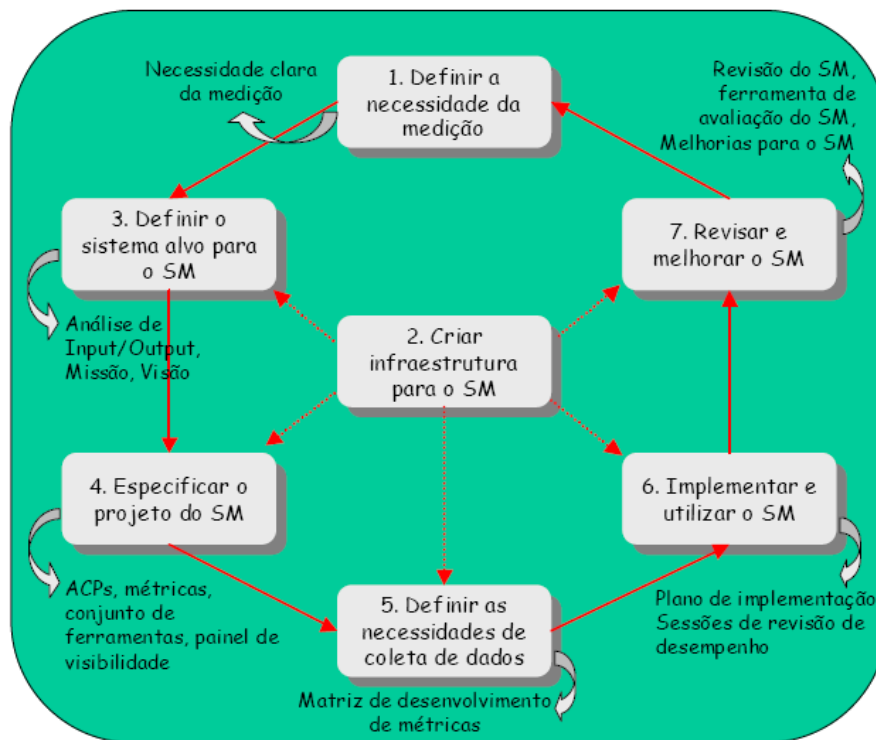


Figura 3 – Processo de desenvolvimento de SMD

Fonte: Rentes, Van Akeen e Esposto (2001)

Existem diversos tipos de modelos de Sistema de Medição de Desempenho, entre eles: SMART, *Balanced Scorecard*, *Performance Prism*, Prêmio Nacional da Qualidade “Malcolm Baldrige, Modelo de Medição de Desempenho para Gestão por Processos”, *Performance Measurement Questionnaire – PMQ*, Sistema de Medição de Desempenho Integrado, Sistema de Medição de Desempenho Integrado e Dinâmico. Nesse trabalho não serão apresentados esses modelos, pois não serão utilizados no decorrer do trabalho.

### 3. PRODUÇÃO ENXUTA

O Sistema Toyota de Produção, também chamado de Produção Enxuta teve seu início na Toyota Motor Company logo após a Segunda Guerra Mundial. Nessa época a indústria japonesa tinha uma produtividade muito baixa comparada com as indústrias norte-americanas, Ford Company e a General Motor, e escassez de recursos, o que naturalmente a impedia adotar o modelo da Produção em Massa. Sendo assim, esse sistema foi criado com o objetivo de fornecer carros com a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto pela eliminação de desperdícios (LIKER, 2005).

A Produção Enxuta está fundamentada sobre dois pilares, o *Just-in-time* (JIT) e *Jidoka*, como pode está apresentado na Figura 4:



Figura 4 - Casa do Sistema de Produção Enxuta

Fonte: Adaptado de Liker (2005, p. 51)

O sistema é representado por uma casa, pois ela é sistema estrutural. Esse sistema só é forte se todas as suas conexões, telhado, bases e pilares, são fortes. O

telhado representa as metas que devem ser seguidas, melhor qualidade, menor custo e *lead time* mais curto. Existem dois pilares, o *Just in Time* (JIT) e o *Jidoka*. No alicerce da casa está o *Heijunka*, Trabalho Padronizado, *Kaizen* e Estabilidade (LIKER, 2005).

*Just in Time* tem como objetivo reduzir ao máximo os estoques usados para proteger a produção. Esse pilar está relacionado com a entrega das peças no exato momento em que serão utilizadas e na quantidade correta. Para isso é necessário que a produção esteja baseada em um fluxo unitário, a quantidade produzida esteja de acordo com o *takt time* (ritmo de consumo pelo cliente) da empresa e a produção seja controlada pela lógica da puxada (LIKER, 2005).

O *Jidoka* tem suas raízes no período pré-guerra. Toyoda, fundador do grupo Toyota, inventou o conceito de *jidoka* no início do século XX, ao incorporar um dispositivo de parada automática em seus teares, o qual interrompia o funcionamento de uma máquina caso um fio se partisse. O objetivo era separar a atividade do homem da atividade da máquina, possibilitando que um mesmo operador trabalhasse em diversas máquinas ao mesmo tempo (LIKER, 2005).

Esses dois pilares da Produção Enxuta têm, por sua vez, como fundamentação o *Heijunka* (nivelamento da produção), o trabalho padronizado, o *Kaizen* (melhoria contínua) e a Estabilidade.

Womack e Jones (1996) apresentam cinco princípios básicos da Produção Enxuta:

- Determinar o que é **valor** sob o ponto de vista do cliente: identificar o que agrega valor para o cliente;
- Identificar o **fluxo de valor**: identificar toda a seqüência de operações e atividades que agregam e que não agregam valor no processo produtivo;

- Implantar **fluxo contínuo**: pela análise da cadeia de valor deve-se implantar fluxo contínuo que é a melhor maneira de reduzir a maioria dos desperdícios;
- Onde não for possível implantar fluxo contínuo estabelecer a **lógica puxada de produção**: em alguns casos não é possível implantar fluxo, deve-se estabelecer a lógica puxada, ou seja, produzir somente o que é necessário e quando for solicitado;
- Buscar **perfeição**: a melhoria contínua deve ser sempre o objetivo da empresa, sempre que o nível satisfatório for alcançado deve-se evoluir em busca de melhorias.

Para atingir os princípios citadas acima, o Sistema Toyota de Produção busca eliminar desperdícios, caracterizados por qualquer tipo de atividade que absorve recursos e não gera valor. Os tipos de atividades definidos por Hines e Taylor (2000):

- **Atividades que agregam valor (AV)**: são atividades que para o cliente final agregam valor ao produto ou serviço, ou seja, o cliente final está interessado em pagar por essas atividades, por exemplo, processos como solda, usinagem, etc.;
- **Atividades desnecessárias que não agregam valor (NAV)**: são atividades que para o cliente final não agregam valor ao produto ou serviço, ou seja, o cliente final não está interessado em pagar por essas atividades e elas não são necessárias. Essas atividades caracterizam os desperdícios e devem ser eliminadas no curto prazo;
- **Atividades necessárias que não agregam valor**: são atividades que para o cliente final não agregam valor ao produto ou serviço, mas são necessárias, ou seja, o cliente final não está interessado em pagar por essas atividades, mas nas circunstâncias atuais elas são necessárias ao processo produtivo. Essas

atividades caracterizam os desperdícios que devem ser reduzidos ao máximo no curto prazo e eliminados no longo prazo. Um exemplo desse tipo de atividade é o *setup*.

Hines e Taylor (2000) ainda completam com a relação entre atividades que agregam e que não agregam valor nas empresas que não implantaram a mentalidade enxuta:

- 5% são atividades que agregam valor;
- 60% são atividades que não agregam valor e são desnecessárias;
- 35% são atividades que não agregam valor e são necessárias.

Ohno (1997) classifica os desperdícios, que devem ser eliminados, gerados pelas atividades que não agregam valor em sete categorias:

- **Superprodução:** esse desperdício é caracterizado por produzir muito ou mais cedo do que a necessidade do cliente;
- **Espera:** esse desperdício pode ser gerado por operadores, máquinas e peças. É caracterizado por operadores olhando as máquinas trabalharem, esperando peças ou componentes; máquinas paradas por faltas de peças e por peças esperando para serem processadas;
- **Transporte:** desperdício gerado pela movimentação por longas distâncias de peças, componentes, matéria-prima ou produtos acabados dentro da fábrica ou entre fábricas;
- **Processamento inadequado:** desperdício caracterizado por processos desnecessários ou ineficientes para produzir as peças, devido ao projeto ou

utilização de ferramentas inadequadas. Pode gerar perda de produtividade e defeitos;

- **Estoque:** é resultado da superprodução e gera conseqüências graves para a empresa, como aumento do *lead time*, aumento de área necessária de armazenagem, aumento de recursos para gerenciamento dos estoques;
- **Movimentação:** diferentemente do desperdício de transporte, esse desperdício está ligado à movimentação dos operadores, sendo caracterizado por qualquer movimento inútil como procura de peças ou ferramentas, armazenamento ou caminhadas;
- **Defeitos:** desperdício gerado por peças defeituosas, sendo refugos (peças perdidas) ou retrabalhos (peças que necessitam ser processadas novamente para serem aproveitadas).

Alguns autores como o Liker (2005), consideram um oitavo desperdício:

- **Desperdício de criatividade dos funcionários:** Perda de tempo, idéias e oportunidades de melhorias devido ao não envolvimento dos funcionários nos processos de melhoria.

Para eliminar esses desperdícios Rother e Shook (1999) propõe sete recomendações:

- **Produza de acordo com o seu *takt time*:** *Takt time* é o ritmo que uma empresa deve produzir uma peça baseado no ritmo de consumo do cliente. O *takt time* é calculado dividindo o tempo disponível por turno pela demanda do cliente por turno, de acordo com a equação 1:

$$Takt\ time = Tempo\ disponível\ por\ turno / Demanda\ por\ turno \quad (1)$$



- **Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível:** Fluxo contínuo significa produzir e passar para o próximo processo uma peça por vez, sem interrupção. Produzir em fluxo contínuo reduz o *lead time* e os estoques em processo, além de facilitar a detecção de defeitos;
- **Use supermercado para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos fluxo acima:** Em alguns pontos do fluxo não é possível utilizar fluxo contínuo e a fabricação de lotes é necessária devido a diversos motivos como:
  - Processos não-dedicados que atendem diversas famílias diferentes com tempos de ciclos muito variados;
  - Processos distantes como, por exemplo, em um fornecedor, o que inviabiliza o transporte de apenas uma peça por vez;
  - Processos com *lead time* muito elevado ou com baixa confiabilidade.

Para esses casos, recomenda-se a utilização de um sistema puxado com supermercados;

- **Tente enviar a programação do cliente para apenas um processo de produção:** Após a implantação de sistemas puxados deve-se programar apenas um processo do fluxo, chamado de processo puxador. A programação desse processo define o ritmo de produção dos processos anteriores. O processo puxador deve ser o primeiro processo após o último supermercado do fluxo, ou seja, a partir do processo puxador não deve mais existir supermercado, somente fluxo contínuo;

- **Distribua a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador (nivele o mix de produção):** Produzir em lotes com grandes quantidades de peças implica na dificuldade de atendimento das necessidades dos clientes que poderão requisitar peças diferentes da que está sendo produzida. Para atender a essa demanda, ao trabalhar com lotes de grandes quantidades, é necessário ter um estoque de produto acabado maior e, por consequência, um *lead time* mais longo para atender aos pedidos. Nivelar o mix de produtos significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo.
- **Crie uma “puxada” inicial com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador (Nivele o volume de produção):** Na quinta recomendação foi nivelado o mix de produção, já na sexta deve-se nivelar o volume de produção. Esse nivelamento deve ser realizado utilizando um *Heijunka Box*. O *Heijunka Box* é um quadro em que é mostrada a programação do processo puxador. Para cada janela de tempo, conhecida como *pitch*, está programado um determinado produto para ser produzido;
- **Desenvolva a habilidade de fazer “toda peça todo dia” nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador:** TPT (toda peça todo dia) é a frequência com que um lote de peças é produzido, ou seja, o intervalo de tempo desde o início de produção de um o tipo de peça até a próxima vez que esse item será produzido. Quanto menor o TPT, maior a flexibilidade do processo e menor os estoques em processos.

### 3.1. Ferramentas da Produção Enxuta

Durante o trabalho foram observadas algumas ferramentas de Produção Enxuta que serão definidas a seguir:

#### 3.1.1. Fluxo Contínuo

Fluxo contínuo significa produzir e movimentar um item por vez ao longo do processo de produção, continuamente, sem interrupções ou estoques intermediários. É conhecido também como fluxo de uma peça ou *one-piece-flow*. O fluxo contínuo pode ser conseguido pela utilização de linhas de montagem ou células (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2007).

Criação de células de produção é a maneira mais tradicional de obter o fluxo contínuo, uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo ocorrem de forma sequencial, uma peça por vez. O layout físico mais utilizado para uma célula é o formato em “U”, pois entre as diversas vantagens, estão: proximidade entre a entrada e a saída da célula, facilitando o controle do material em processo e proximidade entre todos os pontos de trabalho, garantindo a flexibilidade para diversas configurações de balanceamento de trabalho (ROTHER e HARRIS, 2002).

Um pré-requisito para criação de uma célula é que os tempos entre dois processos consecutivos devem ser balanceados, ou seja, parecidos; outro fator que influencia o funcionamento da célula é que ela deve fabricar apenas peças de uma família de produtos, ou seja, um conjunto de todos os produtos de uma fábrica que passam pelos mesmos processos, na mesma seqüência (ROTHER e SHOOK, 1999).

### 3.1.2. Sistemas Puxados de Produção

Sistema Puxado de Produção é aquele cujo os processos fornecedores produzem apenas o suficiente para repor o que foi consumido pelo processo cliente (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2007)

O sistema puxado é controlado pelo *kanban*, termo japonês que quer dizer cartão. *Kanban* é um sistema de informação visual utilizado nos Sistemas Puxados para disparar a produção no processo produtor, indicando o que deve ser produzido, a quantidade que deve ser produzida e o quando deve ser produzido (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Supermercado é estoque dimensionado e controlado pelo número de *kanbans*. Geralmente localiza-se próximo ao processo fornecedor, cada produto tem seu lugar definido e quando um item é removido, um sinal de produção (*kanban*) é enviado para o processo produtor (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2007)

Segundo Smalley (2004), os objetivos em utilizar o Sistema Puxado de Produção são:

- Evitar o a superprodução e, conseqüentemente, os estoques entre processos;
- Enviar ordens específicas com a quantidade exata que deve ser produzida ao processo fornecedor;
- Ser uma forma gestão de visual para controle da produção. Para isso é utilizado o quadro *kanban*, quanto maior o número de cartões no quadro menor o número de peças no supermercado.

Monden (1998) ressalta que para um sistema *kanban* funcionar de forma eficiente deve obedecer os seguintes princípios: o processo cliente necessita retirar produtos do processo fornecedor na quantidade necessária e no tempo necessário; o processo fornecedor precisa produzir na quantidade retirada pelo processo cliente; os

produtos defeituosos nunca podem ser passados ao próximo processo; deve-se, sempre, buscar minimizar o número de kanbans e no cálculo do kanban deve ser considerado pequenas variações na demanda.

### 3.1.3. SMED

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), SMED é a abreviação da expressão em inglês *Single Minute Exchange of Die* e refere-se a uma série de princípios para realizar troca de ferramentas (*setups*) em tempos com um único dígito, ou seja, inferior a 10 minutos.

O princípio do SMED é realizar o maior número de atividades do *setup* externamente, ou seja, com a máquina em funcionamento diminuindo o tempo que a máquina fica parada, por exemplo, garantir que quando um lote é finalizado, as ferramentas e moldes necessários para o próximo lote já estejam disponíveis e próximas a máquina que será realizado o *setup* (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

Shingo (1985) divide o SMED em três estágios:

- **Estágio 1:** Corresponde a classificação e separação do *setup* em *setup* interno (atividades realizadas necessariamente com a máquina parada) e *setup* externo (atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento);
- **Estágio 2:** Corresponde a conversão do *setup* interno em *setup* externo, todas as atividades internas são revistas para verificar se é possível convertê-las em externas, reduzindo assim ainda mais o tempo de *setup*.
- **Estágio 3:** Corresponde a melhoria sistemática de cada operação básica do *setup*, principalmente do *setup* interno.

A troca rápida de ferramenta é uma técnica indispensável para empresas que utilizam máquinas compartilhadas por diversas linhas de produtos para aumentar a flexibilidade de produção.

### 3.1.4. A3

Ferramenta desenvolvida na Toyota para resolução de problemas, em que a análise do problema, as ações corretivas e o plano de ação são descritos em uma folha de papel no formato A3, preferencialmente com gráficos e mapas de fluxo de valor. São utilizados para: promover a melhoria contínua; alinhar as iniciativas, medidas estratégicas na organização, processos e atividades; e como método de resolução de problemas (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2007). Sobek II e Smalley (2008) completam que o A3 (Figura 5) é uma ferramenta muito poderosa que estabelece uma estrutura concreta para implantar o PDCA.

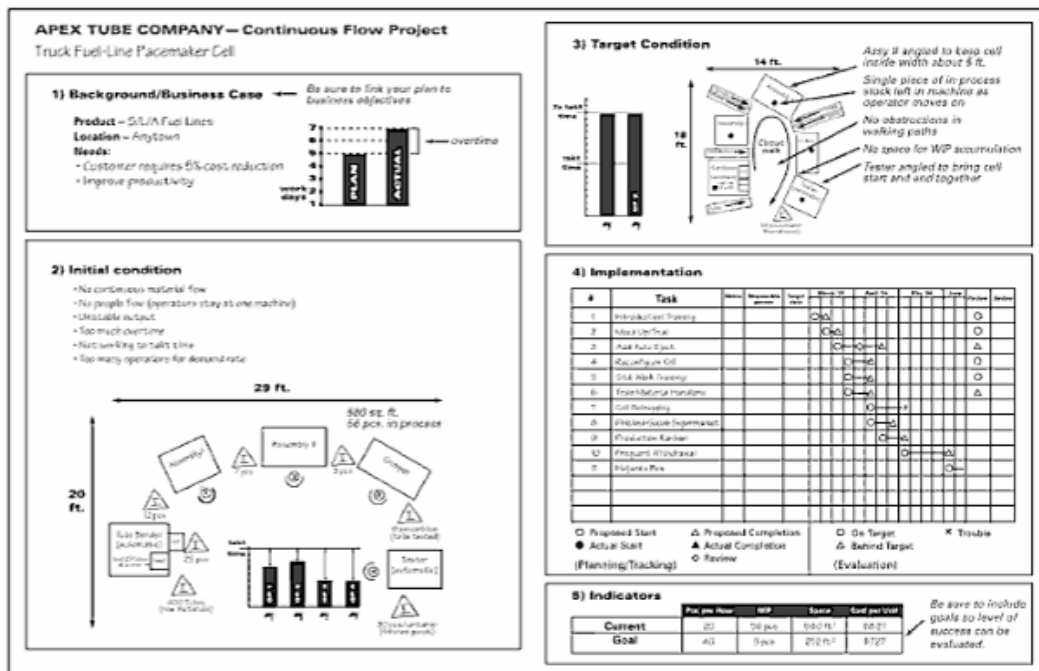


Figura 5 - A3  
Fonte: Lean Enterprise Institute (2007)

Ferro (2009) lista as secções do A3:

- **Objetivos e metas:** Também chamado de requisitos do negócio, é o campo em que deve ficar claro porque realizar a melhoria e qual o objetivo/meta que pretende-se atingir;
- **Situação atual:** Local no qual explica-se o problema. Esse campo deve ser detalhado, se possível visual, com gráficos, tabelas, mapas;
- **Contramedidas propostas:** Também chamado de situação alvo, são as ações que devem ser feitas para atacar os problemas da situação atual e atingir os objetivos e metas;
- **Plano:** Local em que o plano de ação será detalhado, deve ser claro e objetivo, contendo responsáveis e prazos para cada ação;
- **Acompanhamento:** Local no qual são criadas as medidas de acompanhamento para as atividades do plano de ação com o objetivo de avaliar se elas estão sendo seguidas para atingir a meta do A3.

### 3.1.5. Eventos *kaizen*

A palavra *kaizen* significa mudança boa, mudança para melhor, melhoria contínua, sendo o evento *kaizen* uma técnica de implantação de melhorias. Os eventos *kaizen* podem ser de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2007). Há dois níveis de *kaizen* (ROTHER e SHOOK, 1999):

- ***Kaizen* de sistema ou de fluxo:** enfoca no fluxo total de valor. Dirigido ao gerenciamento;

- **Kaizen de processo:** enfoca em processos individuais. Dirigido a equipes de trabalho e líderes de equipe.

Essa técnica é utilizada para a implantação rápida de melhorias, com a participação do nível operacional. Suas características são (NAZARENO, 2008):

- Formação de uma equipe com aproximadamente 10 pessoas;
- A equipe possui cinco dias para cumprir os objetivos;
- A equipe deve ficar inteiramente focada em cumprir os objetivos, sendo liberada das suas atividades operacionais tradicionais;
- A equipe deve ter prioridade na utilização de recursos fabris e na coleta de informações;
- A alta gerência deve apoiar e validar o evento *kaizen*.

### 3.2. Produção Enxuta Sustentável

Segundo Bateman (2005), muitas empresas vêm realizando programas de melhorias de processos através da implantação de Produção Enxuta. Esses programas são responsáveis por grandes melhorias nas áreas operacionais. Entretanto, no longo prazo, elas encontram dificuldades para manter as melhorias originais atingidas durante os Eventos *Kaizens*.

Após sucesso inicial e os resultados positivos desses Eventos *Kaizens* em uma área, a empresa busca replicá-los em outras áreas da fábrica (BATEMAN e DAVIS, 2002). Entretanto sustentar o processo de melhoria é muito complicado e muitas vezes as áreas iniciais voltam ao estado original e o processo de melhoria deve ser recommçado (DALE, 1996).



Yamamoto (2009) completa que no início do período de consciência *Lean*, a maioria dos esforços das empresas está focada em aplicar as técnicas *Lean* no chão de fábrica, como 5S, fluxo contínuo, *kanban*, porém essas empresas encontram muita dificuldade em sustentar isso.

Segundo Jorgsense et. al. (2003), mesmo com o rápido crescimento da Produção Enxuta nas empresas, elas não estão livres de problemas e podem surgir dificuldades de sustentabilidade ao longo prazo. Em seu trabalho eles afirmam que sustentabilidade *Lean* requer atenção na melhoria de desempenho e no desenvolvimento de capacidade.

Womack (2007) adiciona que grande parte dos esforços de implantação de Produção Enxuta está centralizada em evitar que os antigos padrões de trabalho voltem a ser utilizados.

Hines, Holweg e Rich (2004) afirmam que a falta de perspectiva estratégica leva a falta de sustentabilidade nas implantações de Produção Enxuta, pois muitas vezes as discussões sobre Produção Enxuta ficam no âmbito de técnicas e ferramentas, criando uma lacuna com as decisões estratégicas da empresa.

Alguns autores utilizam o termo de maturidade, como Saurin e Ferreira (2008), que afirmam que a maturidade de um sistema de Produção Enxuta está relacionada com a absorção dos princípios enxutos pela cultura organizacional, mas principalmente pela avaliação de práticas operacionais associadas à Produção Enxuta.

Bateman e Davis (2002) afirmam que o termo sustentabilidade de processos de melhoria é usado de uma maneira muito ampla, portanto eles criaram um modelo para classificar o nível de sustentabilidade de uma atividade de melhoria em uma célula. O modelo é apresentado na Figura 6 e na Tabela 1.

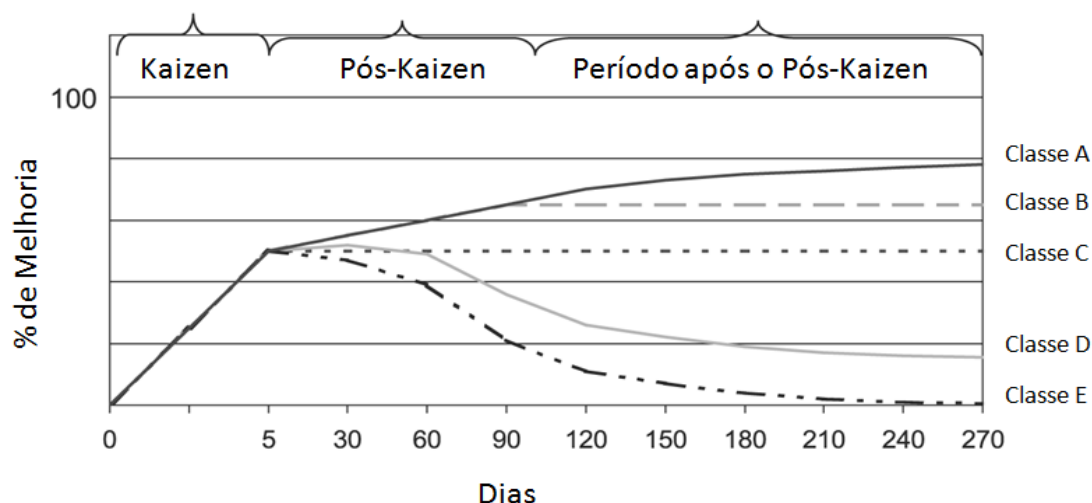


Figura 6 - Categorias de melhorias em células

Fonte: Bateman e Davis (2002)

Tabela 1 - Categorias de nível de implantação em células

Fonte adaptada: Bateman e Davis (2002)

Classe da atividade	Melhoria durante a implantação	Manutenção dos novos métodos de trabalho	Ações finalizadas	Aplicação de novas ferramentas na célula
Classe A	Sim	Sim	Sim	Sim
Classe B	Sim	Sim	Sim	Não
Classe C	Sim	Sim	Não	Não
Classe D	Sim	Não	Sim	Não
Classe E	Sim	Não	Não	Não

A Figura 6 ilustra que durante um Evento *Kaizen* (*workshop*) aproximadamente 50% das melhorias são implantadas em uma célula. No período de acompanhamento *pós kaizens*<sup>1</sup> (*follow-up*) e no período após o *pós-kaizen* (*post follow-up*) as melhorias alcançadas podem regredir, ou seja, o nível da implantação cair; ou podem ser realizadas mais melhorias nesse período. Essa variação do nível é dividida em classes para identificar o nível de sustentabilidade e está apresentada na Tabela 1 e descrita a seguir.

<sup>1</sup> *Pós-kaizen*: período de tempo que as implantações são acompanhadas com o objetivo de corrigir os erros e consolidar os novos padrões de trabalho.

As atividades classe A são as que o nível de sustentabilidade foi atingido. A célula conseguiu manter os novos padrões de trabalho, todas as ações iniciais foram realizadas e a melhoria contínua, através de novas ferramentas, está sendo atingida.

As atividades classe B tiveram sucesso em quase todos os aspectos, mas falha na cultura de melhoria contínua, com a aplicação de novas ferramentas.

Nas atividades classe C apesar de os padrões de trabalho serem mantidos, as ações de implantações e questões técnicas não foram finalizadas.

Nas atividades classe D, as ações de implantações e questões técnicas foram finalizadas, porém os padrões de trabalho não foram mantidos.

As atividades classe E apenas tiveram sucesso durante a implantação e ao longo do tempo a melhoria foi se deteriorando.

Esses autores também propõem algumas perguntas para medir a evidências dos critérios da Tabela 1. Essas perguntas devem ser feitas para:

- Os operadores que participaram da implantação;
- O líder da célula;
- O gerente/líder de melhoria da empresa.

As perguntas são:

1. Todas as ações listadas no Evento *Kaizen* foram finalizadas?
2. O operadores mantiveram o padrão de trabalho projetado no Evento *Kaizen*?
3. O time do evento kaizen voltou a se encontrar?
4. O time abordou novos problemas na célula?

Para garantir a sustentabilidade, Bateman (2005) completa que são necessários dois tipos de processos:

1. Processos para garantir que os membros da célula ou ambiente de trabalho que foi realizada a melhoria aceitem e contribuam para melhoria contínua;

2. Processos para manter o padrão implementado e o foco no processo de melhoria.

Womack (2007) afirma que uma maneira de garantir que os padrões de trabalho sejam mantidos é realizando pequenas auditorias periódicas no decorrer do fluxo de valor. Ele ainda sugere que essas auditorias sejam realizadas por pessoas que enxerguem o fluxo de maneira horizontal e não pelo líder do setor que trabalha na vertical.

Hines (2008) apresenta um modelo para garantir a sustentabilidade da mentalidade enxuta, Figura 7:

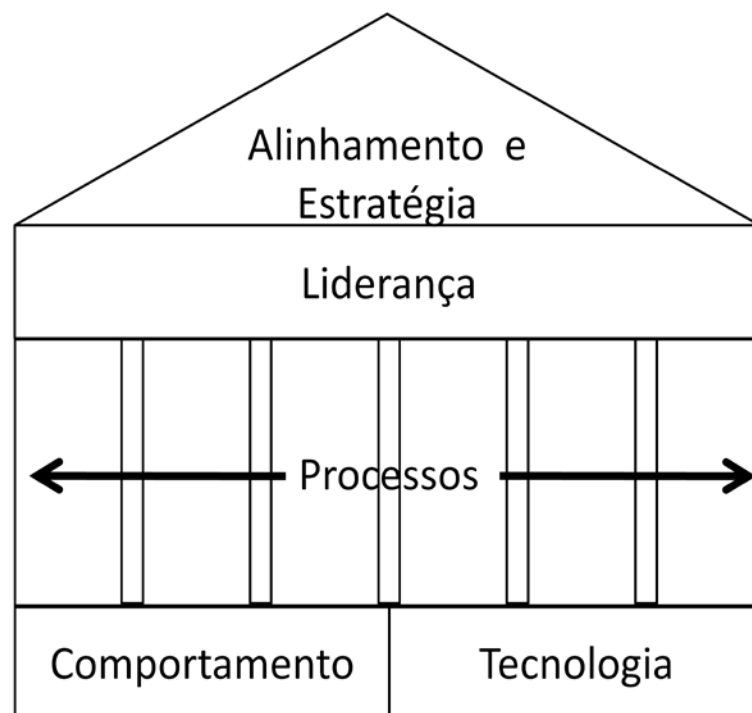


Figura 7 - Modelo para Sustentabilidade  
Fonte: Hines (2008)

Com esse modelo, o autor compara a sustentabilidade com uma casa, sendo que o no teto está o alinhamento estratégico e apoio das lideranças, os pilares são os processos e a base a tecnologia e o comportamento. A estratégia da empresa da empresa, através da liderança deve dar suporte, apoiar e incentivar a busca pela sustentabilidade. Os processos são os pilares da sustentabilidade, pois é por eles que os padrões serão

mantidos. A tecnologia e o comportamento são as bases para sustentabilidade, pois a tecnologia da empresa deve ser capaz de atender os novos padrões e o comportamento deve ser alterado para que esses novos padrões sejam aceitos.

Para detalhar o modelo, Hines (2008), propõe algumas perguntas sobre cada ponto:

- A empresa possui um desdobramento estratégico efetivo?
  - Todas as pessoas entendem a estratégia?
  - Eles sabem como atingi-la?
  - Para garantir a sustentabilidade é necessário que todos conheçam a estratégia e entendam como atingi-la. O entendimento dos conceitos de Produção Enxuta e os seus objetivos por todos da organização facilitam o processo de implantação e manutenção dos procedimentos implantados;
- A empresa tem uma liderança eficaz?
  - A empresa puxa ou empurra melhorias?
  - As melhorias devem ser “puxadas”, ou seja, as pessoas devem sentir a necessidade e realizá-las por entenderem que são úteis. Caso as melhorias fossem empurradas, a aderência aos padrões e o comprometimento fica prejudicado;
- Todos os processos estão condizentes com os princípios da Produção Enxuta?
- A empresa vive o estilo de vida da Produção Enxuta?
  - O engajamento e comportamento conferem com o esperado?
- A empresa tem a tecnologia correta?
  - A tecnologia está alinhada com os conceitos *Lean*?

- Além dos processos estarem alinhados com os conceitos *Lean* é importante que a tecnologia utilizada permita seguir sua filosofia, como por exemplo, produzir em fluxo contínuo, realizar *setups* rápidos etc..

Conforme apresentado na revisão, muitos autores como Bateman e Davis (2002), Bateman (2005), Womack (2007) e Hines (2008) consideram a sustentabilidade um elemento muito importante para o sucesso e disseminação dos conceitos de Produção Enxuta em uma empresa. Todos os autores pesquisados afirmam que esse aspecto nunca deve ser negligenciado e alguns deles como Bateman e Davis (2002) e Hines (2008) propõem modelos para avaliar a sustentabilidade das implantações e para garantir que ela ocorra, respectivamente.

Womack (2007) também ressalta a questão da periodicidade, pois diferentemente das auditorias tradicionais realizadas com frequência baixa, as auditorias para garantir a sustentabilidade dos conceitos implantados devem ter uma frequência alta, como por exemplo, semanal ou quinzenal.

### **3.3. Medição de Desempenho *Lean***

A Produção Enxuta precisa não pode ser medida por Sistemas de Medição tradicionais, como já foi apresentado em diversos trabalhos como Maskell e Baggaley (2003), Esposto (2008) e Silva (2007), porém o foco desse trabalho é apresentar os SMD existentes para Produção Enxuta e analisar como os aspectos de sustentabilidade e melhoria são contemplados.

Para isso serão apresentados os SMD para Produção Enxuta propostos por: Maskell e Baggaley (2003), Cardoza e Carpinetti (2005), Esposto (2008), Karlsson e Ahlström (1996), Sánchez e Pérez (2001) e Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008). Cada proposta será apresentada em um em um tópico:

### 3.3.1. Proposta de Maskell e Baggaley (2003)

Maskell e Baggaley (2003) dividem os indicadores para Produção Enxuta em indicadores de células, indicadores de fluxo de valor e indicadores para a empresa toda, os quais estão identificados a seguir.

#### 3.3.1.1. Células

Segundo Maskell e Baggaley (2003), as vantagens da medição de desempenho *Lean* nas células são:

- As informações são exibidas nas próprias células de forma visual, o que facilita a tomada rápida de decisão por parte dos operadores e supervisores;
- A coleta de dados é rápida e simples, muitas vezes feita pelo próprio operador da célula;
- Os indicadores são desenvolvidos de acordo com as estratégias da empresa.

Existem diversos indicadores de desempenho *Lean* para células, sendo que os principais citados pelos autores são:

#### ***Day-by-the-hour:***

É o principal indicador para medir desempenho da célula de produção em atingir seu objetivo em relação ao *takt-time*, ou seja, a quantidade produzida programada. O apontamento dos dados é feito pelo operador da célula, que a cada hora registra a produção do período. As vantagens desse apontamento é manter o operador focado com a meta da célula e permitir uma rápida resposta para os problemas das

células. Os dados são registrados em um quadro que possui o valor esperado por hora para que uma comparação rápida possa ser feita entre o real e o esperado. O quadro deve possuir uma área destinada os problemas que levaram ao não-cumprimento da meta.

***WIP-to-SWIP:***

Mede o nível de estoque nas células. WIP, *work in process*, são estoques em processo e SWIP *standard work in process*, são estoques dimensionados, geralmente de *kanban* ou linhas FIFO (*first in, first out*). O objetivo desse indicador é avaliar o funcionamento do sistema puxado, no caso de *kanban*, ou da linha FIFO, comparando o WIP com o SWIP. A forma de cálculo é apresentada na equação 2:

$$WIP-to-SWIP = \text{Estoques real na célula} / \text{Estoques planejados na célula} \quad (2)$$

O resultado ideal é um, caso a quantidade de estoques real for maior que a planejada, estará ocorrendo à formação de estoques em excessos. Porém se o estoque real for muito menor que o planejado também existirá um problema, devido a possibilidade de ocorrer falta de peças.

***First Time Through (FTT):***

Esse indicador monitora a porcentagem de peças conformes em um determinado período de tempo. Apesar de ser visto como uma medida de qualidade, seu principal intuito é medir a eficiência do trabalho padronizado da célula. O cálculo é feito com o uso da equação 3:



$$FTT = (Unidades\ processadas - Unidades\ rejeitadas) / (Unidades\ processadas) \quad (3)$$

O FTT deve ser calculado para cada estação de trabalho da célula e depois se multiplicam todos para calcular o FTT da célula, de acordo com a equação 4:

$$FTT_{cel} = FTT_1 * FTT_2 * FTT_3 \quad (4)$$

### ***Operational Equipment Effectiveness (OEE):***

Esse indicador mede a eficiência operacional do equipamento. Ele é formado pela combinação de três medidas e por ser o mais complexo deve ser aplicada apenas a máquina gargalo. O seu objetivo é medir a capacidade de se produzir no tempo certo e com qualidade. Para o cálculo do OEE são necessárias três informações: a disponibilidade, eficiência e qualidade. A disponibilidade é calculada com o uso da equação 5:

$$Disponibilidade = (Tempo\ disponível - Tempo\ parado) / (Tempo\ disponível) \quad (5)$$

Sendo que para o cálculo do tempo disponível já deve ser considerado o tempo de paradas programadas para manutenção, limpeza etc., ou seja, o tempo parado considerado na fórmula é somente o tempo que a máquina deveria estar operando e não está.

A eficiência é calculada pela taxa de produção, conforme a equação 6:

$$Eficiência = (Taxa\ ideal\ de\ produção - Taxa\ real\ de\ produção) / (Taxa\ ideal\ de\ produção) \quad (6)$$

A qualidade é calculada usando o FTT, já apresentado na equação 3. Sendo assim, o cálculo do OEE é feito multiplicando esses três fatores, conforme equação 7:

$$OEE = Disponibilidade * Eficiência * Qualidade \quad (7)$$

### 3.3.1.2. Fluxo de Valor

O objetivo da medição de desempenho no fluxo de valor é incentivar a busca pela melhoria contínua no fluxo de valor. Os indicadores devem mostrar a eficiência do fluxo em agregar valor para o cliente (MASKELL e BAGGALEY, 2003).

A principal diferença para os sistemas de medição tradicionais é como os indicadores são utilizados. Tradicionalmente, os indicadores são utilizados para medir desempenho da fábrica como um todo e não por fluxo de valor (MASKELL e BAGGALEY, 2003).

Os principais indicadores para fluxo de valor são:

#### **Vendas por Pessoa:**

Esse indicador mede a produtividade do fluxo de valor. Quando a produtividade aumenta, o fluxo produz e vende mais produtos com os mesmos recursos. A forma de medição é dividir o valor da venda de produtos do fluxo de valor em questão pelo número de funcionários envolvidos no fluxo de valor, conforme equação 8:

$$Vendas \text{ por Pessoa} = Vendas / \text{número de funcionários} \quad (8)$$

#### **Entregas no Prazo:**

Esse indicador mede a quantidade de pedidos entregues no prazo para o cliente e o nível de controle do fluxo de valor. Se o fluxo de valor está sob controle, a medida de entregas no prazo é alta. A forma de cálculo é dividir o número de entregas no prazo por número total de entregas, de acordo com a equação 9:

$$\text{Entregas no Prazo} = \text{número de entregas no prazo} / \text{número total de entregas} \quad (9)$$

### ***Lead Time:***

*Lead Time* mede o fluxo de material através do fluxo de valor. É o tempo que leva desde a chegada da matéria-prima até a entrega para o cliente, ou seja, o tempo de conversão da matéria-prima em produto acabado de acordo com o fluxo de valor.

O *Lead Time* é calculado pela contagem do estoque (matéria-prima, estoque em processo e produtos acabados) do fluxo de valor dividido pela taxa de produtos entregues, de acordo com a equação 10:

$$\text{Lead Time} = \text{estoques (matéria prima + estoque em processo +} \quad (10) \\ + \text{ produtos acabados)} / \text{demanda mensal} / \text{número de dias em um mês.}$$

### ***First Time Through (FTT)***

Esse indicador tem o mesmo princípio do apresentado para medição de desempenho em células, porém, nesse caso, aplicado ao fluxo de valor. A fórmula de cálculo já está apresentada na equação 3.

Analogamente ao cálculo do FTT para a célula, apresentada na equação 4, deve-se multiplicar o FTT de todas as células para calcular o FTT do fluxo de valor, de acordo com a equação 11:

$$FTT_{fluxo} = FTT_{cel1} * FTT_{cel2} * FTT_{cel3} \quad (11)$$

### 3.3.1.3. Empresa enxuta

Os autores não apresentam detalhamento desses indicadores por se tratarem de indicadores globais da empresa voltando ao cumprimento de metas estratégicas. Eles apresentam alguns objetivos estratégicos para o desenvolvimento da Produção Enxuta em uma empresa:

- Aumentar vendas e participação do mercado;
- Melhorar o fluxo de caixa e diminuir os débitos;
- Criar uma cultura de melhoria contínua;
- Manter uma força de trabalho estável e educada.

Os autores sugerem que os indicadores baseados nos objetivos estratégicos serão derivados dos indicadores de fluxo e célula, portanto eles apresentam um diagrama de inter-relação chamado de “mapa de relacionamentos de medidas”, apresentada na Figura 8.

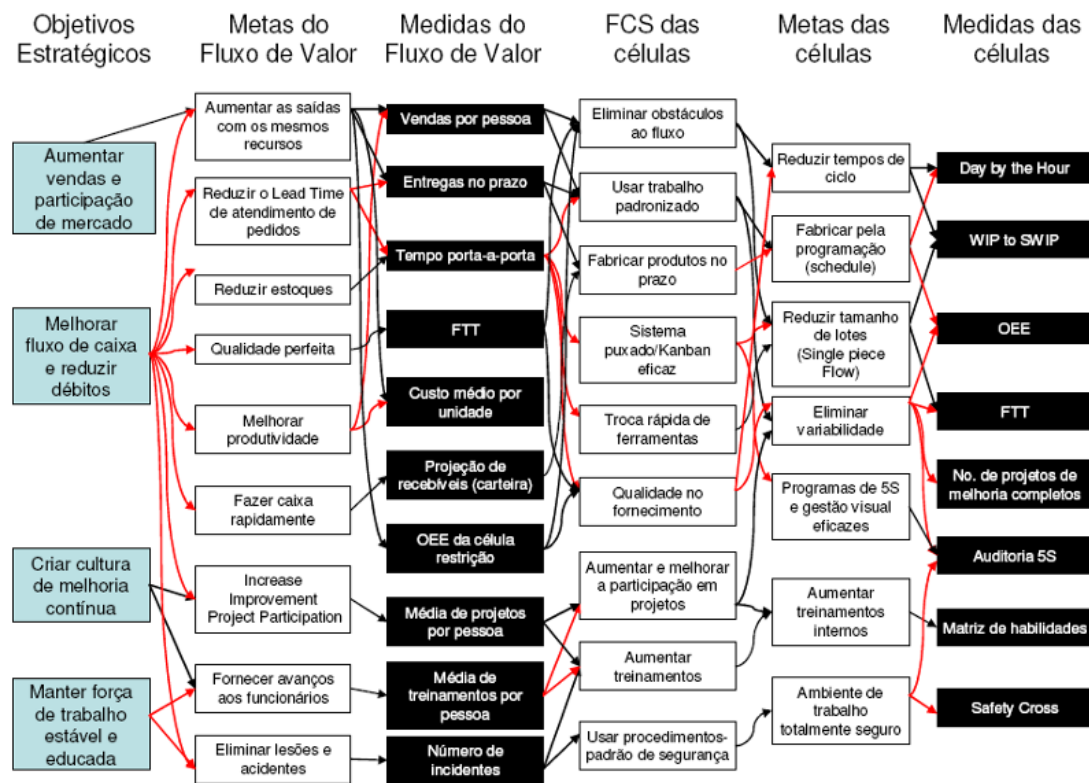


Figura 8 - Mapa de relacionamentos de medidas  
 Fonte adaptada: Maskell e Baggaley (2003)

### 3.3.2. Proposta de Cardoza e Carpinetti (2005)

Cardoza e Carpinetti (2005) seguem a linha de Maskell e Baggaley (2003) apresentado indicadores operacionais para Produção Enxuta, porém os autores dividem os indicadores apenas em estratégicos (de projeto) e operacionais (de processo). Os indicadores estratégicos indicam como as novas práticas estão sendo utilizadas e os efeitos do projeto enxuto nos indicadores financeiros. Já os operacionais são indicadores de controle para mensurar a eficiência e eficácia dos processos individuais

Os autores também apresentam uma tabela com um conjunto de indicadores (estratégicos e operacionais) para produção enxuta utilizado por empresas do setor de máquinas agrícolas que implantaram os conceitos de produção enxuta no ano de 2003,

todas estão localizadas no interior do Estado de São Paulo. Esse conjunto de indicadores está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Quadro de indicadores de desempenho  
Fonte: Cardoza e Carpinetti (2005)

Indicador	Definição	Fórmula
Índice de entrega ao cliente-fornecedor	o objetivo é acompanhar a capacidade da empresa (atraso) de entregar peças ao cliente-fornecedor (operação terceirizada)	número de pedidos entregues / número de pedidos solicitados
Índice de atrasos do cliente-fornecedor	o objetivo é acompanhar o cliente-fornecedor que atrasa o abastecimento de componentes	número de dias que o fornecedor está em atraso
Itens comerciais faltando na linha de produção	o objetivo é medir a eficiência do sistema de controle da produção	número de itens comerciais em atraso na linha de produção
Causas das paradas da linha de produção	o objetivo é identificar quais são os itens que faltaram na linha de produção	para cada parada é descrita a causa da interrupção da produção
Avaliação do <i>lead time</i> total de montagem	o objetivo é medir a evolução do <i>lead time</i> total de montagem de máquinas em comparação com o <i>lead time</i> antes de implantar o sistema de produção enxuta	<i>lead time</i> anterior de montagem de máquinas e <i>lead time</i> atual de montagem de máquinas
Movimentação na montagem final	visa avaliar a redução de movimentação de peças e operários na montagem final com a implantação do projeto enxuto	movimentação atual e movimentação antes do projeto
Giro de estoque	o objetivo é avaliar a eficiência da compra de inventários em relação à sua utilização	compra de materiais / quantidade no estoque
Utilização de horas disponíveis de mão-de-obra	o objetivo é comparar a quantidade mensal de horas disponíveis de mão-de-obra com a quantidade de horas necessárias para montar as máquinas	horas disponíveis no mês / horas necessárias para montagem de máquina no mês
Avaliação do número de componentes carregados por dia	o objetivo é comparar o número de peças expedidas diariamente com uma meta estipulada	número de componentes expedidos por dia
Número de produtos montados acima do tempo <i>pitch</i>	o objetivo é avaliar a eficiência das equipes de montagem final em cumprir o tempo estabelecido pelo <i>pitch</i> (significa o tempo que é necessário para completar um contêiner de produtos em uma área da produção)	número de produtos montados dentro do tempo <i>pitch</i>
Eficiência do setor "gargalo"	o objetivo é medir a eficiência diária do setor que restringe o ritmo de produção diariamente	produtos acabados / programação da produção diária
Atendimento de cartões	o objetivo é comparar o número de cartões comprados, número de cartões atendidos e o número de cartões vermelhos	contagem de cada um dos tipos de cartões
Número de itens no vermelho x <i>milk run</i>	o objetivo é medir a eficiência do novo sistema <i>milk run</i> implantado.	número de cartões no vermelho do <i>milk run</i> e o número de cartões total no vermelho

### 3.3.3. Proposta de Esposto (2008)

Esposto (2008) segue a linha de Maskell e Baggaley (2003) na proposta de um Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta. Esse autor completa o

estudo afirmando que um SMD para Produção Enxuta moderno deve buscar a sustentabilidade na sua implantação e expõe três elementos básicos para o sucesso de um sistema *Lean*: operacional, sustentabilidade e melhoria. Esses elementos estão apresentados na Figura 9.

O elemento operacional é o mais comum, significa a busca de resultados operacionais para a empresa. A sustentabilidade significa buscar que as implantações se mantenham no longo prazo. A melhoria significa que a empresa busque sempre a Melhoria Contínua.

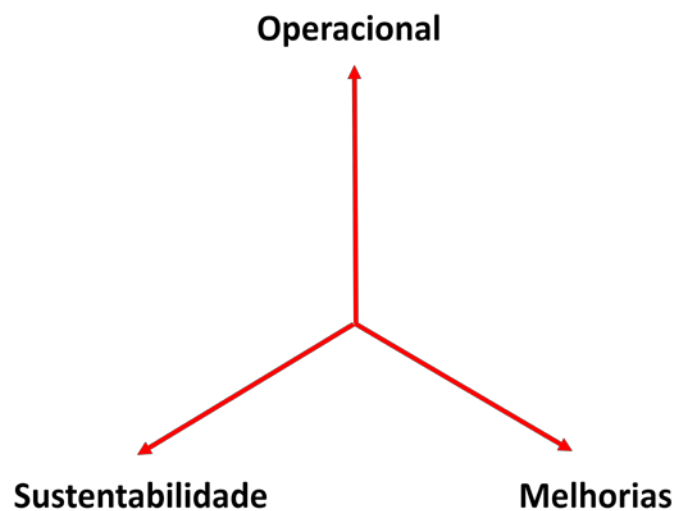


Figura 9 - Elementos para o sucesso de um sistema *Lean*  
Fonte adaptada: Esposto (2008)

Ele considera que o passo inicial para estruturação do SMD é a definição de requisitos. Os requisitos apresentados por esse autor são:

- Ser consistente e suportar as metas, ações cultura e áreas-chaves de performance e fatores críticos de sucesso da organização, os indicadores devem estar ligados a estratégia da empresa. Portanto, para uma empresa adepta dos

conceitos *Lean*, os seus indicadores devem ser voltados para os preceitos da Produção Enxuta;

- Não ser complexo/ser fácil de utilizar: a filosofia *Lean* prega a simplicidade, portanto seu SMD deve ser simples e de fácil entendimento. A Produção Enxuta busca tomada de decisões rápidas no próprio chão de fábrica, devido a esse motivo a simplicidade é tão importante;
- Ser adequado conforme o nível organizacional/Hierarquização das métricas: esse autor afirma que o grupo de indicadores deve ser focado para quem vão analisá-los e tomar decisões em cima desses indicadores.
- Ser dinâmico – mudar conforme as necessidades de mudanças: o SMD tem de se adaptar as constantes mudanças das empresas e ser revisto periodicamente. Em um ambiente de Produção Enxuta, esse requisito se torna mais evidente devido à realização de Eventos *Kaizens*. A cada evento, o SMD deve ser revisto para incluir os novos conceitos implantados;
- Ser desenvolvido por esforços conjuntos da organização (*top down* e *bottom up*): todos os níveis hierárquicos da organização devem participar da criação do SMD;
- Encorajar melhorias contínuas ao invés de possibilitar somente o monitoramento e o controle: além de controlar o SMD moderno para Produção Enxuta deve fornecer dados e incentivar a realização de melhorias;
- Fornecer *feedback* rápido: a tomada de decisão deve ser no próprio chão de fábrica por isso a compilação e o *feedback* devem ser rápidos;
- Ser apresentado/comunicado da melhor forma ao usuário e suas necessidades: cada grupo de indicadores deve ter a sua forma e local ideal de apresentação;



- Conter métricas financeiras e não financeiras: devido aos conceitos *Lean* prezarem pela excelência operacional, fica inviável utilizar somente indicadores financeiros em um SMD apropriado para Produção Enxuta;
- Ser composto por métricas que possuam relações de dependência: os indicadores devem ter uma inter-relação bem clara, que identifique uma relação de causa e efeito entre eles. Um exemplo dessa inter-relação está apresentado na Figura 11. Esse tipo de correspondência também foi apresentado por Maskell e Baggaley (2003), como ilustra a Figura 8;
- Possibilitar a tomada de decisão em nível operacional: como já foi apresentado, a tomada de decisão deve ser realizada no chão de fábrica, no nível operacional e o SMD deve ser instrumento para isso.

Seguindo os requisitos propostos, Esposto (2008) afirma que o SMD deve ser baseado em três elementos, apresentados na Figura 10.

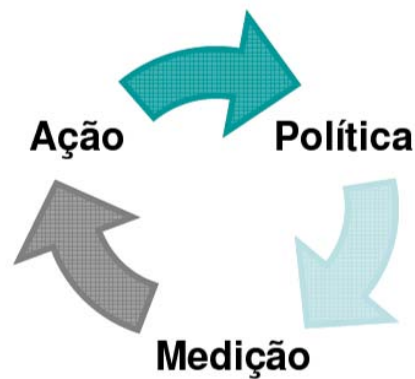


Figura 10 - Elementos do SMD  
Fonte: Esposto (2008)

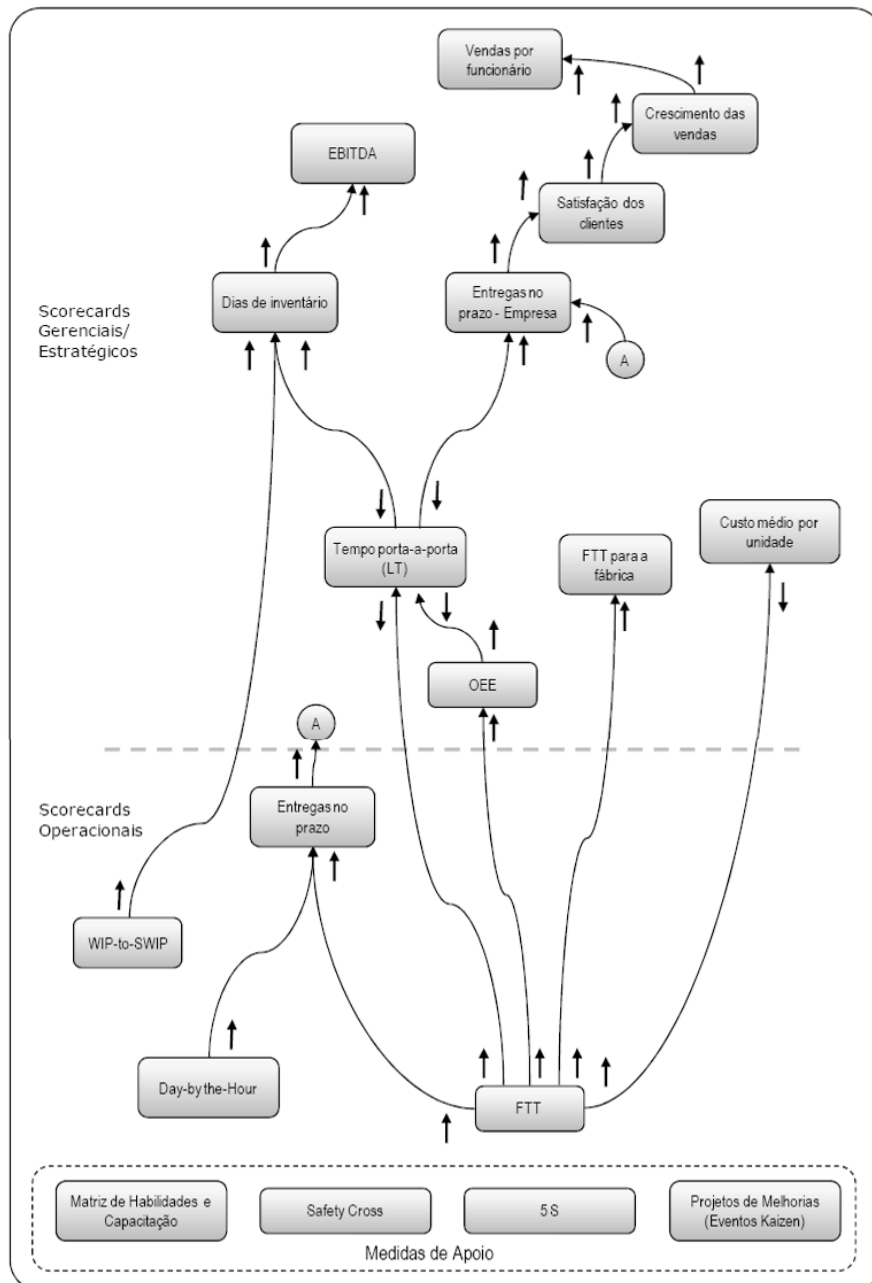


Figura 11 - Exemplo de um mapa de relacionamento de indicadores para Produção Enxuta

Fonte: Esposto (2008)

Política envolve a definição de como o SMD será utilizado, quem serão os responsáveis sobre coleta e compilação das informações, o que deve se feito se os resultados não forem os esperados e quando e quem deve ser acionado nesses casos.

Medição envolve a definição dos indicadores, incluindo sua descrição, expressão de cálculo, tendência do resultado, unidade, frequência de medição, responsável pela medida, meta, formato de apresentação, ações a serem tomadas e responsável pela ação.

Ação: o SMD para o chão de fábrica deve resultar em ações corretivas para eliminar os problemas que impedem o cumprimento das metas.

Apesar de o autor levantar os elementos para o sucesso da Produção Enxuta, apresentados na Figura 9, ele não sugere nenhum indicador para avaliar esses elementos, apenas ressalta a sua importância.

#### **3.3.4. Proposta de Karlsson e Ahlström (1996)**

Esses autores definem alguns princípios pra Produção Enxuta e propõem uma estrutura para analisá-los. Os princípios propostos: eliminação de desperdícios, melhoria contínua, zeros defeitos, *just in time*, puxar ao invés de empurrar, times multifuncionais, responsabilidades descentralizadas, funções integradas e sistemas de informações verticais.

Apesar de mais antigo que os outros três trabalhos apresentados, este trabalho considera a melhoria contínua como princípio da Produção Enxuta e propõem indicadores para avaliá-la.

A estrutura de análise está apresentada na Figura 12.

Determinante	Medição	Lean
Indicadores teoricamente derivados dos princípios que estão por trás da Produção Enxuta	Indicadores operacionalizados, que foram definidos para serem usados para avaliar mudanças em direção à Produção Enxuta, em um caso empírico	Indica a direção desejada do indicador em relação aos propósitos da Produção Enxuta: ↑ = Deve aumentar ↓ = Deve diminuir ⇑ = A prática deve mudar nessa direção

Figura 12 - Estrutura de análise para Medição de Produção Enxuta  
 Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Baseado nessa estrutura, é apresentado o modelo para cada princípio considerado pelos autores, conforme a Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20 e Figura 21.

Determinante	Eliminação de desperdício	Lean
Trabalho em processo	Valor do trabalho em processo (WIP) em relação às vendas	↓
Tamanho dos lotes	Tempo de produção entre os <i>setups</i>	↓
Tempos de <i>setup</i>	Tempo necessário para trocas	↓
Tempo de parada de máquina ( <i>downtime</i> )	Número de horas-máquina perdidas devidas ao mal funcionamento em relação ao tempo total de máquina	↓
Transporte de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de vezes que os componentes do produto são transportados</li> <li>▪ Distância física total que os componentes são transportados</li> </ul>	↓
Componentes		↓
Refugos ( <i>scrap</i> )	Valor dos refugos em relação às vendas	↓
Re-trabalho	Valor de re-trabalho em relação às vendas	↓

Figura 13 - Eliminação de desperdícios  
 Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Melhoria contínua	Lean
Sugestões	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de sugestões por funcionário por ano</li> <li>▪ Porcentagem de sugestões implementadas</li> </ul>	↑
Organização das atividades de melhoria	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Círculos da qualidade</li> <li>2. Times multifuncionais e solução espontânea de problemas</li> <li>3. Estrutura formal de sugestão</li> <li>4. Organização não-implícita</li> </ol>	⇑

Figura 14 - Melhoria contínua  
 Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Zero defeito	Lean
Responsabilidade para identificação de partes defeituosas	1. Trabalhadores identificam partes defeituosas e param a linha 2. Departamento de controle de qualidade identifica partes defeituosas e informam a gestão da produção	↑
Responsabilidade por reparar partes defeituosas	1. Partes defeituosas são devolvidas ao funcionário responsável para repará-la 2. Trabalhadores retiram e reparam a peça defeituosa 3. Departamento de reparos repara a peça defeituosa	↑
Departamento de controle de qualidade	1. Número de pessoas dedicadas basicamente ao controle de qualidade	↓
Grau de controle de processo	1. Processos são controlados por medições inseridas no processo 2. Medições são feitas depois de cada processo 3. Medições são feitas somente depois que o produto está completo	↑
Controle autônomo de defeitos	Porcentagem de inspeções realizadas pelo controle autônomo de defeitos	↑
Área de reparos e ajustes	Tamanho da área de reparos e ajustes	↓

Figura 15 - Zero defeitos  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Just-in-Time	Lean
Tamanhos de lote	Tempo de produção entre <i>setups</i>	↓
Trabalho em progresso	Valor de trabalho em progresso em relação às vendas	↓
Lead Time de pedido	Tempo gasto para processar cada pedido	↓
Nível de just-in-time	1. Possível just-in-time em seqüência 2. Tipos específicos de entregas just-in-time possíveis 3. Lotes são entregues just-in-time	↑

Figura 16 - *Just in time*  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Puxada ao invés de empurrada	Lean
Requisição para trás em relação à programação para frente	Número de estágios no fluxo de material que usa puxada (requisição para trás) em relação ao número total de estágios no fluxo de valor	↑
Grau de puxada	Porcentagem das requisições anuais que são programadas por meio de um sistema puxado	↑

Figura 17 - Puxada ao invés de empurrada  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Times multifuncionais	Lean
Estrutura de time	Porcentagem dos funcionários trabalhando em times	↑
Estrutura das tarefas	Número das tarefas no fluxo de produto realizadas pelos times	↑
Classificação do trabalho	Número de classificações do trabalho	↓
Rotatividade nas tarefas	Funcionários trocam de tarefas dentro dos times <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Continuamente</li> <li>2. A cada hora</li> <li>3. A cada dia</li> <li>4. Uma vez por semana</li> <li>5. Uma vez por mês</li> <li>6. Uma vez por ano</li> <li>7. Menos de uma vez por ano</li> </ol>	↑
Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de diferentes tarefas nas quais os funcionários estão treinados</li> <li>▪ Número de diferentes áreas funcionais em que os funcionários estão treinados</li> <li>▪ Quantidade (em horas) de treinamento dadas para novos funcionários</li> </ul>	↑

Figura 18 - Times multifuncionais  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Responsabilidades descentralizadas	Lean
Atividades de supervisão desempenhadas pelos times	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Liderança do time se altera dentro do grupo, por seus membros</li> <li>2. Atividades de supervisão realizadas pelo time</li> <li>3. Nível de supervisão separado na organização</li> </ol>	↑
Liderança do time	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentagem de funcionários capazes de assumir a responsabilidade pelo time</li> <li>▪ Porcentagem de funcionários que tem assumido responsabilidade pelo time</li> </ul>	↑

Figura 19 - Responsabilidades descentralizadas  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Funções integradas	Lean
Conteúdo de trabalho em time	Número de diferentes tarefas indiretas realizadas pelo time	↑
Funções de apoio	Taxa de funcionários indiretos em relação aos funcionários diretos	↓

Figura 20 - Funções integradas  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

Determinante	Sistemas de informação verticais	Lean
Modo de comunicação da informação	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informação mostrada continuamente em espaços dedicados, diretamente para a produção. Reuniões regulares para discutir as informações</li> <li>2. Informação oral e escrita fornecida regularmente</li> <li>3. Informação escrita fornecida regularmente</li> <li>4. Sem informações para os funcionários</li> </ol>	↑
Conteúdo estratégico na informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de áreas contidas nas informações passadas aos funcionários</li> <li>▪ Perspectiva do time na informação</li> </ul>	↑
Conteúdo operacional na informação	Número de medidas diferentes usadas para avaliar o desempenho dos times	↑
Frequência da informação	Frequência com que a informação é passada aos funcionários (diferenciadas pelo conteúdo da informação)	↑

Figura 21 - Sistemas de informações verticais  
Fonte adaptada: Karlsson e Ahlström (1996)

### 3.3.5. Proposta de Sánchez e Pérez (2001)

Esses autores propõem um *check list* de indicadores para avaliar as mudanças das empresas na implantação de Produção Enxuta. A Figura 22 apresenta o modelo de Produção Enxuta definido pelos autores que será base para o *check list*. Esse modelo é composto por seis princípios da Produção Enxuta: times multifuncionais, eliminação de desperdícios, melhoria contínua, produção e entrega *just in time*, integração com fornecedores e sistema de informação flexível que unidos proporcionam a empresa competitividade.

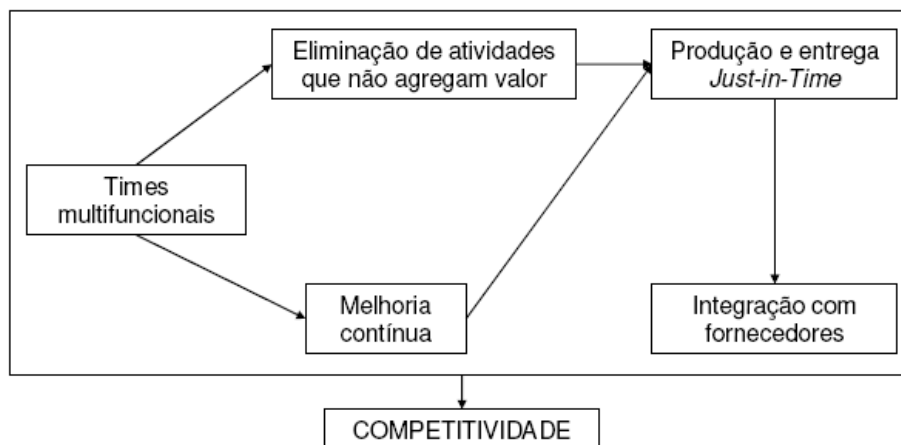


Figura 22 - Modelo para Produção Enxuta  
Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Seguindo Karlsson e Ahlström (1996), Sánchez e Pérez (2001) também incluem a melhoria contínua no seu modelo e também propõem indicadores para esse princípio.

Para cada princípio foi criado um grupo de indicadores. Juntamente com cada indicador, esses autores apresentam a tendência (subir ou descer) de acordo com a seta. Os grupos de indicadores para cada princípio são apresentados na Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28.

Indicador	Definição	Mudança
EF1	Porcentagem de partes comuns nos produtos da empresa	↑
EF2	Valor do <i>work in progress</i> em relação às vendas	↓
EF3	Giro de estoque	↑
EF4	Número de vezes e distância que as partes são transportadas	↓
EF5	Tempo gasto em mudanças ( <i>setups</i> )	↓
EF6	Porcentagem de manutenção preventiva sobre manutenção total	↑

Figura 23 - Eliminação de desperdícios

Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Indicador	Definição	Mudança
MC1	Número de sugestões por funcionário por ano	↑
MC2	Porcentagem de sugestões implementadas	↑
MC3	Economias e/ou benefícios resultantes das sugestões	↑
MC4	Porcentagem de inspeções realizadas pelo controle autônomo de defeitos	↑
MC5	Porcentagem das peças defeituosas reparadas pelos funcionários da linha de produção	↑
MC6	Porcentagem de tempo de máquina parada devido a mau funcionamento	↓
MC7	Valor de refugo e retrabalho em relação às vendas	↓
MC8	Número de pessoas dedicadas basicamente ao controle de qualidade	↓

Figura 24 - Melhoria contínua

Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Indicador	Definição	Mudança
EQ1	Porcentagem de funcionários trabalhando em times	↑
EQ2	Número e porcentagem de atividades desempenhadas por times	↑
EQ3	Porcentagem de funcionários realizando rotatividade de funções dentro da empresa	↑
EQ4	Frequência média de rotação de tarefas	↑
EQ5	Porcentagem dos líderes de times que foram eleitos por seus próprios pares	↑

Figura 25 - Times multifuncionais

Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Indicador	Definição	Mudança
P1	Lead Time dos pedidos dos clientes	↓
P2	Porcentagem de peças entregues <i>just-in-time</i> pelos fornecedores	↑
P3	Nível de integração entre entrega dos fornecedores e o sistema de informação da produção da empresa	↑
P4	Porcentagem de peças entregues <i>just-in-time</i> entre as seções na linha de produção	↑
P5	Tamanho de lotes de produção e entrega	↓

Figura 26 - Produção e entrega *Just in time*

Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Indicador	Definição	Mudança
I1	Porcentagem de peças co-projetadas com fornecedores	↑
I2	Número de sugestões feitas por fornecedores	↑
I3	Frequência com que técnicos dos fornecedores visitam a empresa	↑
I4	Frequência com que os fornecedores da empresa são visitados pelos seus técnicos	↑
I5	Porcentagem de documentos trocados com fornecedores por meio de EDI ( <i>eletronic data interchange</i> ) ou intranets	↑
I6	Duração média dos contratos com os principais fornecedores	↑
I7	Número médio de fornecedores dos componentes mais importantes	↓

Figura 27 - Integração com os fornecedores



Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Indicador	Definição	Mudança
S1	Frequência com que a informação é passada aos funcionários	↑
S2	Número de reuniões informativas da alta gerência com funcionários	↑
S3	Porcentagem de procedimentos escritos registrados na empresa	↑
S4	Porcentagem dos equipamentos da produção que são integrados por computador	↑
S5	Número de decisões que podem ser tomadas pelos funcionários sem o controle da supervisão	↑

Figura 28 - Sistemas de informações flexíveis

Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

### 3.3.6. Proposta de Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) propõem um método para escolha de indicadores para avaliar a implantação da Mentalidade Enxuta na empresas. Os indicadores escolhidos são listados na Tabela 3,

Tabela 4 e

Tabela 5. Os autores também dividem os indicadores em níveis, como Maskell e Baggaley (2003). Os níveis são: chão de fábrica, empresa e cadeia de suprimentos.

Tabela 3 - Indicadores de desempenho para o chão de fábrica

Fonte: Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

Quantidade de tempo necessário para alterações na linha de produção (tempo de <i>set up</i> )
Tamanho dos lotes de produção
Quantidade de estoque em processo/Tempo de fila
Tempo de fluxo médio
Número de vezes e distância percorrida pelas peças no chão de fábrica
Necessidade de espaço físico no chão de fábrica
Percentual de manutenção preventiva sobre a manutenção total
Percentual das inspeções realizadas por meio do controle autônomo de defeitos
Percentual de peças defeituosas corrigidas pelos trabalhadores na própria linha
Número de horas-máquina parada devido a quebras em relação ao total do tempo da máquina
Custo/Tempo de refugo e retrabalhos
Custo unitário de produção
Produtividade de mão de obra
Número de pessoas dedicadas a atividades de controle de qualidade
Número de pessoas no chão de fábrica
Utilização de meio de transporte de materiais no chão de fábrica
Percentual de peças entregue <i>just- in- time</i> entre seções da produção

Tabela 4 - Indicadores de desempenho para a empresa

Fonte: Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

Percentual de peças comuns nos produtos da empresa
Valor do estoque em processo em relação ao valor das vendas
Giro anual de estoque
Número de sugestões dos empregados
Percentual das sugestões implementadas
Economia ou benefícios das sugestões
Valor do refugo/retrabalho em relação às vendas
Percentual dos empregados trabalhando em equipes
Número e porcentagem de tarefas realizadas pelas equipes
Percentual de empregados que realizam várias tarefas na empresa
Frequência média da rotação das tarefas
Percentual dos líderes de equipes que são eleitos por sua própria equipe de trabalho
Frequência com que as informações são repassadas aos empregados
Número de reuniões informativas entre os gerentes e os empregados
Percentual de procedimentos escritos arquivados na empresa
Percentual de equipamentos de produção integrados por computador
Número de decisões que os empregados podem tomar sem controle do supervisor

Tabela 5 - Indicadores de desempenho para a cadeia de suprimentos

Fonte: Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

<i>Lead time</i> dos pedidos dos clientes
Percentual das peças entregues <i>just-in-time</i> pelos fornecedores
Nível de integração entre as entregas dos fornecedores e o sistema de controle de produção da empresa
Percentual de peças e componentes projetados em parceria com os fornecedores
Número de sugestões realizadas pelos fornecedores
Frequência com que os técnicos dos fornecedores visitam a empresa
Frequência com que os fornecedores são visitados por técnicos da empresa
Percentual de documentos trocados com os fornecedores por meio de EDI (transferência eletrônica de dados) ou Intranet
Duração média dos contratos com os mais importantes fornecedores
Número médio de fornecedores para as peças mais importantes

Os autores propõem indicadores para melhoria, como Karlsson e Ahlström (1996) e Sánchez e Pérez (2001), porém não separam em princípios, os indicadores estão dentro das abrangências de chão de fábrica e empresa.

A escolha entre esses indicadores é feita por três características:

- Foco nos objetivos de desempenho da produção;
- Abrangência dos princípios utilizados na empresa;
- Grau de implantação dos princípios na empresa.

Para analisar essas características são propostos cinco passos:

1. **Identificar o objetivo principal a ser focado pela Mentalidade Enxuta:** esse passo consiste em, inicialmente, definir quais objetivos esperados com a implantação da Mentalidade Enxuta;
2. **Definir a abrangência e o grau de implantação dos princípios da Produção Enxuta:** a abrangência refere-se ao chão de fábrica, empresa ou cadeia de suprimentos. O grau de implantação está relacionado com implantação ou não dos princípios da Mentalidade Enxuta, sendo que se os princípios ainda não estiverem sido implantados, o método propõe uma simulação. Esse ponto é muito importante, pois o método permite uma medição antes mesmo da implantação, o que pode auxiliar na tomada de decisão da implantação ou não do princípio da Mentalidade Enxuta;
3. **Escolher indicadores de desempenho mais apropriados para cada situação:** para escolha dos indicadores esses autores sugerem uma divisão seguindo a abrangência e o grau de implantação, sendo que para o chão de fábrica os indicadores são apresentados em ordem de prioridade:
  - 3.1. Chão de fábrica e princípios já implantados:
    - Tempo de *setup*;

- Tamanho de lote de produção;
- Percentual de peças entregue *just in time* entre seções da produção;
- Número de vezes e distância percorrida pelas peças no chão de fábrica;
- Necessidade de espaço físico no chão de fábrica;
- Utilização de meios de transporte de materiais no chão de fábrica;
- Percentual de inspeções realizadas pelo controle autônomo de defeitos;
- Percentual de peças defeituosas corrigidas pelos trabalhadores na própria linha;
- Número de trabalhadores dedicados à atividade de controle de qualidade;
- Percentual de manutenção preventiva sobre a manutenção total;
- Número de horas-máquina paradas devido a quebras em relação ao total de horas-máquina;
- Custo/Tempo de refugo e retrabalho;
- Quantidade de estoque em processo/Tempo de fila;
- Tempo de fluxo médio;
- Número de pessoas no chão de fábrica;
- Produtividade de mão de obra;
- Custo unitário de produção;

### 3.2. Chão de fábrica e princípios ainda não implantados:

- Tempo de *setup*
- Tamanho de lote de produção;
- Necessidade de espaço físico no chão de fábrica;
- Utilização de meios de transporte de materiais no chão de fábrica;
- Quantidade de estoque em processo/Tempo de fila;

- Tempo médio de fluxo;
- Número de pessoas no chão de fábrica;
- Produtividade de mão de obra;

3.3. Empresa e princípios já implantados:

- Percentual de peças comuns nos produtos da empresa;
- Valor do estoque em processo em relação ao valor das vendas;
- Giro anual de estoque;
- Número de sugestões dos empregados;
- Percentual das sugestões implantadas;
- Economia ou benefícios das sugestões;
- Valor do refugo/retrabalho em relação às vendas;
- Percentual dos empregados trabalhando em equipes;
- Número e porcentagem de tarefas realizadas pelas equipes;
- Percentual de empregados que realizam várias tarefas na empresa;
- Frequência média da rotação das tarefas;
- Percentual dos líderes de equipes que são eleitos por sua própria equipe de trabalho;
- Frequência com que as informações são repassadas aos empregados;
- Número de reuniões informativas entre os gerentes e os empregados;
- Percentual de procedimentos escritos arquivados na empresa;
- Percentual de equipamentos de produção integrados por computador;
- Número de decisões que os empregados podem tomar sem controle do supervisor;

3.4. Empresa e princípios ainda não implantados:

- Valor do estoque em processo em relação ao valor das vendas;
- Giro anual de estoque;
- Frequência média da rotação das tarefas;

3.5. Cadeia de suprimentos e princípios já implantados:

- *Lead time* dos pedidos dos clientes;
- Percentual das peças entregues just-in-time pelos fornecedores;
- Nível de integração entre as entregas dos fornecedores e o sistema de controle de produção da empresa;
- Percentual de peças e componentes projetados em parceria com os fornecedores;
- Número de sugestões realizadas pelos fornecedores;
- Frequência com que os técnicos dos fornecedores visitam a empresa;
- Frequência com que os fornecedores são visitados por técnicos da empresa;
- Percentual de documentos trocados com os fornecedores por meio de EDI (transferência eletrônica de dados) ou Intranet;
- Tamanho médio dos contratos com os mais importantes fornecedores;
- Número médio de fornecedores para as peças mais importantes;

3.6. Cadeia de suprimentos e princípios ainda não implantados:

- *Lead time* dos pedidos dos clientes;

4. **Calcular os valores dos indicadores;**

5. **Análise dos indicadores:** após o cálculo dos indicadores é possível avaliar a implantação da Mentalidade Enxuta.

### 3.4. Conclusão da Revisão Bibliográfica de SMDs para Produção Enxuta

Durante a revisão bibliográfica foram analisados diversos SMD para Produção Enxuta, sendo que cada um deles possuía algumas características específicas. Essas características foram classificadas em sete tipos:

- Possui indicadores operacionais;
- Existe divisão entre indicadores de acompanhamento e indicadores de resultado;
- Apresenta inter-relação entre os indicadores;
- Possui indicadores de melhoria;
- Ressalta a importância da sustentabilidade das ações *lean*;
- Possui indicadores de sustentabilidade das ações *lean*;
- Possui um roteiro de implantação.

A classificação dos trabalhos estudados em relação a essas características é apresentada na Tabela 6.

Após a revisão bibliográfica é possível responder as perguntas propostas no tópico 1.2 deste trabalho:

- *Existe na literatura alguma proposta de SMD que contemple além dos indicadores operacionais, indicadores de melhoria e de sustentabilidade?*

Conforme já apresentado na Tabela 6 da revisão bibliográfica, os autores Karlsson e Ahlstrom (1996), Sánchez e Pérez (2001) e Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) apresentaram indicadores de melhoria em suas propostas de SMD para Produção Enxuta.

Em nenhuma literatura estudada foi apresentado um indicador de sustentabilidade. Somente Esposto (2008) ressaltou a importância de contemplar

indicadores de melhoria e sustentabilidade, porém ele também não apresenta nenhum exemplo de indicador.

Tabela 6 - Compilação dos Sistemas de Medição de Desempenho

		Autores					
		Maskell e Baggaley (2003)	Cardozza e Carpinetti (2005)	Esposito (2008)	Karlsson e Ahlström (1996)	Sánchez e Pérez (2001)	Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)
Características do SMD para Produção Enxuta	Indicadores operacionais	X	X	X	X	X	X
	Divisão entre indicadores de acompanhamento e indicadores de resultado	X	X	X			X
	Apresenta inter-relação entre os indicadores	X		X			
	Indicadores de melhoria				X	X	X
	Ressalta a importância da sustentabilidade da Produção Enxuta			X			
	Indicadores de Sustentabilidade das ações <i>Lean</i>						
	Roteiro de Implantação						X



- *Quais indicadores de melhoria e de sustentabilidade podem já ser encontrados na literatura?*

Como já apresentado na pergunta anterior somente foram encontrados indicadores de melhoria e estão listados a seguir:

1. Karlsson e Ahlstrom (1996):
  - a. Número de sugestões de funcionários por ano;
  - b. Porcentagem de soluções implantadas;
2. Sánchez e Pérez (2001):
  - a. Número de sugestões de funcionários por ano;
  - b. Porcentagem de soluções implantadas;
  - c. Economias ou benefícios por sugestões;
  - d. Porcentagem de inspeções realizadas pelo controle de defeitos autônomo;
  - e. Porcentagem de peças defeituosas corrigidas pelos operadores na própria linha de produção;
  - f. Porcentagem de tempo de máquinas paradas devido ao funcionamento defeituoso;
  - g. Valor do refugo e retrabalho em relação às vendas;
  - h. Número de pessoas dedicadas ao controle de qualidade;
3. Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)
  - a. Número de sugestões de funcionários por ano;
  - b. Porcentagem de soluções implantadas;
  - c. Economias ou benefícios por sugestões;

- d. Porcentagem de inspeções realizadas pelo controle de defeitos autônomo;
  - e. Porcentagem de peças defeituosas corrigidas pelos operadores na própria linha de produção;
  - f. Porcentagem de tempo de máquinas paradas devido ao funcionamento defeituoso;
  - g. Valor do refugo e retrabalho em relação às vendas;
- *Existem na literatura propostas de roteiros de implantação de SMD?*

Os autores Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) apresentaram um roteiro para implantação de um SMD para Produção Enxuta composto por cinco passos:

1. Identificar o objetivo principal a ser focado pela Mentalidade Enxuta;
2. Definir a abrangência e o grau de implantação dos princípios da Produção Enxuta;
3. Escolher indicadores de desempenho mais apropriados para cada situação;
4. Calcular os valores dos indicadores;
5. Análise dos indicadores.

Esposito (2008) enumera uma série de requisitos para criação de um SMD para Produção Enxuta, mas não cria um roteiro de referência.

- *Os roteiros encontrados na literatura apresentam passos relacionados à melhoria e sustentabilidade?*

O único roteiro encontrado, Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), não apresenta nenhum passo relacionado à melhoria e sustentabilidade. Apenas no passo de escolha dos indicadores, os autores sugerem alguns indicadores de melhoria agrupados com os outros indicadores operacionais.

### **3.5. Medição do Nível de Maturidade *Lean***

Além dos SMDs para Produção Enxuta com indicadores de chão de fábrica, esse trabalho estudou uma forma de medição do nível de maturidade *Lean* de uma empresa. Ela busca identificar o quanto a empresa possui da cultura *Lean*. O método pesquisado foi o Shingo Prize (2009).

O objetivo principal deste trabalho não é medir o nível de maturidade *Lean* das empresas, porém este tópico foi adicionado para sugerir uma proposta de trabalho futuro, relacionando SMD para Produção Enxuta com o nível de maturidade *Lean* da empresa.

Saurin e Ferreira (2008) afirmam que as propostas do Shingo Prize e do LESAT têm como característica comum a origem do seu desenvolvimento. Elas são originadas em iniciativas de associações profissionais, ou dessas em parceria com institutos de pesquisa, que perceberam a dificuldade das empresas na avaliação dos progressos durante a implantação da Produção Enxuta. Devido a esse motivo não apresentam indicadores operacionais, mas só de maturidade *Lean*.

#### **3.5.1. Proposta do Shingo Prize**

O prêmio Shingo tem esse nome em homenagem ao engenheiro industrial japonês Shigeo Shingo que se destacou como especialista em otimizar processos de manufatura. O prêmio foi criado em 1988 para promover a implantação de Produção

Enxuta e para educar, medir e reconhecer empresas que alcancem o *status* de manufatura de classe mundial. A filosofia do prêmio prega que o *status* de classe mundial é alcançado pela compreensão e integração dos princípios enxutos, sistemas de gerenciamento enxutos e todas as aplicações das ferramentas e técnicas da Produção Enxuta para criar uma cultura sustentável de melhoria contínua.

O prêmio é dividido para organizações e pesquisas:

- ***The Shingo Prize*** promove a utilização de estratégias de excelência operacional e práticas para atingir resultado de classe mundial em empresas ou setor público;
- ***Reserch Prize*** promove pesquisas relacionadas com novos conhecimentos em excelência operacional.

O critério de pontuação é dividido em quatro dimensões: cultural e de liderança, melhoria contínua dos processos, iniciativa cultural *lean* e resultados, apresentadas na Tabela 7. Essas dimensões são subdividas em elementos, com pontos específicos para cada elemento. Para definir o nível de maturidade da empresa, multiplicam-se os pontos de cada elemento por uma porcentagem baseada no quadrante em que a empresa se encontra para cada elemento. Essas porcentagens são apresentadas na Tabela 8 e Tabela 9 (sendo a Tabela 8 para as três primeiras dimensões e a Tabela 9 para a quarta dimensão). A partir desse cálculo é gerada a nota da empresa. Quanto maior a nota, maior é o nível de maturidade da empresa. O cálculo detalhado não é apresentado na bibliografia. As dimensões e as tabelas de porcentagens estão descritas a seguir:

Tabela 7 - Critério de Pontuação  
 Fonte: Adaptado *Shingo Prize* (2009)

<b>Critérios</b>	<b>Pontos</b>
<b>Cultural</b>	
Liderança e Ética	50
Desenvolvimento pessoal (Educação e treinamento)	50
Desenvolvimento pessoal (Capacitação e envolvimento)	50
Desenvolvimento pessoal (Sistema ambiental e de segurança)	25
<b>Melhoria Contínua dos Processos</b>	
Relação com clientes	50
Desenvolvimento de produto/serviço	25
Operações	175
Suprimentos	50
Gerenciamento	100
<b>Iniciativa de cultura <i>Lean</i></b>	
Iniciativa de pensamento no ambiente global	75
Política de implantação	75
<b>Resultados</b>	
Desenvolvimento pessoal	25
Qualidade	50
Entregas	50
Custos	50
Impacto financeiro	50
Impacto competitivo	50



Tabela 8 - Escala de Medição: Princípios, Sistemas e Ferramentas  
 Fonte: Adaptado *Shingo Prize* (2009)

















<b>Princípios, sistemas, ferramentas - Escala de medição</b>	
100%  	Compreensão clara da implementação de princípios enxutos em toda a equipe de liderança, fluxo de valor e nos processos de apoio
	Ampla participação e profundidade do alinhamento estratégico com os objectivos-chave da empresa
	Estratégia focada nos processos de alto valor agregado
	Aplicações de prevenções de desperdícios que podem ser considerados exemplos de melhores práticas
80%	
79%  	Sistema enxuto muito bom que integraliza o trabalho com melhoria
	Reconhecimento das prioridades estratégicas, desenvolvimento de sistemas enxutos alinhados com as necessidades estratégicas
	Uso freqüente de recursos humanos e técnicos apropriados para ir além da solução convencional, mas ocasionam problemas em obter ação integrada
60%	
59%  	Existência de algumas idéias estratégicas, mas raramente são aplicadas sistematicamente
	Aplicações de ferramentas e técnicas enxutas apropriadas são planejadas além do que o tempo permite
	São utilizados alguns recursos humanos e técnicos além do convencional, mas é difícil integrar cooperação e ação
40%	
39%  	Não existe evidência de foco estratégico; reação somente aos problemas do dia-a-dia
	Aplicações de ferramentas enxutas limitadas e incompletas
	Não existe evidência da utilização de recursos humanos e técnicos na resolução de problemas
20%	

Tabela 9 - Escala de Medição: Resultados  
 Fonte: Adaptado *Shingo Prize* (2009)

<b>Resultados - Escala de medição</b>	
100%   80%	Excelentes tendências de melhorias nas áreas estratégicas chaves e dentro de projetos de prevenção de desperdícios
	Altos e previsíveis níveis de desempenho com programas baseados em metas estabelecidas
	Foco na escolha de indicadores apropriados com eficácia evidenciada
	Clara evidência de <i>feedback</i> para os responsáveis por melhoria
79%   60%	Boas tendências de melhorias nas áreas estratégicas chaves e melhorias nos projetos
	Bom nível de desempenho na maioria das áreas e projetos
	Utilização de medidas adequadas com eficácia evidenciada
	Boa evidência de <i>feedback</i> para os envolvidos em melhorias
59%   40%	Melhorias modestas em algumas áreas chaves
	Razoável para bom nível de desempenho em algumas áreas e aplicações
	Utilização adequada de medidas, mas demonstra pouca eficácia
	Evidência modesta de <i>feedback</i> como rotina
39%   20%	Não existe tendência de melhoria nas áreas chaves
	Níveis de desempenho estão baixos
	Escolha pobre de medidas e uso insuficiente
	Não existe evidência de <i>feedback</i> sistemático



## 4. ESTUDOS DE CASOS

Após o estudo da bibliografia de SMD e Produção Enxuta Sustentável foram realizados três estudos de caso em empresas que estavam implantando ou haviam implantado recentemente os conceitos da Produção Enxuta. Os nomes das empresas não serão revelados no trabalho, sendo apresentadas como Empresa A, Empresa B e Empresa C.

Nas três empresas o autor deste trabalho participou ativamente das implantações de *Lean*, porém não participou da criação do SMD para Produção Enxuta. Após as implantações, os casos foram estudados pelo autor, buscando as características de um SMD apresentadas na Tabela 6, sendo que elas serviram de roteiro para os estudos de caso. Esse roteiro é apresentado a seguir. Os líderes de melhoria contínua, responsáveis pelo SMD para Produção Enxuta de cada empresa, auxiliaram na identificação de cada característica do SMD e no fornecimento de dados para a realização deste trabalho.

Essas empresas foram escolhidas porque ficou bem clara a diferenciação do SMD para Produção Enxuta nos três aspectos apresentados neste trabalho: operacional, sustentabilidade e melhoria. Sendo que o SMD para Produção Enxuta da Empresa A é focado apenas no primeiro aspecto, operacional. O SMD da Empresa B é focado nos dois primeiros aspectos, operacional e sustentabilidade. O SMD da Empresa C é focado nos três aspectos estudados nesse trabalho. Outro fator que foi considerado na escolha foi o acesso as informações que permitiram a realização deste trabalho.

#### 4.1. Roteiro dos Estudos de Casos

Para realização dos estudos de casos foi criado um roteiro com perguntas abertas. Esse roteiro buscou entender o SMD para Produção Enxuta de cada empresa e sua relação com os Eventos *Kaizens* e a sustentabilidade das ações implantadas. Os passos desse roteiro são descritos a seguir:

- Características de um SMD para Produção Enxuta: as perguntas desse passo são relacionadas com a existência das características apresentadas na Tabela 6.

Para isso foram realizadas as seguintes perguntas:

1. Possui indicadores operacionais?
  2. Existe divisão entre indicadores de acompanhamento e indicadores de resultado?
  3. Apresenta inter-relação entre os indicadores?
  4. Possui indicadores de melhoria?
  5. Ressalta a importância da sustentabilidade das ações *lean*?
  6. Possui indicadores de sustentabilidade das ações *lean*?
  7. Foi utilizado um roteiro para implantação do SMD?
- Eventos *Kaizens*: as perguntas desse passo são relacionadas com o número e a frequência de EKs e qual o objetivo de cada um dele. Elas são:
    8. Qual a data de cada Evento *Kaizen* realizado?
    9. Qual foi o objetivo e as ferramentas utilizadas em cada Evento *Kaizen*?
  - Sustentabilidade das ações implantadas: as perguntas desse passo são relacionadas com o acompanhamento do resultado de cada EK. Elas são:
    10. Qual foi o resultado de cada EK?
    11. As lideranças da empresa acompanham formalmente os EKs?

## 4.2. Empresa A

A empresa A é uma empresa localizada na cidade de Botucatu, SP, fundada em 1993. Ela possui cerca de 300 funcionários e atende, principalmente, o mercado de máquinas agrícolas e veículos automotores.

Os principais processos produtivos são: corte a laser, dobra, usinagem, estamparia, solda, pintura e montagem. Ela possui uma grande variedade produtos acabados (aproximadamente 1200 itens) que se desdobram em uma quantidade ainda maior de componentes.

O autor participou do início da implantação de Produção Enxuta nessa empresa, tendo acompanhado por um ano e meio, de Fevereiro de 2007 até Agosto de 2008. O método de implantação seguiu as etapas do DMAIC, que está apresentado na Figura 29 - DMAIC.

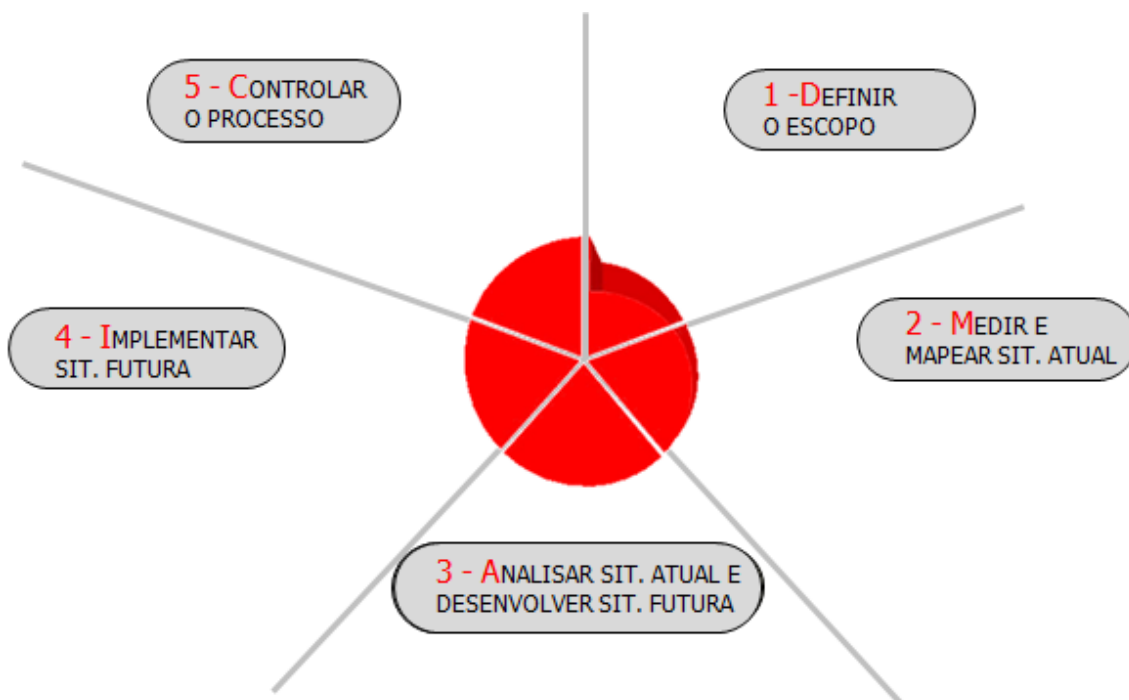


Figura 29 - DMAIC

Na primeira, etapa foi definido o escopo do projeto e os objetivos que a empresa buscava com a implantação dos conceitos de Produção Enxuta. Esses objetivos foram definidos pela diretoria da empresa e são derivados da estratégia da empresa, sendo o norte para as métricas operacionais.

Os objetivos eram:

- Aumentar o desempenho de entrega do principal cliente: o principal cliente da empresa, que representava 70% do faturamento, colocava seus pedidos numa carteira, o que gerava um horizonte de pelo menos um mês de pedidos firmes semanais. Devido ao cliente disponibilizar esse horizonte de pedidos, ele um exigido um desempenho satisfatório de entregas;
- Aumentar a produtividade.

A empresa em questão já possuía algumas medidas de resultado operacionais, sendo que dentre elas, algumas, estavam ligadas diretamente aos objetivos apresentados anteriormente.

Além dessas medidas já existentes foram definidas mais medidas de resultado relacionadas aos objetivos. Essas medidas foram criadas na segunda etapa do ciclo do DMAIC (Medir e Mapear a Situação Atual).

Também foram criadas mediadas de acompanhamento relacionadas às medidas de resultado. Essas medidas foram criadas na quinta etapa do ciclo do DMAIC (Controlar o processo).

As medidas já existentes eram: **faturamento por número de funcionários, faturamento diário e índice de defeitos.**

As medidas de resultado criadas foram: **pontualidade de entregas e produtividade.**

As medidas de acompanhamentos foram: **tempo médio de *setup*** e **aderência à programação dos itens controlados por sistema puxado.**

Todas as medidas foram detalhadas de acordo com o modelo da Tabela 10.

Tabela 10 - Modelo de descrição das métricas

Medidas de resultado			
Métricas			
Significado/ Propósito			
Ponto/Procedimento de Coleta			
Expressão de Cálculo			
Meta			
Frequência de Apontamento			
Responsável Apontamento			
Frequência Compilação			
Responsável Compilação			
Representação Gráfica			
Local de Visualização			

- Métrica: nome da métrica;
- Significado/Propósito: objetivo em utilizar a métrica;
- Ponto/Procedimento de coleta: relatório ou planilha da qual são retiradas o dados para a métrica;
- Expressão de cálculo: fórmula utilizada para o cálculo;
- Meta: valor alvo a ser alcançado;
- Frequência de apontamento: frequência que os dados são coletados;

- Responsável pelo apontamento: responsável pela coleta de dados;
- Frequência de compilação: frequência de compilação dos dados apontados;
- Responsável pela compilação: responsável pela compilação dos dados e geração do gráfico;
- Representação gráfica: forma de visualização do indicador;
- Local de visualização: local onde o indicador será apresentado, sala de reuniões, quadro de avisos no chão de fábrica etc.

A seguir são detalhadas as medidas de resultado. A descrição dessas métricas, segundo o modelo e está apresentado na Tabela 11:

- Pontualidade de entrega: a pontualidade de entrega era medida de acordo com os pedidos semanais. A métrica media a aderência entre as entregas e os pedidos semanais e era compilada mensalmente;
- Produtividade: a produtividade era calculada dividindo o faturamento mensal pelas horas trabalhadas da mão-de-obra direta produtiva (excluindo setores de apoio como manutenção, qualidade etc.). Essa medida podia ser utilizada como produtividade, pois o faturamento representava, aproximadamente, a complexidade das peças. Além disso, as peças faturadas também eram uma boa aproximação do volume produzido no mês, tendo em vista que a empresa não produzia para estoque. O indicador original da empresa: faturamento pelo número de funcionários, não foi utilizado, pois não considerava o tempo trabalhado por cada funcionário, somente o número de funcionários. No fim do acompanhamento feito pelo autor, o indicador original já havia sido substituído pela Produtividade.

O indicador de produtividade não apresenta os meses de Dezembro e Janeiro, pois nesses meses as distorções devido aos pedidos produzidos em um mês e faturados

no outro mês são muito significativas. Isso ocorre devido às férias coletivas de fim de ano, sendo que em Dezembro a empresa produz para entregar em Janeiro, época que grande parte dos funcionários está de férias.

Tabela 11 - Descritivo das métricas de resultado

<b>Medidas de resultado</b>		
<b>Métricas</b>	<b>Pontualidade de Entregas</b>	<b>Produtividade</b>
<b>Significado/ Propósito</b>	Aumentar o desempenho de entregas	Aumentar a produtividade
<b>Ponto/Procedimento de Coleta</b>	Relatório do ERP	Planilha de Excel
<b>Expressão de Cálculo</b>	Número de produtos entregues/ (Número de produtos pedidos)	Faturamento / (Horas trabalhadas da mão de obra direta)
<b>Meta</b>	90%	1200
<b>Frequência de Apontamento</b>	Semanal	Mensal
<b>Responsável Apontamento</b>	Líder do PCP	Líder do PCP
<b>Frequência Compilação</b>	Mensal	Mensal
<b>Responsável Compilação</b>	Líder do PCP	Líder do PCP
<b>Representação Gráfica</b>	Gráfico de Linha	Gráfico de Linha
<b>Local de Visualização</b>	Sala de Melhoria e Totem	Sala de Melhoria

Para atingir as metas das medidas de resultado foi realizada uma série de implantações, projetadas na terceira fase do projeto (Analisar a Situação Atual e Desenvolver a Situação Futura) e implantadas na quarta fase (Implantar a Situação Futura):

- Fluxo contínuo: foram implantadas células de solda em fluxo contínuo com o processo de acabamento e células de montagem;

- Sistema Puxado: foram criados supermercados de componentes para o processo de solda e para o processo de montagem;
- Otimização do *layout* produtivo: o layout da empresa foi alterado para incluir as células de solda e montagens, supermercados e para otimizar o fluxo produtivo;
- SMED: foi realizado um trabalho de redução do tempo de *setup* do processo de dobra e do processo de usinagem.

Todas as implantações foram realizadas em Eventos *Kaizens* (EK). Sendo que foram realizados um total de oito EKs em dois anos (um ano e meio de acompanhamento e mais meio ano que os colaboradores da empresa mantiveram o autor informado quanto às implantações). A seqüência de EK está apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 - Calendário de Eventos *Kaizens*

Calendário de Eventos Kaizens											
jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07
				1° EK		2° EK		3° EK		4° EK	
jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08	nov/08	dez/08
	5° EK				6° EK			7° EK			
jan/09	fev/09										
	8° EK										

As métricas de acompanhamento, já citadas, foram criadas após as implantações dessas melhorias na quinta etapa do projeto (Controlar o processo). Elas estão detalhadas a seguir e descritas na Tabela 13:

- Tempo Médio de *Setup*: essa métrica é calculada realizando a média do tempo de *setup* diário. Essa métrica está apresentada na Figura 30. Não foi possível apresentar os dados desse indicador, pois ele é compilado e analisado no chão de fábrica, na própria folha de apontamento;



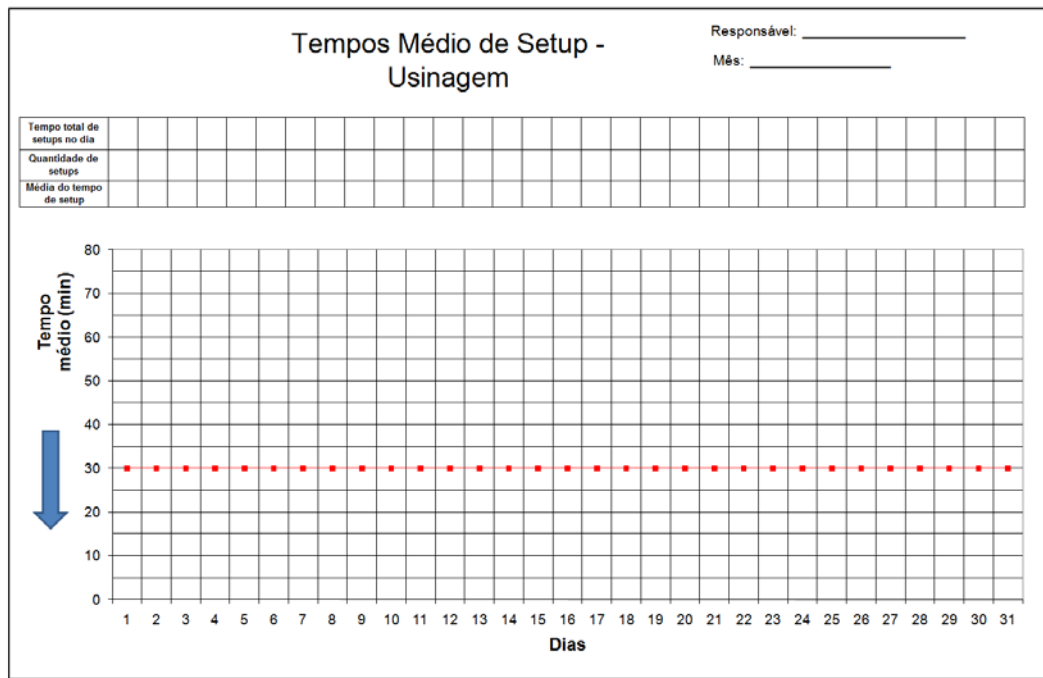


Figura 30 - Tempo médio de *setup*

- Aderência à programação dos itens controlados por sistema puxado: o objetivo dessa métrica é controlar o ritmo de produção. Ela é uma adaptação da métrica *day-by-the-hour*. Não foi possível utilizar a métrica tradicional devido à variedade de tempos de ciclo e a dificuldade de programar a produção por hora, portanto o indicador implantado compara a produção programada para o dia com a produção realizada no dia, em números de cartões *kanban*. Esse indicador foi implantado na solda, montagem e nas dobradeiras.

Tabela 13 - Descritivo das medidas de acompanhamento

<b>Medidas de Acompanhamento</b>		
<b>Métricas</b>	<b>Tempo de Médio de Setup</b>	<b>Aderência à programação dos itens controlados por sistema puxado</b>
<b>Significado/ Propósito</b>	Reduzir o tempo de setup	Aumentar a aderência da produção em relação a programação
<b>Ponto/Procedimento de Coleta</b>	Folha no chão de fábrica	Folha no chão de fábrica
<b>Expressão de Cálculo</b>	Tempo total de setups no dia/Tempo total de setup no dia	Número de Kanbans Produzidos/Número de Kanbans Programados
<b>Meta</b>	30 (Usinagem) 10 (Dobra)	90%
<b>Frequência de Apontamento</b>	Diário	Diário
<b>Responsável Apontamento</b>	Líder do Setor	Líder do setor
<b>Frequência Compilação</b>	Diário	Semanal
<b>Responsável Compilação</b>	Líder do Setor	Líder do setor
<b>Representação Gráfica</b>	Gráfico de Linha	Gráfico de Linha
<b>Local de Visualização</b>	Totem	Totem

Para controlar os indicadores de acompanhamento foi criada uma estrutura de apontamento e compilação, utilizada para ambos indicadores. Essa estrutura é composta de cinco folhas:

- A primeira folha é o local onde é disponibilizada a meta e a fórmula de cálculo do indicador. Essa folha está apresentada na Figura 31;



Figura 31 - 1ª folha - Meta

- A segunda folha é o apontamento dia a dia, ele é feito pelo líder do setor. Essa folha está apresentada na Figura 32;

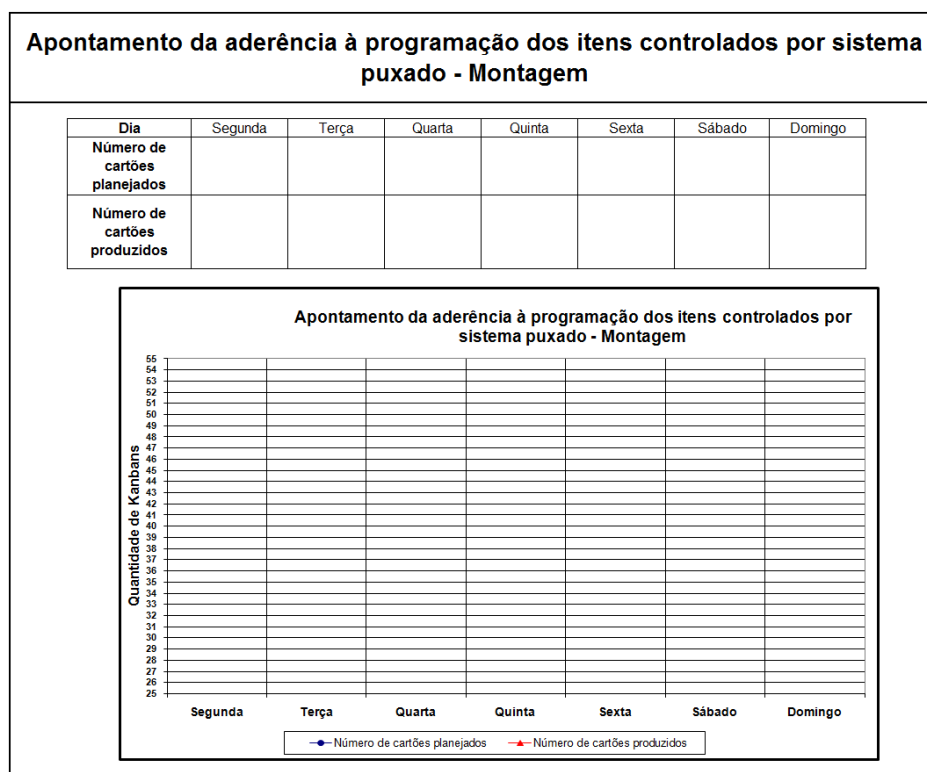


Figura 32 - 2ª folha - Apontamento

- A terceira folha é a compilação semanal, já apresentada nas Figura 30;

- A quarta folha é o formulário de causas de não cumprimento das metas, na qual são anotados os problemas que impediram o cumprimento da meta. Essa folha é composta com uma lista dos principais problemas que podem ocorrer no setor. Essa folha está apresentada na Figura 33;

Formulário de causas de não cumprimento das metas - Montagem																		
Frequência de causas de não cumprimento da programação da Montagem													Data da observação	Turno	Código do produto	Código da causa	Descrição da causa do atraso	
1 - Problema de qualidade da matéria prima																		
2 - Problema de qualidade do processo																		
3 - Falta de itens comprados																		
4 - Falta de itens fabricados do Kanban																		
5 - Ausência/ Deficiência da mão-de-obra																		
6 - Sobrecarga/ Desnivelamento/ Falta de Capacidade																		
7 - Atrasos no Desenvolvimento																		
8 - Paradas programadas																		
9 - Manutenção corretiva																		
10- Outros																		

Figura 33 - 4ª folha – Causas de não cumprimento da meta

- A quinta folha é o plano de ação, local onde são criadas ações de melhoria para evitar que os problemas mais significativos evidenciados na quarta folha voltem a ocorrer. Essa folha está apresentada na Figura 34.

PLANO DE AÇÃO				
Problema	Ação	Prazo	Responsável	Status

Figura 34 - 5ª folha – Plano de Ação

Todas as medidas de acompanhamento são dispostas em uma estrutura chamada Totem. O Totem é uma estrutura com quatro faces, utilizado para o apontamento e visualização dos indicadores de acompanhamento no chão de fábrica. Nele também são colocados os indicadores de resultado, mapa de fluxo de valor, *layout* da área, padrão de trabalho e alguns avisos gerais. A Figura 35 apresenta o Totem.



Figura 35 - Totem

Como já foi dito anteriormente, não foram criadas medidas de sustentabilidade e melhoria para a empresa A.

Na Figura 36, é apresentada uma correlação entre os indicadores de acompanhamento, as medidas de resultado criadas e os objetivos do projeto.

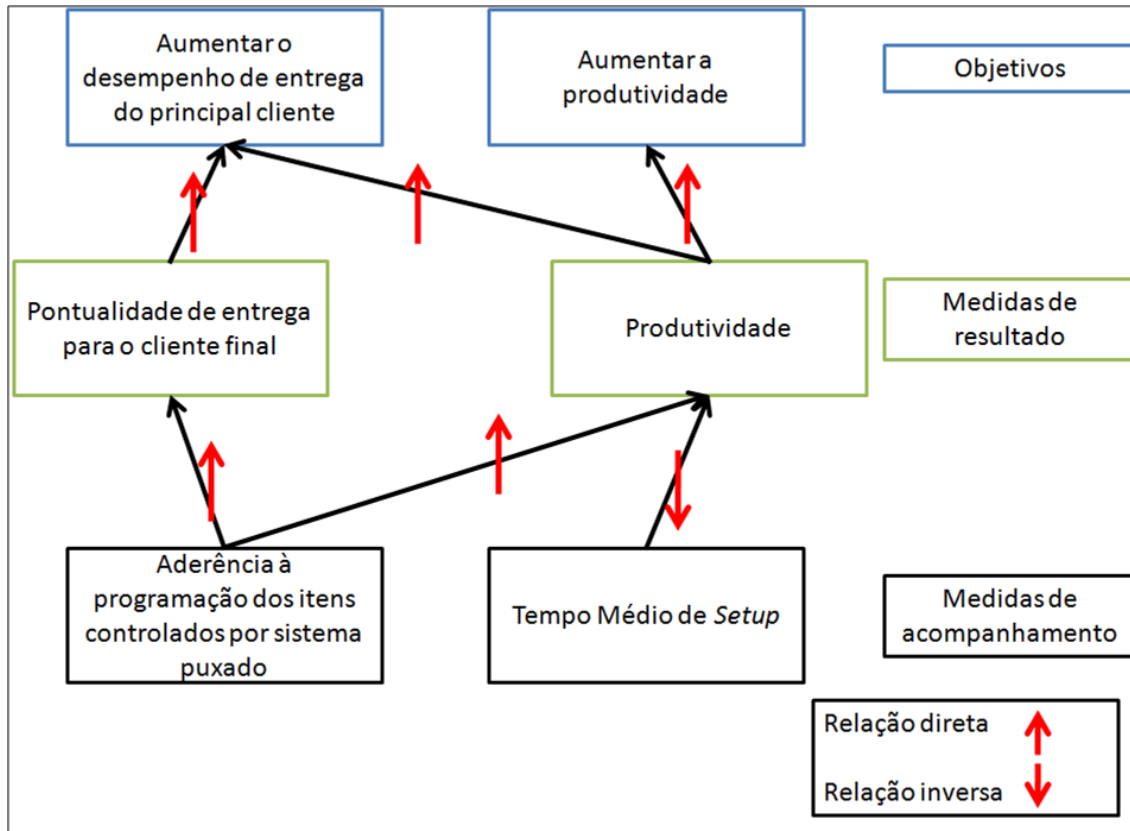


Figura 36 - Correlação entre os indicadores

Quanto menor o tempo de *setup*, maior o tempo disponível para produção e conseqüentemente maior a produtividade (desde que exista demanda reprimida como era o caso da Empresa A), portanto a relação inversa entre esses indicadores.

Quanto maior a aderência à programação, menor a quantidade de problemas e tempo perdido na produção e, conseqüentemente, maior a produtividade, portanto a relação direta entre esses indicadores.

Quanto maior a aderência à programação de todos os setores, maior a probabilidade de entrega o produto na data correta para o cliente, portanto a relação direta entre esses indicadores.

As relações entre os indicadores de resultado e os objetivos são bem claras, somente a relação entre produtividade e desempenho de entrega que deve ser detalhada. Devido à falta de capacidade de alguns processos produtivos, o aumento de produtividade influenciou diretamente no aumento da pontualidade de entregas.

#### **4.2.1. Conclusão do estudo da Empresa A**

O SMD para o chão de fábrica desenvolvido contempla apenas o aspecto operacional. Durante o projeto foram desenvolvidas algumas auditorias com o objetivo de identificar as causas de não cumprimento dos procedimentos, porém os resultados dessas auditorias não foram incluídos no SMD.

No fim do período que o autor acompanhou a implantação, os líderes de fábrica já apresentavam distanciamento das práticas implantadas, sendo que a responsabilidade pela manutenção das implantações ficou a cargo dos integrantes da equipe de melhoria.

Outro aspecto que não foi integrado ao SMD é o de melhoria. Na Tabela 12, é possível notar que ao longo do tempo a frequência de EKs diminuiu e as melhorias implantadas nos últimos eventos não passavam de atualizações das melhorias implantadas nos primeiros eventos.

#### **4.3. Empresa B**

A Empresa B é uma empresa do setor hidráulico localizada na cidade de Piracicaba, SP, fundada em 1967. A empresa possui cerca de 300 funcionários e fornece para mercado automobilístico, mais exatamente para caminhões basculantes. Os principais processos produtivos são: fundição, usinagem e montagem.

O autor participou do início da implantação de Produção Enxuta nessa empresa, tendo acompanhado por um ano e meio, de Janeiro de 2008 até agosto de 2009. A metodologia de implantação também seguiu as etapas do DMAIC, já apresentadas na Figura 29.

Assim como na Empresa A, a primeira etapa foi a definição do escopo do projeto e a definição dos objetivos que a empresa buscava com a implantação dos conceitos de Produção Enxuta.

Os objetivos eram:

- Aumentar a produtividade;
- Reduzir a quantidade de horas extras: as horas extras representavam um custo alto para a empresa. Elas não eram utilizadas pela falta de capacidade dos processos produtivos e sim por atrasos nos processos iniciais ou falta de sincronização de componentes na montagem;
- Reduzir a perda de negócios: a empresa produzia de acordo com os pedidos, sendo que os clientes aceitavam até dois em média para receber esses pedidos. Se a Empresa B não entregasse nessa data ela perderia a venda, portanto um objetivo foi reduzir a perda de vendas devido ao não atendimento do prazo negociado;

Assim como a empresa A, a empresa B já possuía algumas medidas de resultado operacionais, sendo que dentre elas, algumas, estavam ligadas diretamente aos objetivos apresentados a cima.

Além dessas medidas já existentes foram definidas mais medidas de resultado relacionadas aos objetivos. Essas medidas foram criadas na segunda etapa do ciclo do DMAIC (Medir e Mapear a Situação Atual).



Também foram criadas medidas de acompanhamento relacionadas às medidas de resultado. Essas medidas foram criadas na quinta etapa do ciclo do DMAIC (Controlar o processo).

Também foram definidas medidas de sustentabilidade. Essas medidas foram criadas durante a quinta etapa do ciclo do DMAIC (Controlar o processo).

As medidas já existentes eram: **faturamentos por número de funcionários e faturamento diário.**

As medidas de resultado criadas foram: **porcentagem de horas extras, atendimento aos pedidos e produtividade.**

A medida de acompanhamento foi: **aderência à programação dos itens controlados por sistema puxado.**

A medida de sustentabilidade foi: **notas do *check list* de sustentabilidade.**

Todas as medidas foram detalhadas de acordo com o modelo da Tabela 10.

A seguir são detalhadas as medidas de resultado. A descrição dessas métricas, segundo o modelo apresentado, está na Tabela 14:

- **Produtividade:** era calculada de maneira semelhante à Empresa A, dividindo o faturamento pelas horas trabalhadas. Como na Empresa A, o indicador original da empresa faturamento por número de funcionários foi substituído por Produtividade;
- **Porcentagem de horas extras:** esse indicador era calculado dividindo o total de horas extras realizadas no mês pelas horas trabalhadas no mês;
- **Atendimento aos pedidos:** esse indicador era calculado dividindo o faturamento pelo valor dos negócios perdidos, ou seja, o valor dos itens que não foram entregues devido a Empresa B não atender ao prazo de entrega exigido pelo cliente. Esse indicador era muito importante, pois quantificava o faturamento

perdido por não atender aos pedidos dos clientes além de indicar o quanto do faturamento da empresa era “tomado” pelos concorrentes.

Tabela 14 - Descritivo das métricas de resultado

<b>Medidas de resultado</b>			
<b>Métricas</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Porcentagem de horas extras</b>	<b>Atendimento aos pedidos</b>
<b>Significado/ Propósito</b>	Aumentar a produtividade	Reduzir a quantidade de horas extras	Reduzir a perda de negócios
<b>Ponto/Procedimento de Coleta</b>	Planilha de Excel	Planilha de Excel	Planilha de Excel
<b>Expressão de Cálculo</b>	Faturamento / (Horas trabalhadas da mão de obra direta)	Horas extras / (Horas disponíveis da mão de obra direta)	1 - (Faturamento/ (Valor das perdas de negócios))
<b>Meta</b>	125	2,50%	98%
<b>Frequência de Apontamento</b>	Mensal	Mensal	Mensal
<b>Responsável Apontamento</b>	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria	Comercial
<b>Frequência Compilação</b>	Mensal	Mensal	Mensal
<b>Responsável Compilação</b>	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria	Comercial
<b>Representação Gráfica</b>	Gráfico de Linha	Gráfico de Linha	Gráfico de Linha
<b>Local de Visualização</b>	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria

Para atingir as metas das medidas de resultado foram realizadas uma série de implantações, projetadas na terceira fase do projeto (Analisar a Situação Atual e Desenvolver a Situação Futura) e implantadas na quarta fase (Implantar a Situação Futura):

- Fluxo contínuo: foram implantadas células de produção nos processos de usinagem e montagem;
- Sistema Puxado: foram criados supermercados entre as células de produção, com o objetivo de proteger o processo gargalo. Foi criado também um supermercado de componentes para o processo de montagem. Além desses

pontos de supermercado também foi realizado um trabalho com os fornecedores da empresa, criando um supermercado de produtos comprados;

- Otimização do *layout* produtivo: o *layout* da empresa foi alterado completamente com o objetivo de reduzir o transporte de peças e otimizar o fluxo entre as células criadas;
- 5S: foram implantados os cinco senso com o objetivo de organizar o ambiente produtivo, a empresa tinha grandes problemas de falta de organização, limpeza e disciplina para cumprir os procedimentos;
- Nivelamento de vendas: foi realizado um trabalho com o setor Comercial com o objetivo de reduzir o desnivelamento dos pedidos e permitir que a produção conseguisse atender todos os pedidos dos clientes no prazo desejado.

A maioria das implantações foi em Eventos *Kaizens* (EK), com um total de 20 EKs em dois anos, sendo um ano e meio de acompanhamento direto do autor e mais seis meses que os colaboradores da empresa informaram ao autor os resultados obtidos. A seqüência de EK está apresentada na Tabela 15. A única melhoria que foi implantada sem EK foi o nivelamento de vendas.

Tabela 15 - Calendário de Eventos *Kaizens*

Calendário de Eventos Kaizens											
jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08	nov/08	dez/08
		1° EK		2° EK	3° EK	4° EK/5°EK		6° EK	7° EK		8° EK
jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09	ago/09	set/09	out/09	nov/09	dez/09
	9° EK/10° EK	11° EK		12° EK	6° EK	13° EK	14°EK	15°EK	16°EK	17°EK	18°EK
jan/10	fev/10	mar/10									
	19° EK	20° EK									

A métrica de acompanhamento, já citada, foi criada após as implantações dessas melhorias na quinta etapa do projeto (Controlar o processo). Ela está detalhada a seguir.

- Aderência à programação dos itens controlados por sistema puxado: semelhante à métrica da Empresa A, o objetivo era controlar o ritmo de produção. A diferença para o primeiro caso é que na Empresa B era controlado o número de peças e não o número de cartões. Esse indicador foi implantado na usinagem, fundição, montagem e no setor de Recebimento para controlar o ritmo de compras.

A única métrica de acompanhamento operacional criada foi a métrica apresentada anteriormente, porém, nessa empresa, foi criada uma estrutura de sustentabilidade. Essa estrutura iniciou-se com auditorias para confirmar se os procedimentos implantados estavam sendo cumpridos. Essa estrutura de sustentabilidade foi desenvolvida seguindo nove passos, definidos por Rentes (2008):

1. Demarcar claramente os fluxos/áreas: o objetivo do primeiro passo era delimitar exatamente o que seria controlado por cada auditoria;
2. Definir o responsável por cada fluxo/área: a auditoria de cada área deve ser sempre realizada pela mesma pessoa para garantir o padrão de comparação dos dados ao longo do tempo. É muito importante que a pessoa que realize a auditoria seja a mesma responsável por exigir a manutenção dos padrões implantados, como, por exemplo, o supervisor da área/fluxo;
3. Definir rotas de auditorias: em grandes áreas é necessário criar uma rota para evitar que o auditor se esqueça de algum ponto;
4. Preparar o *chek list* de auditoria por área: é importante que exista um *check list* de auditoria customizado por fluxo/área, contendo os procedimentos implantados para aquele local. A Figura 37 apresenta um exemplo de *chek list* da Empresa B;

5. Definir frequência de auditoria: no caso da Empresa B foi definida uma frequência semanal no período de dois meses pós-implantações e uma frequência quinzenal após esse período de dois meses. O objetivo de aumentar a frequência no início foi consolidar os procedimentos implantados;
6. Definir local de gestão visual: é importante que o resultado dessa auditoria fique disponível para todos do fluxo/área. No caso dessa empresa, a gestão visual foi feita em um quadro juntamente com os outros indicadores;
7. Criar pontuação para a auditoria: a pontuação criada era baseada na porcentagem de conformidades existentes, ou seja, dividindo o número de itens conformes pelo total de itens auditados. Essa porcentagem era transformada na base de 1 a 10 pontos, sendo 10 se todos os itens estivessem conformes;
8. Fazer representação gráfica da pontuação: com o objetivo de facilitar a visualização e comunicação do resultado da auditoria foi criada uma representação gráfica para a pontuação da auditoria. Essa representação foi chamada de gráfico de bolinhas. Ele é formado pelo *layout* da empresa e para cada questão da auditoria é criado um círculo no local do *layout* que a questão se aplica. Caso o item esteja conforme, o círculo é verde e caso não, ele é vermelho. Esse gráfico está representado na Figura 38;
9. Estabelecer sistema de recompensa: a pontuação da auditoria deve fazer parte do sistema de participação de lucros e resultados da empresa para evidenciar a preocupação da empresa com a sustentabilidade dos procedimentos implantados. No caso da empresa B, foi criado um campeonato entre os fluxos/áreas da empresa. Esse campeonato tinha duração de um ano. As notas das auditorias quinzenais eram somadas e no final do ano o setor que tivesse a maior nota ganhava um prêmio.

Diferentemente das auditorias tradicionais que tem como principal objetivo a correção das não-conformidades, o objetivo dessa estrutura, que foi chamado de *Check List* de Sustentabilidade, era pontuar quais setores estavam realizando os procedimentos de acordo com o que foi definido e acompanhar ao longo do tempo a variação da pontuação de cada setor. Criando, assim, um indicador de acompanhamento da implantação de Produção Enxuta, dentro do aspecto de sustentabilidade. Outra diferença importante entre esse sistema e as auditorias tradicionais é a frequência de realização, enquanto as auditorias geralmente ocorrem em frequências menores, o *Check List* de Sustentabilidade deve ocorrer no mínimo quinzenalmente para que seja possível acompanhar a evolução das notas.

CHECKLIST 5S E SUSTENTABILIDADE - USINAGEM			
Avaliação	SIM   NAO		OBSERVAÇÃO
	1		
<b>Faceadoras / Furadeiras</b>			
1	As peças aguardando o processo de faceamento / furação estão armazenadas somente em carrinhos amarelos (exceto se possuir cartão de excesso no carrinho) ?	X	
2	Os locais de posicionamento dos carrinhos estão demarcados ?		X (2 CARRINHOS 3413-2F)
3	As demarcações estão em bom estado?		X
4	Os carrinhos de transporte de peças estão posicionados dentro dos locais indicados ?		X
5	Todos os carrinhos/caçambas com peças a entrar no processo de faceamento estão com os cartões correspondentes (Kanban, Excesso ou ordem de produção, caso não sejam controlados por kanban)?	X	
6	As folhas do Totem estão atualizadas?	X	
7	Não existem mais que 14 carrinhos na área de entrada das faceadoras?	X	
8	As furadeiras e faceadoras estão produzindo peças em fluxo (sem estoque em processo)?	X	
9	Não existem mais que 3 carrinhos na área de entrada da retifica plana?	X	
<b>Supermercado</b>			
12	As demarcações das áreas para o supermercado estão sendo respeitadas ?	X	
13	As demarcações estão em bom estado?		X
14	Todas as peças estão nos locais demarcados?		X
15	As prateleiras (Hidráulica e HBM) estão devidamente identificadas seguindo o padrão?	X	
16	Todas as peças do supermercado estão com os cartões correspondentes?	X	
17	Existem espaços necessários para todas as peças no supermercado ?	X	
18	As quantidades de cada cartão corresponde à quantidade determinada em cada espaço do supermercado ?	X	
19	Os cartões retirados do supermercado estão sendo colocados nos postos de recolhimento?	X	
20	O mapa do supermercado está correto?		X
21	Todas as peças faceadas e furadas estão nas prateleiras ou no supermercado nos carrinhos?	X	
22	Existe apenas carrinhos pretos no supermercado ?	X	
23	Só estão em caçambas peças controladas por ordem ou excessos?	X	
<b>Centro de Usinagens</b>			
25	As peças aguardando o processo de usinagem estão localizadas somente em carrinhos ?	X	
26	As áreas de entrada e saída de peças de cada centro de usinagem estão demarcadas e identificadas?		X
27	As áreas das cubas e bancadas estão demarcadas?		X
28	As bancadas de trabalho estão organizadas ?	X	
29	As folhas de apontamento estão preenchidas corretamente?	X	
30	O pareto de problemas está preenchido corretamente?	X	
31	As folhas do Totem estão atualizadas ?	X	
32	Os quadros estão nos locais demarcados?		X MÁQ. 472 - DEMARCAR
33	Os quadros estão totalmente identificados no mesmo padrão?	X	
34	Os cartões estão posicionados nos locais e na sequência correta (do verde para o vermelho)?	X	
35	As programações dos quadros kanban estão corretas?	X	
36	Os itens em vermelho estão "furando fila"?	X	
37	As furações estão sendo realizadas logo após a usinagem e pelo mesmo operador?	X	
38	As demarcações estão em bom estado de conservação?		X
39	As quantidades de carrinhos na entrada e saída ds máquinas estão respeitando as demarcações?		X FALTAM ALGUMAS DEMARCAÇÕES
TOTAL DOS PONTOS OBTIDOS		7	
Data: 08/04/09 Responsável: Adilson			

Figura 37 - Check List de Sustentabilidade

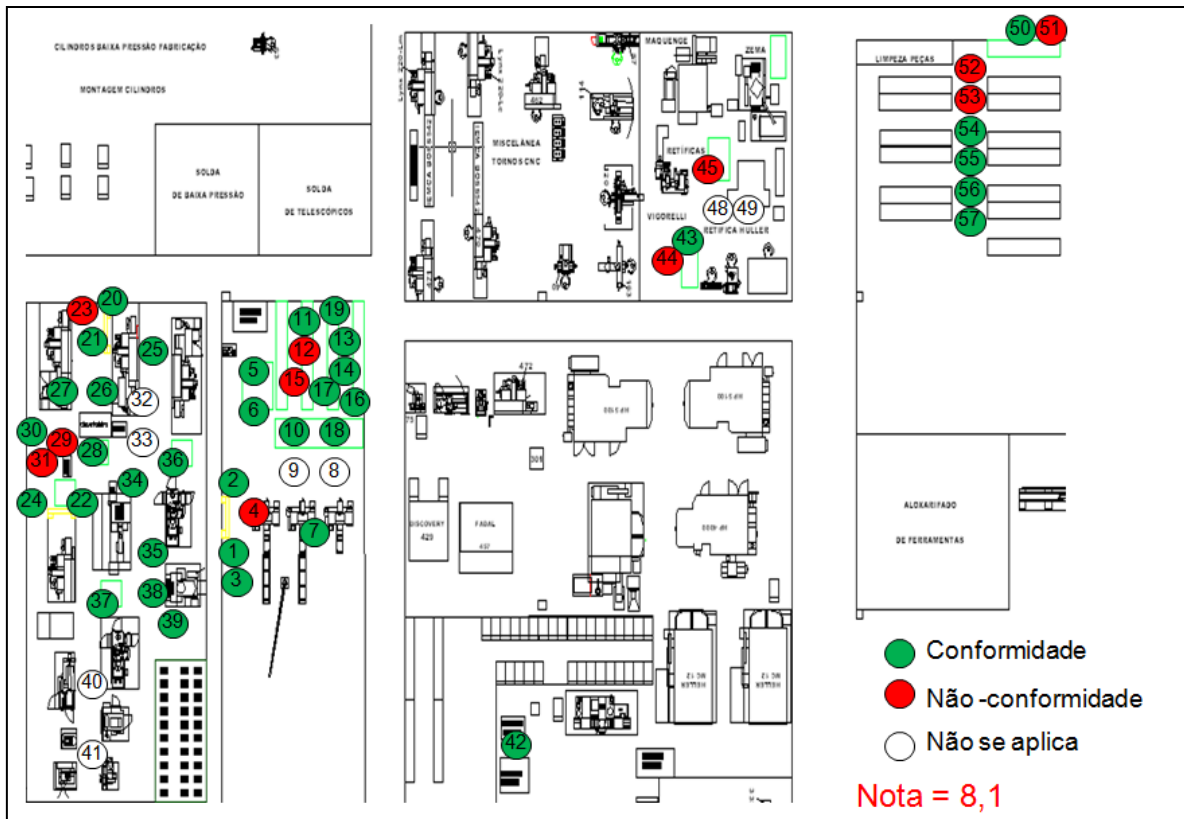


Figura 38 - Gráfico de bolinhas

O Gráfico de bolinhas era utilizado para facilitar a identificação dos setores que apresentaram não-conformidades. Ele apresentava apenas a nota do último *Chek List* de Sustentabilidade realizado. Para acompanhar o resultado de cada setor ao longo do tempo foi criado um gráfico com as notas, apresentado na Figura 39.

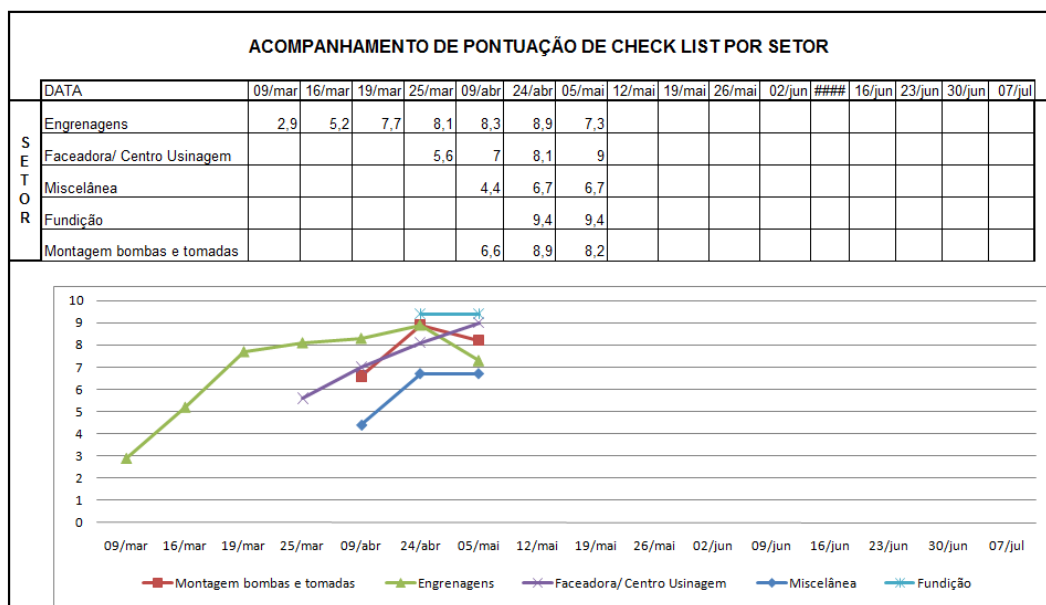


Figura 39 - Gráfico de acompanhamento

As notas do *Check List* de Sustentabilidade fizeram parte do SMD da Empresa B, como indicador de acompanhamento e está descrita, juntamente com a métrica de aderência, no descritivo das métricas de acompanhamento, apresentado na Tabela 16.

Assim como na Empresa A, foi criada uma estrutura de apontamento e compilação dos indicadores de acompanhamento. Essa estrutura era composta por meta, apontamento, compilação, causas de problemas e plano de ação, já apresentada nas Figura 31, Figura 32, Figura 33 e Figura 34. Para as notas do *Check List* de Sustentabilidade foram usadas somente a folha de meta e o plano de ação.



Tabela 16 - Descritivo das medidas de acompanhamento

<b>Medidas de Acompanhamento</b>		
<b>Métricas</b>	<b>Notas do Check List de Sustentabilidade</b>	<b>Aderência à programação dos itens controlados por sistema puxado</b>
<b>Significado/ Propósito</b>	Aumentar a aderência aos procedimentos implementado	Aumentar a aderência da produção em relação a programação
<b>Ponto/Procedimento de Coleta</b>	Check List	Folha no chão de fábrica
<b>Expressão de Cálculo</b>	(Número de itens conformes/Número total de itens)*10	Número de peças produzidos/Número de peças planejadas
<b>Meta</b>	8,0	90%
<b>Frequência de Apontamento</b>	Quinzenal	Diário
<b>Responsável Apontamento</b>	Supervisor do setor	Líder do Setor
<b>Frequência Compilação</b>	Quinzenal	Semanal
<b>Responsável Compilação</b>	Líder de Melhoria	Líder do setor
<b>Representação Gráfica</b>	Gráfico de Linha/Gráfico de bolinhas	Gráfico de Linha
<b>Local de Visualização</b>	Quadro de visualização na própria célula/setor	Quadro de visualização na própria célula/setor

Como já foi dito anteriormente, não foram criadas medidas de melhoria para a empresa B.

Na Figura 40, é apresentada uma correlação entre os indicadores de acompanhamento, resultado e os objetivos do projeto.

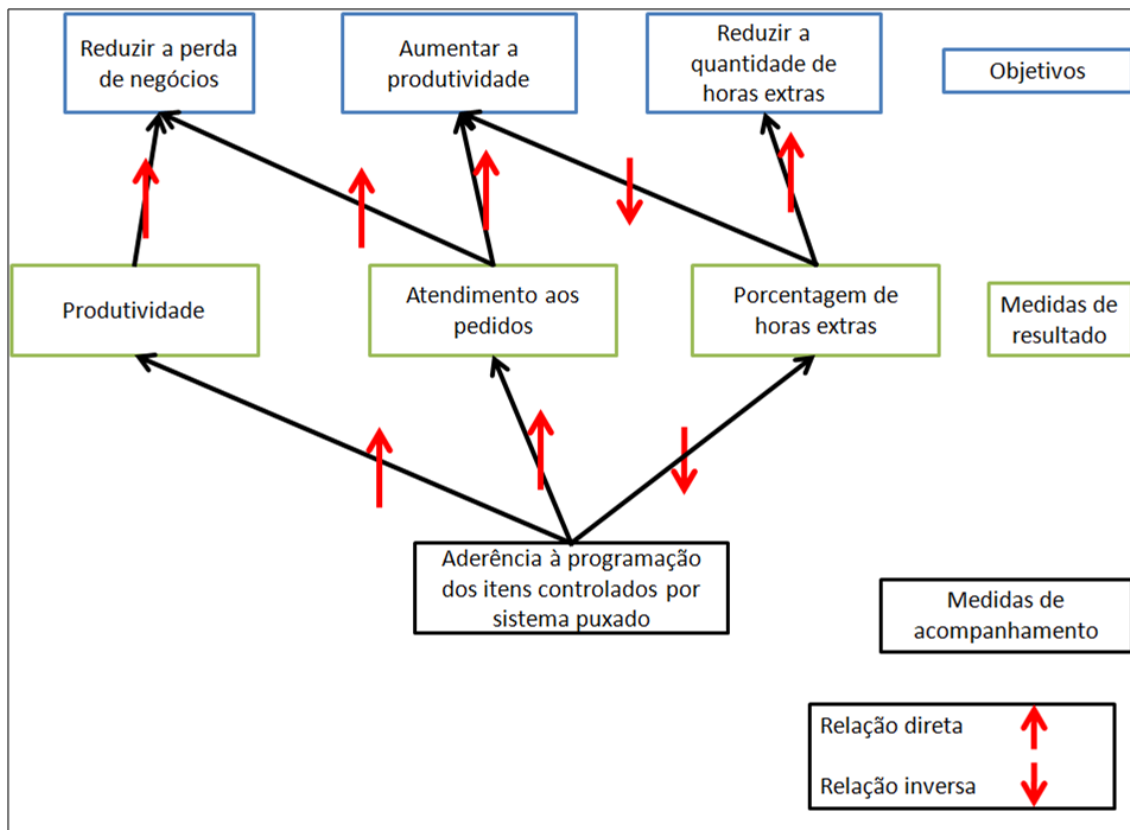


Figura 40 - Correlação entre os indicadores

O indicador Notas do *Check List* de Sustentabilidade não entrou nessa análise, pois a sustentabilidade dos padrões implantados está relacionada e influencia todos os indicadores.

Quanto maior a aderência à programação, menor a quantidade de horas extras necessárias, devido ao cumprimento dos prazos internos.

Quanto menor a quantidade de horas extras, maior a produtividade devido ao grande impacto das horas extras no total de horas trabalhadas.

As outras relações são bem claras ou já foram apresentadas na explicação do indicador.

### **4.3.1. Conclusão do estudo da Empresa B**

O SMD para o chão de fábrica desenvolvido contempla o aspecto operacional e o aspecto de sustentabilidade. O aspecto de sustentabilidade foi incluído quando as auditorias passaram a ser tratadas como indicador. Para isso, as auditorias passaram a ser realizadas com mais frequência e os resultados das auditorias passaram a ser quantificados e acompanhados com frequência, inclusive pelas lideranças do setor produtivo, formando o SMD para chão de fábrica.

Com a inserção do aspecto de sustentabilidade, o autor notou que a sustentabilidade passou a ser tratada como fator de sucesso para organização. Ao analisar o indicador e gráfico de bolinhas, era realizada uma reunião entre as lideranças da fábrica e o time de melhoria para entender os problemas e criar planos de ação.

Diferentemente da Empresa A, o ritmo de EKs não diminuiu com o tempo, porém as implantações continuaram sendo replicações das melhorias iniciais.

## **4.4. Empresa C**

A empresa C é uma empresa localizada na região de Piracicaba, SP, fundada em 1957. Ela possui cerca de 1000 funcionários e atende, principalmente, o mercado de máquinas agrícolas.

Os principais processos produtivos são: corte plasma/oxicorte, dobra, usinagem, furação, estamparia, solda e pintura. Ela possui uma grande variedade produtos acabados (aproximadamente 2000 itens) que se desdobram em uma quantidade ainda maior de componentes.

O autor participou do início da implantação de Produção Enxuta nessa empresa tendo acompanhado por dois anos e meio, de Março de 2008 até Setembro de 2010. A metodologia de implantação seguiu as etapas do DMAIC, já apresentado na Figura 29.

Assim como na Empresa A e na Empresa B, a primeira etapa foi a definição do escopo do projeto e os objetivos que a empresa buscava com a implantação dos conceitos de Produção Enxuta.

Os objetivos eram:

- Aumentar a produtividade;
- Aumentar o desempenho de entrega: assim como na Empresa A, os principais clientes da Empresa C colocavam seus pedidos numa carteira, o que gerava um horizonte de pelo menos um mês de pedidos firmes diários. Devido a esse horizonte de pedidos firmes, era exigido um desempenho satisfatório de entregas. Inclusive para um dos clientes o desempenho de entregas era fator de decisão para alocar novos produtos para a empresa em questão;
- Reduzir o estoque em processo: a matéria-prima representava entre 60% e 70% do custo do produto, portanto o estoque em processo representava um alto custo.

A empresa em questão já possuía algumas medidas de resultado operacionais, sendo que dentre elas, algumas, estavam ligadas diretamente aos objetivos apresentados anteriormente.

Além dessas medidas já existentes foram definidas mais medidas de resultado relacionadas aos objetivos. Essas medidas foram criadas na segunda etapa do ciclo do DMAIC (Medir e Mapear a Situação Atual).

Também foram criadas mediadas de acompanhamento relacionadas às medidas de resultado. Essas medidas foram criadas na quinta etapa do ciclo do DMAIC (Controlar o processo).

Também foram definidas medidas de sustentabilidade e melhoria. Essas medidas foram criadas durante a quinta etapa do ciclo do DMAIC (Controlar o processo).

As medidas já existentes eram: performance de entregas por cliente, faturamento diário e PPM.

As medidas de resultado criadas foram: **performance de entregas geral, variação do *lead time*, produtividade e produtividade 2.**

As medidas de acompanhamentos foram: **pontualidade de entregas, produtividade, produtividade 2, desvio médio do TPT, desvio médio do *lead time* de reposição e tempo médio de *setup*.**

A medida de sustentabilidade foi: **notas do *check list* de sustentabilidade.**

A medida de melhoria foi: **número de idéias aprovadas.**

Todas as medidas foram detalhadas de acordo com o modelo da Tabela 10.

A seguir são detalhadas as medidas de resultado. A descrição dessas métricas, segundo o modelo apresentado, está na Tabela 17.

- **Produtividade:** era calculada dividindo a quantidade de horas produzidas pela quantidade de horas trabalhadas. A quantidade de horas produzidas é obtida pela soma do tempo de produção de todas as peças que foram produzidas no mês. As horas trabalhadas são as horas da mão-de-obra direta, incluindo horas-extra;
- **Produtividade 2:** essa métrica foi criada com o objetivo de ponderar o custo das horas-extra no indicador de produtividade. Ela foi chamada de Produtividade 2,

mas a base de cálculo em relação a medida de Produtividade é diferente. Nesse indicador foi utilizado o faturamento do mês dividido pelo valor das horas pagas à mão de obra direta de produção. O valor das horas extras realizadas durante a semana tem peso de 1,6 e o valor das horas extras realizadas no fim de semana tem peso 2,0 no valor total das horas pagas. Esse fenômeno ocorre devido às leis trabalhistas. Sendo assim, essa medida calcula a produtividade ponderando o custo das horas extras realizadas;

- Pontualidade de entrega: a pontualidade de entrega era medida de acordo com os pedidos diários. A métrica media a aderência entre as entregas e os pedidos diários e era compilada mensalmente. Esse indicador já era compilado separadamente por e passou a ser compilado de maneira geral, unificando todos os clientes;
- Variação do *lead time*: *lead time* é o tempo de atravessamento desde a chegada da matéria prima até o produto ser vendido, quanto menor o *lead time*, menor a quantidade de estoques. Esse indicador era calculado dividindo a quantidade de estoque no fim do mês pela demanda mensal. A quantidade de estoques era calculada pela soma de itens em processo mais os produtos acabados. A matéria-prima não foi considerada no cálculo por sua compra ser estratégica para empresa, portanto o estoque poderia aumentar ou diminuir seguindo flutuações do mercado e não de práticas internas e melhorias nos processos.

Tabela 17 - Descritivo das métricas de resultado

Medidas de resultado				
Métricas	Pontualidade de Entregas	Variação do Lead Time	Produtividade	Produtividade 2
Significado/ Propósito	Aumentar o desempenho de entregas	Reduzir os estoques em processo	Aumentar a produtividade	Aumentar a produtividade
Ponto/Procedimento de Coleta	Relatório do ERP	Relatório do ERP	Relatório do ERP	Relatório do ERP
Expressão de Cálculo	Número de produtos entregues/ (Número de produtos pedidos)	Estoque total no final do mês/ (Demanda do mês)	Horas produzidas/ (Horas trabalhadas)	Faturamento / ( Valor das Horas pagas)
Meta	95%	13 dias	60%	37
Frequência de Apontamento	Diário	Mensal	Mensal	Mensal
Responsável Apontamento	PCP	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria
Frequência Compilação	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
Responsável Compilação	PCP	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria
Representação Gráfica	Gráfico de Barras	Gráfico de Barras	Gráfico de Barras	Gráfico de Linha
Local de Visualização	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria

Para atingir as metas dos indicadores de resultado foram realizadas uma série de implantações projetadas na terceira fase do projeto (Analisar a Situação Atual e Desenvolver a Situação Futura) e implantadas na quarta fase (Implantar a Situação Futura):

- Fluxo contínuo e balanceamento: foram implantadas células de produção nos processos de solda, acabamento e usinagem;
- Sistema Puxado: foram criados supermercados para abastecer as células de solda;
- Otimização do *layout* produtivo: as alterações de *layout* tiveram o objetivo de viabilizar as implantações das células e dos supermercados;
- SMED: foi realizado um trabalho de redução do tempo de *setup* do processo de usinagem.

Todas as implantações foram em Eventos *Kaizens*, sendo um total de 17 EKs em dois anos e meio. A seqüência de EKs está apresentada na Tabela 18.

Tabela 18 - Calendário de Eventos *Kaizens* da Empresa C

Calendário de Eventos Kaizens											
jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	jul/08	ago/08	set/08	out/08	nov/08	dez/08
					1° EK			2° EK		3° EK	
jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09	ago/09	set/09	out/09	nov/09	dez/09
4° EK		5° EK		6° EK			7° EK	8° EK			
jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
	9° EK	10° EK	11° EK	12° EK	13° EK/14°EK	15° EK	16° EK	17° EK			

As métricas de acompanhamento, já citadas, foram criadas após as implantações dessas melhorias na quinta etapa do projeto (Controlar o processo). Elas estão detalhadas a seguir:

- *Lead time* médio de reposição real: esse indicador calculava o tempo médio de reposição de cada item controlado por sistema puxado. O tempo era calculado por sistema, o item recebia um apontamento inicial no início do processo produtivo e um apontamento no final do processo, pela diferença dessas datas era possível calcular o *lead time* (LT). Esse indicador era apresentado na forma de uma tabela com os códigos dos itens e o *lead time* real;
- Desvio do *lead time* médio de reposição: esse indicador era calculado baseado na relação do indicador anterior, *Lead time* médio de reposição real, e o LT projetado para cada item. Também era apresentado na forma de uma tabela;
- TPT médio real: semelhante ao indicador de *Lead time* médio de reposição real calculava o TPT real através dos apontamentos. Era calculado pelo tempo médio entre os disparos dos cartões *Kanban* de um mesmo item. Também era apresentado como uma tabela com os itens e os seus TPTs reais;



- Desvio do TPT: também semelhante ao indicador de Desvio do *lead time* médio de reposição, calculava a relação entre o TPT projetado e o real. Esses quatro primeiros indicadores não serão apresentados, pois apresentam os códigos dos itens da empresa em questão;
- Tempo Médio de *Setup*: essa métrica era calculada de maneira semelhante à métrica da Empresa A, ou seja, realizando a média do tempo de *setup* diário. Como na Empresa A, esse indicador era compilado no chão de fábrica;
- Produtividade: as medidas de resultados foram repassadas como medidas de acompanhamento para as células de produção implantadas. O cálculo da produtividade era o mesmo da medida de resultado, porém nas horas produzidas só eram considerados produtos produzidos pela célula em questão (cada célula possuía um indicador individual) e as horas trabalhadas eram dos colaboradores dedicados à célula;
- Produtividade 2: semelhante à métrica de resultado, era calculado dividindo o faturamento das peças produzidas na célula pelo valor das horas trabalhadas pelos operadores da célula;
- Pontualidade de entregas: esse indicador calculava a pontualidade de entregas dos produtos da célula que estava sendo medida.

Além das métricas de acompanhamento operacionais já apresentadas foi criada a métrica de sustentabilidade semelhante à criada para Empresa B. Segue a explicação e apresentação do indicador de sustentabilidade:

1. Demarcar claramente os fluxos/áreas: cada célula foi considerada uma área independente para realização do *Check List* de Sustentabilidade;
2. Definir o responsável por cada fluxo/área: o líder de cada célula foi o responsável pela realização do *Check List* de Sustentabilidade;

3. Definir rotas de auditorias: foram definidas rotas para facilitar o trabalho do líder, sendo que um líder era responsável por várias células;
4. Preparar o *chek list* de auditoria por área: foram criados *Chek List* de Sustentabilidade customizados para cada célula, conforme Figura 41;
5. Definir frequência de auditoria: devido ao grande número de células foi definida uma frequência mensal para cada célula;
6. Definir local de gestão visual: o *Chek List* de Sustentabilidade foi colocado em cada célula no quadro de gestão visual, juntamente com os outros indicadores;
7. Criar pontuação para a auditoria: a pontuação foi semelhante a da Empresa B, de 0 a 10 pontos;
8. Fazer representação gráfica da pontuação: foi criado o gráfico de bolinhas, sendo um gráfico para cada célula, ao invés do *layout* completo da empresa. O gráfico foi apresentado na Figura 42;
9. Estabelecer sistema de recompensa: esse ponto foi negligenciado, o indicador era acompanhado mensalmente juntamente com os outros indicadores, mas não existia uma premiação baseada nesse indicador.

CHECKLIST DE SUSTENTABILIDADE DAS MELHORIAS LEAN			
Avaliação		Resultado	
		SIM	NÃO
1	<b>Oxícorde</b>		
1.1	As máquinas de corte nas quais as peças kanban devem ser cortadas estão identificadas?		
1.2	Os boxes de rebarbação dedicados as peças kanban estão identificados?		
1.3	Os boxes de chanfro dedicados as peças kanban estão identificados?		
1.4	As máquinas nas quais são processadas peças kanban estão identificadas?		
1.5	As máquinas nas quais são processadas peças kanban contém os quadros FIFO de programação?		
1.6	Os cartões das peças na área de entrada estão no quadro FIFO?		
1.7	O quadro de programação (FIFO) está sendo respeitado?		
1.8	O roteiro das peças kanban está sendo impresso na Ordem de fabricação?		
1.9	O roteiro das peças kanban está sendo seguido?		
1.10	As peças kanban estão identificadas como "Kanban" nas etiquetas de identificação?		
1.11	As áreas de entrada e saída nas máquinas e boxes kanban estão demarcadas?		
1.12	As áreas de entrada e saída nas máquinas e boxes kanban estão sendo respeitadas?		
1.13	As áreas de consolidação estão demarcadas e identificadas?		
1.14	As áreas de consolidação contém apenas peças designadas a elas?		
1.15	Os quadros de consolidação estão nas áreas de consolidação ou nas máquinas a que se referem?		
1.16	Os quadros de consolidação estão identificados com os números/nome das máquinas/operações a que se referem?		
1.17	Os cartões estão posicionados corretamente no quadro de consolidação?		
1.18	As peças kanban a serem consolidadas estão identificadas nos seus respectivos quadros de consolidação?		
1.19	A consolidação das peças kanban está sendo respeitada?		
1.20	As datas de consolidação e a quantidade a ser consolidada estão indicadas nos quadros?		
1.21	O relatório de não cumprimento da consolidação do lotes da peças está sendo preenchido corretamente?		
Pontuação		0%	
Data: / / 2008		Responsável:	

Figura 41 - Check List de Sustentabilidade

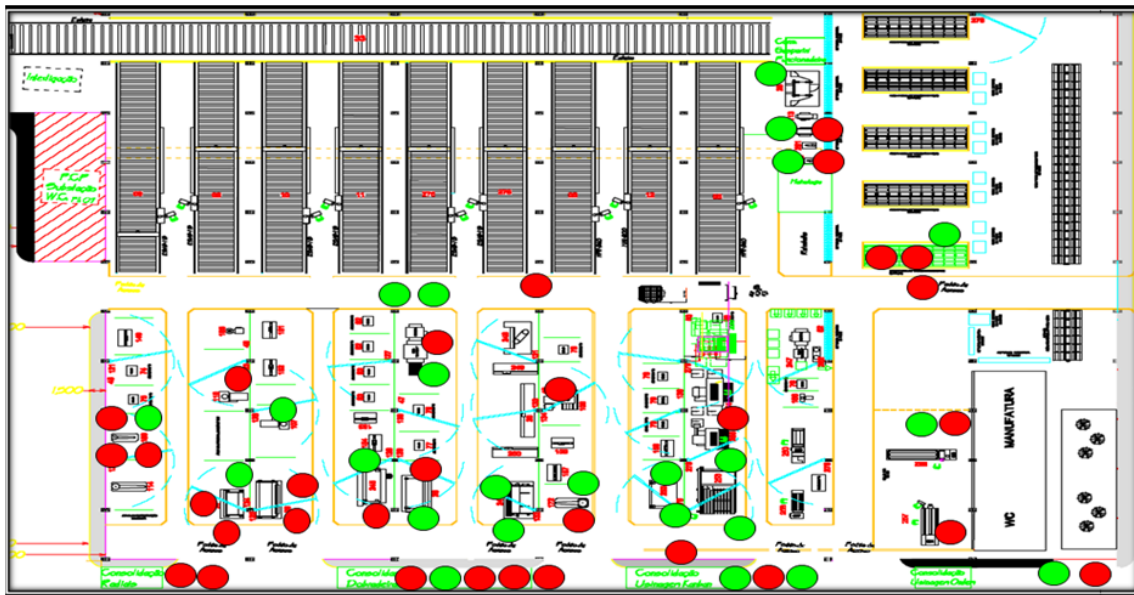


Figura 42 - Gráfico de bolinhas

Na empresa C, também foi criado o gráfico de acompanhamento com a nota dos *Chek List* de Sustentabilidade mensais, apresentado na Figura 43.

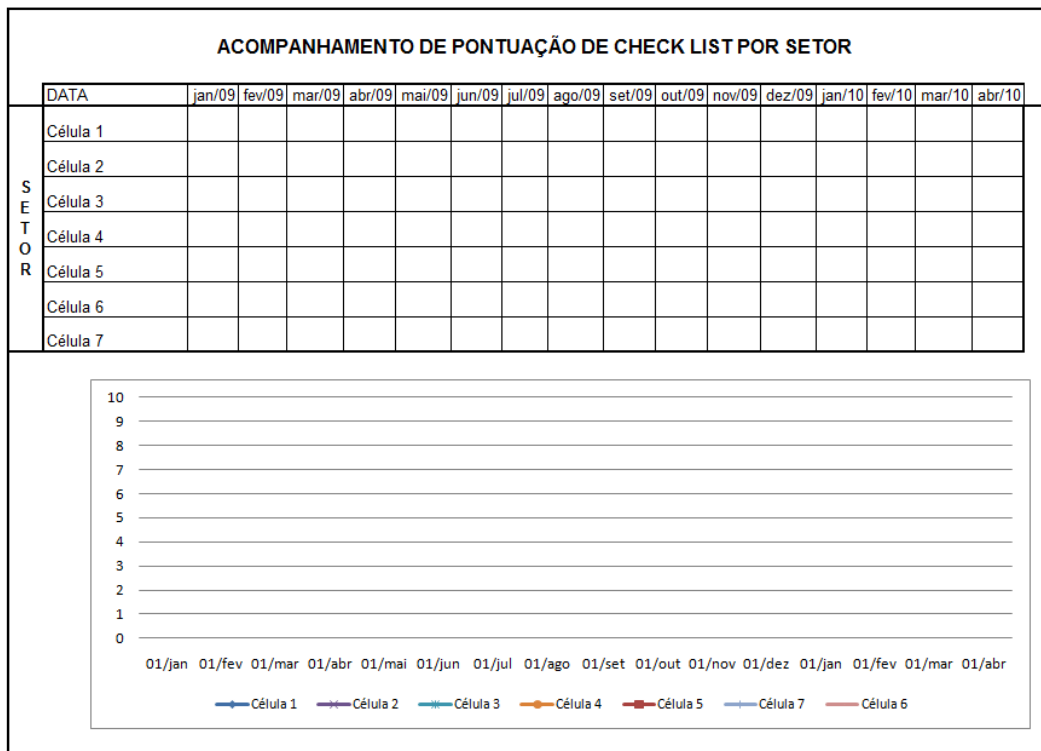


Figura 43 - Gráfico de acompanhamento

Além do aspecto de sustentabilidade inserido no SMD, na Empresa C, foi incluído o aspecto de melhoria por um sistema de proposição de melhorias.

Esse sistema de proposição de melhorias foi baseado na ferramenta A3, o objetivo era incentivar a empresa continuar a desenvolver melhorias, porém essas melhorias deveriam ser baseadas nos conceitos de Produção Enxuta. Todos os funcionários podiam dar idéias. Foi criado um formulário baseado no A3 para sistematizar essas idéias. Esse formulário era composto por quatro partes:

- Requisitos do negócio: o autor da melhoria deveria apresentar o que pretendia melhorar como: produtividade, desempenho de entregas, custos, segurança, ergonomia, etc. O objetivo desse campo era forçar o próprio autor da idéia a pensar se a sugestão era viável;
- Situação atual: nesse campo, o autor da melhoria deveria descrever o problema atual utilizando gráfico, fotos, MFVs etc.;
- Situação futura: nesse campo o autor da melhoria apresentava o que deveria acontecer com o local/área/fluxo depois de implantada a idéia. Esse campo também deveria ser ilustrado com gráficos, fotos, MFVs etc.;
- Plano de ação: nesse campo o autor da melhoria deveria apresentar os passos para atingir a situação futura e se possível recursos necessário para que a idéia seja implantada.

Semanalmente as idéias eram avaliadas e as aprovadas recebiam um prêmio, mesmo sem que ela seja implantada.

Esse sistema criou na Empresa C uma cultura pela busca por melhorias. Ele foi implantado em Março de 2010 e a partir dessa data foram criados indicadores do número de idéias por mês, Figura 44. Essa métrica é dividida por requisitos de negócio.

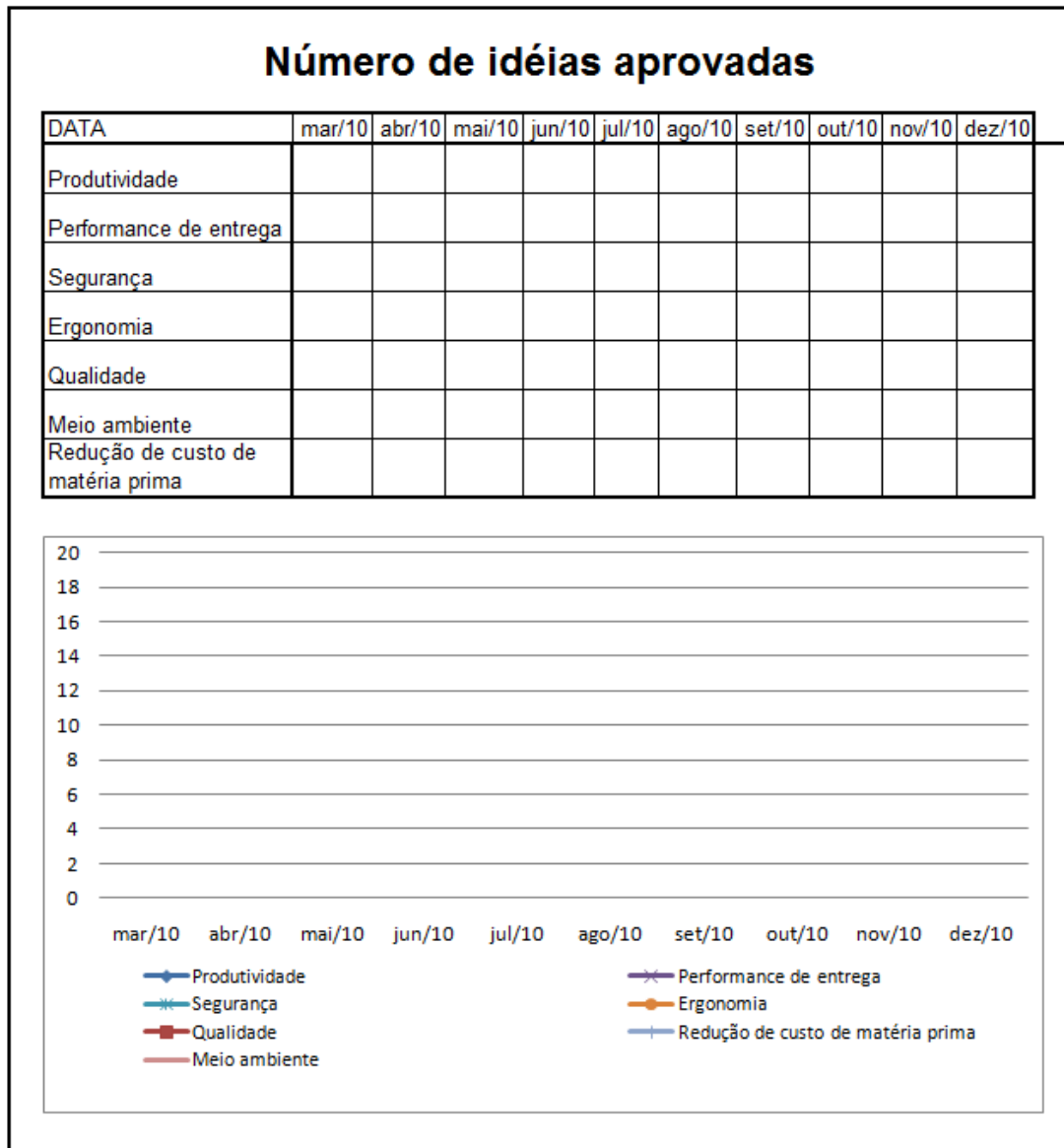


Figura 44 - Gráfico de acompanhamento de melhorias

Esse indicador foi integrado nas medidas de acompanhamento e está descrito na Tabela 19.

Tabela 19 – Descritivo dos indicadores de acompanhamento

Medidas de Acompanhamento										
Métricas	Pontualidade de Entregas	Produtividade	Produtividade 2	Tempo de Médio de Setup	Lead time médio de reposição real	Desvio do lead time médio de reposição	TPT médio real	Desvio do TPT	Notas do Check List de Sustentabilidade	Número de idéias aprovadas
Significado/Propósito	Aumentar o desempenho de entregas	Aumentar a produtividade	Aumentar a produtividade	Reduzir o tempo de setup	Controlar o lead time de reposição real do supermercado	Controlar o lead time de reposição real do supermercado	Controlar o TPT do supermercado	Controlar o TPT do supermercado	Aumentar a aderência aos procedimentos implementado	Incentivar a proposição de melhorias
Ponto/Procedimento de Coleta	Relatório do ERP	Relatório do ERP	Relatório do ERP	Folha no chão de fábrica	Relatório do sistema	Relatório do sistema	Relatório do sistema	Relatório do sistema	Check List	Planilha de Excel
Expressão de Cálculo	Número de produtos entregues/ (Número de produtos pedidos)	Horas produzidas/ (Horas trabalhadas)	Faturamento / (Valor das Horas pagas)	Tempo total de setups no dia/Tempo total de setup no dia	$\Sigma$ (Data de Liberação da Ordem – Data de Disparo do Kanban) / número total de disparos da peça	Lead Time de Reposição Real – Lead Time de Reposição Projetado	$\Sigma$ Tempos entre disparos de Kanbans (saída do quadro) de uma mesma peça / (Total de disparos da peça – 1)	TPT Médio Real – TPT Projetado	(Número de itens conformes/Número total de itens)*10	Número de idéias aprovadas
Meta	97%	80%	Variável por célula	Variável por máquina	-	0	-	0	8,0	-
Frequência de Apontamento	Diário	Mensal	Mensal	Diário	Diário	Diário	Semanal	Semanal	Mensal	Semanal
Responsável Apontamento	PCP	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria	Operador da máquina	Sistema	Sistema	Sistema	Sistema	Supervisor do setor	Recursos Humanos
Frequência Compilação	Mensal	Mensal	Mensal	Diário	Diário	Diário	Diário	Diário	Mensal	Mensal
Responsável Compilação	PCP	Líder de Melhoria	Líder de Melhoria	Operador da máquina	Sistema	Sistema	Sistema	Sistema	Líder de Melhoria	Recursos Humanos
Representação Gráfica	Gráfico de Barras	Gráfico de Barras	Gráfico de Barras	Gráfico de Linha	Tabela	Tabela	Tabela	Tabela	Gráfico de Linha/Gráfico de bolinhas	Gráfico de Linha
Local de Visualização	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria	Sala de Melhoria	Quadro de visualização na máquina	-	-	-	-	Quadro de visualização na própria	Quadro de avisos

Assim como nas Empresas A e B, foi criada uma estrutura de apontamento e compilação dos indicadores de acompanhamento, composta por meta, apontamento, compilação, causas de problemas e plano de ação, apresentadas nas Figura 31, Figura 32, Figura 33 e Figura 34. Para as notas do *Check List* de Sustentabilidade foram usadas somente a folha de meta e o plano de ação.

Na Figura 45, é apresentada uma correlação entre os indicadores de acompanhamento, resultado e os objetivos do projeto.

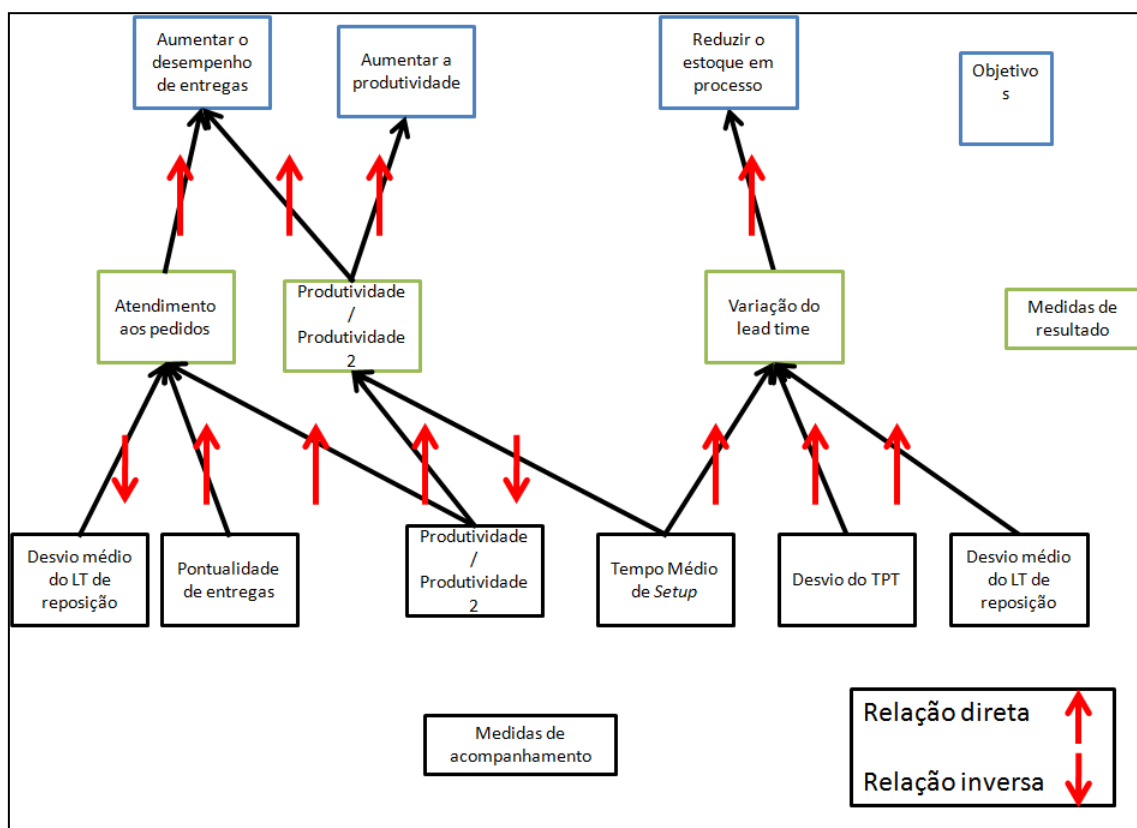


Figura 45 - Correlação entre os indicadores

Para simplificar a análise, os indicadores de Produtividade e Produtividade 2 foram agrupados, pois possuem as mesmas relações com os outros indicadores. Os indicadores de Desvio médio do LT de reposição e desvio do TPT foram agrupados, pelo mesmo motivo, com LT de reposição médio real e TPT médio real,

respectivamente. O indicador de desvio médio do LT de reposição foi duplicado para facilitar a visualização.

Quanto menor a Variação do LT menor os estoques em processos, pois o LT representava numericamente todo o estoque.

Quanto menor o tempo de *setup*, menor o tamanho dos lotes, pois é viável realizar mais *setups*. Portanto, menor os estoques em processo e menor a Variação do LT.

Quanto menor o TPT, menor o tamanho dos lotes e, como já foi apresentado, menor os estoques em processo e menor a Variação do LT.

Quanto menor o tempo de *setup*, maior o tempo disponível para produção e, portanto maior a Produtividade. Essa regra só se aplica se o processo em que for realizado o trabalho de SMED for um processo gargalo.

Quanto menor o Desvio médio do LT de reposição, menor os estoques em processo e conseqüentemente menor a Variação do LT. Quanto menor o desvio médio do LT de reposição maior a Pontualidade de entregas

Como as Notas do *Check List* de Sustentabilidade estão relacionados aos padrões implantados, esse indicador está relacionado com todos os outros indicadores e portanto, não foi colocado na correlação.

Semelhante ao indicador de sustentabilidade, a medida de número de idéias aprovadas poderia influenciar todos os indicadores, dependendo da idéia sugerida. Portanto, ele não foi colocado na correlação.

#### **4.4.1. Conclusão do estudo da Empresa C**

O SMD para o chão de fábrica desenvolvido para a Empresa C contempla o aspecto operacional, de sustentabilidade e o aspecto de melhoria. O aspecto de melhoria



foi incluído com o indicador de melhoria, criando na empresa uma cultura e busca por melhoria contínua. Juntamente com o início do programa de proposição de melhorias foram passados uma série de treinamentos para toda a empresa sobre os conceitos de Produção Enxuta com o objetivo de incentivar e viabilizar a proposição de idéias.

Outra iniciativa realizada para manter o espírito de melhorias foi implantar uma equipe de melhorias na estrutura da empresa. Essa equipe era responsável por continuar a implantação de EKs. Ela foi medida informalmente pelo número de EKs realizados, porém ainda não foi criada uma métrica. No fim do acompanhamento pelo autor foi sugerida a criação dessa métrica.

Com o uso dos três aspectos no SMD, o autor notou que a preocupação na continuidade dos EKs e, conseqüentemente, das melhorias foi uma preocupação de todos os níveis da empresa e não apenas de uma pequena equipe de melhoria. O ritmo de EKs não diminuiu, pelo contrário, aumentou, o que é natural para uma empresa que vai adquirindo maturidade em Produção Enxuta.

## 5. ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO E PROPOSIÇÃO DE UM SMD

### 5.1. Análise dos estudos de caso

Após a realização dos estudos de caso, é possível comparar o SMD criado para cada empresa. Utilizando as mesmas características da Tabela 6, da revisão bibliográfica, foi criada a Tabela 20, na qual os SMDS dos estudos de caso são divididos.

É possível notar pela Tabela 20 que os SMDS de todas as empresas apresentaram indicadores operacionais, divisão entre indicadores de acompanhamento e indicadores de resultado. Eles também apresentam inter-relação entre os indicadores e ressaltam a importância da sustentabilidade (mesmo que só com auditorias como caso da Empresa A). Esses fatores são considerados imprescindíveis para um SMD baseado nos princípios enxutos. As empresas B e C apresentaram indicadores de sustentabilidade e somente a Empresa C apresentou indicadores de melhoria.

Outra comparação que é possível ser feita está relacionada com o número e a frequência de Eventos *Kaizens* de cada empresa. Os dados das Tabela 12, Tabela 15 e Tabela 18 deixam claro que o ritmo de EKs da Empresa A diminui com o passar do tempo, enquanto que na Empresa B e Empresa C ele se manteve.

Com o objetivo de realizar uma análise da relação de SMD com nível de maturidade *Lean*, as três empresas serão comparadas com o uso do método do Shingo Prize. Porém só serão aplicados as escalas de medição contidas na Tabela 8 e Tabela 9. Não será aplicado o questionário completo, pois o prêmio não revela claramente como é realizado o cálculo completo.

Tabela 20 - Compilação dos SMDs dos estudos de casos

		Empresas		
		Empresa A	Empresa B	Empresa C
<b>Características do SMD para Produção Enxuta</b>	Indicadores operacionais	X	X	X
	Divisão entre indicadores de acompanhamento e indicadores de	X	X	X
	Apresenta inter-relação entre os indicadores	X	X	X
	Ressalta a importância da sustentabilidade	X	X	X
	Indicadores de sustentabilidade		X	X
	Indicadores de melhoria			X
	Roteiro para implantação			

Para a comparação, serão consideradas as porcentagens referentes aos Princípios, Sistemas e Ferramentas (Tabela 8) e referentes aos Resultados (Tabela 9). O objetivo será definir, baseado nos critérios da tabela, em qual quadrante se encontra as empresas em questão e por fim, definir sua nota baseado em uma proporção em relação ao número de questões.

Por exemplo, se em uma empresa são encontradas as seguintes características:

- Evidências modestas de *feedback* ;
- Escolha pobre de medidas e uso insuficiente;
- Níveis de desempenho estão baixos;
- Não existe tendência de melhoria nas áreas chaves.

Essa empresa receberá a nota de 45% em relação a Resultados (Tabela 8), pois apresenta um requisito para estar entre 40% e 59%. Como são quatro requisitos e o intervalo é de 20%, foi dividido 20% por quatro, resultando em 5% adicional. Portanto,

a nota é 40% por estar no segundo quadrante e mais 5% por atender um requisito do segundo quadrante.

Os resultados das análises das três empresas são apresentados nas Tabela 21 (Princípios, sistemas, ferramentas) e Tabela 22 (Resultados).

Tabela 21 - Princípios, sistemas, ferramentas

Princípios, sistemas, ferramentas - Escala de medição		Empresa A	Empresa B	Empresa C
100% ↑ ↓ 80%	Compreensão clara da implementação de princípios enxutos em toda a equipe de liderança, fluxo de valor e nos processos de apoio			
	Ampla participação e profundidade do alinhamento estratégico com os objectivos-chave da empresa			
	Estratégia focada nos processos de alto valor agregado			
	Aplicações de prevenções de desperdícios que podem ser considerados exemplos de melhores práticas			
79% ↑ ↓ 60%	Sistema enxuto muito bom que integraliza o trabalho com melhoria			X
	Reconhecimento das prioridades estratégicas, desenvolvimento de sistemas enxutos alinhados com as necessidades estratégicas			
	Uso freqüente de recursos humanos e técnicos apropriados para ir além da solução convencional, mas ocasionam problemas em obter ação integrada			
59% ↑ ↓ 40%	Existência de algumas idéias estratégicas, mas raramente são aplicadas sistematicamente		X	X
	Aplicações de ferramentas e técnicas enxutas apropriadas são planejadas além do que o tempo permite			
	São utilizados alguns recursos humanos e técnicos além do convencional, mas é difícil integrar cooperação e ação	X	X	X
39% ↑ ↓ 20%	Não existe evidência de foco estratégico; reação somente aos problemas do dia-a-dia	X		
	Aplicações de ferramentas enxutas limitadas e incompletas	X	X	
	Não existe evidência da utilização de recursos humanos e técnicos na resolução de problemas			
<b>Nota</b>		47%	53%	67%

Tabela 22 - Resultados

Resultados - Escala de medição		Empresa A	Empresa B	Empresa C
100% ↑ ↓ 80%	Excelentes tendências de melhorias nas áreas estratégicas chaves e dentro de projetos de prevenção de desperdícios			
	Altos e previsíveis níveis de desempenho com programas baseados em metas estabelecidas			
	Foco na escolha de indicadores apropriados com eficácia evidenciada			X
	Clara evidência de <i>feedback</i> para os responsáveis por melhoria			
79% ↑ ↓ 60%	Boas tendências de melhorias nas áreas estratégicas chaves e melhorias nos projetos	X	X	X
	Bom nível de desempenho na maioria das áreas e projetos		X	X
	Utilização de medidas adequadas com eficácia evidenciada			
	Boa evidência de <i>feedback</i> para os envolvidos em melhorias			X
59% ↑ ↓ 40%	Melhorias modestas em algumas áreas chaves			
	Razoável para bom nível de desempenho em algumas áreas e aplicações	X		
	Utilização adequada de medidas, mas demonstra pouca eficácia	X	X	
	Evidência modesta de <i>feedback</i> como rotina	X	X	
39% ↑ ↓ 20%	Não existe tendência de melhoria nas áreas chaves			
	Níveis de desempenho estão baixos			
	Escolha pobre de medidas e uso insuficiente			
	Não existe evidência de <i>feedback</i> sistemático			
<b>Nota</b>		65%	70%	85%

Seguem as explicações dos critérios de cada empresa, inicialmente pela

Empresa A:

- Aplicações de ferramentas enxutas limitadas e incompletas: apesar das técnicas aplicadas serem completas, a Empresa A se limitou a determinadas técnicas como Sistema Puxado, por exemplo. Essa limitação deve-se a falta de especialistas em outras técnicas de Produção Enxuta;
- Não existe evidência de foco estratégico; reação somente aos problemas do dia-a-dia: existia um afastamento da direção em relação a implantação da Produção Enxuta, sendo um projeto da média gerência, o que dificulta a relação da estratégia da empresa com as ações de melhoria;

- São utilizados alguns recursos humanos e técnicos além do convencional, mas é difícil integrar cooperação e ação: existem reuniões para corrigir os problemas, mas dificilmente são tomadas ações que ataquem a causa raiz do problema;
- Evidência modesta de *feedback* como rotina: o processo de *feedback* para os responsáveis por melhoria ocorre com uma determinada frequência, principalmente no EKs. Esse processo poderia ser mais sistêmico e frequente;
- Utilização adequada de medidas, mas demonstra pouca eficácia: o uso das medidas de acompanhamento, principalmente, se mostra adequado, uma vez que elas são compiladas e fornecem o resultado no chão de fábrica, porém as ações tomadas baseadas nessas medidas não são eficazes;
- Razoável para bom nível de desempenho em algumas áreas e aplicações: apesar das técnicas limitadas, os resultados originados foram bons, porém alguns resultados se deterioraram ao longo do tempo;
- Boas tendências de melhorias nas áreas estratégicas-chave e melhorias nos projetos: como o resultado em geral se apresenta satisfatório e algumas ações estão sendo tomadas nas áreas onde o resultado ainda não apareceu, as tendências de melhorias são boas.

Seguem as explicações dos critérios da Empresa B:

- Aplicações de ferramentas enxutas limitadas e incompletas: diferentemente da empresa A, nessa empresa foram aplicadas um número maior de técnicas, porém devido ao grande número e devido a falta de aprofundamento em cada técnica, elas podem ser consideradas incompletas;

- Existência de algumas idéias estratégicas, mas raramente são aplicadas sistematicamente: a direção está presente e direciona os esforços de melhorias, mas não existe uma sistemática para incorporar a estratégia nas ações de melhoria;
- São utilizados alguns recursos humanos e técnicos além do convencional, mas é difícil integrar cooperação e ação: como acontece na Empresa A, existem reuniões para corrigir os problemas, mas dificilmente são tomadas ações que ataquem a causa raiz do problema;
- Evidência modesta de *feedback* como rotina: também semelhante à Empresa A;
- Utilização adequada de medidas, mas demonstra pouca eficácia: semelhante à empresa A;
- Bom nível de desempenho na maioria das áreas e projetos: diferentemente da Empresa A, os resultados bons se mantiveram;
- Boas tendências de melhorias nas áreas estratégicas-chave e melhorias nos projetos: como o resultado em geral se apresenta bom e a empresa tem mantido os padrões estabelecidos, as tendências são boas.

Seguem as explicações dos critérios da Empresa C:

- Sistema enxuto muito bom que integraliza o trabalho com melhoria: muitas das técnicas enxutas já fazem parte do cotidiano da empresa, integradas ao trabalho do dia-a-dia;
- Existência de algumas idéias estratégicas, mas raramente são aplicadas sistematicamente: semelhante à Empresa B;

- São utilizados alguns recursos humanos e técnicos além do convencional, mas é difícil integrar cooperação e ação: semelhante à Empresa B;
- Boa evidência de *feedback* para os envolvidos em melhorias: além dos EKs, os *feedbacks* são passados nas análises dos A3s criados pelo sistema de proposição de melhorias;
- Foco na escolha de indicadores apropriados com eficácia evidenciada: a empresa possui indicadores focados em Produção Enxuta para todas as áreas, inclusive fora do ambiente de chão de fábrica, como por exemplo, desenvolvimento de produtos e logística (esses indicadores não foram apresentados no trabalho por estarem fora do contexto de produção);
- Bom nível de desempenho na maioria das áreas e projetos: semelhante à Empresa B;
- Boas tendências de melhorias nas áreas estratégicas chaves e melhorias nos projetos: semelhante à Empresa B.

Pelos critérios analisados é possível identificar a dificuldade da Empresa A em manter o nível de desempenho alcançado pós-implantação. Também é possível notar que a estrutura criada para melhorias na Empresa C permite que os *feedbacks* sejam mais sistematizados.

Outro ponto interessante é que as três empresas obtiveram notas pelo menos razoáveis relacionadas a resultados. Isso se deve a implantação recente dos conceitos de Produção Enxuta.

Porém as notas foram consideravelmente mais baixas se tratando de Princípios, ferramentas e sistemas, o que mostra que as empresas ainda não atingiram a maturidade *lean*. Sendo que, nesses requisitos (Princípios, ferramentas e sistemas), a



Empresa C está com uma nota proporcionalmente mais alta que as outras empresas comparando ao requisito de resultado.

Uma discussão proposta nesse trabalho é sobre a relação entre o nível de maturidade *Lean* e o SMD de uma empresa. Pela comparação apresentada nota-se que a Empresa C é a mais madura e tem o SMD melhor estruturado. Porém devido ao pequeno número de casos (apenas três), não é possível concluir se ela tem o SMD melhor estruturado por ser mais madura ou se é mais madura devido ao SMD bem estruturado. A relação de causa e efeito entre nível de maturidade *Lean* e SMD deve ser aprofundada para uma conclusão mais precisa.

## 5.2. Proposição de um roteiro para SMD de Produção Enxuta

De acordo com as conclusões da revisão bibliográfica e dos estudos de casos, é muito importante incluir no SMD para Produção Enxuta os aspectos de sustentabilidade das ações *lean* e o aspecto de melhoria contínua, além do aspecto operacional. Portanto, propõem-se um roteiro com dez passos para criação de um SMD para o chão de fábrica focado nesses três aspectos. Ele está apresentado na Figura 9.

Esse roteiro é formado pelos seguintes passos:

1. **Definir objetivos claros para a implantação de Produção Enxuta:** a empresa deve saber claramente qual o ponto que deseja melhorar ou o resultado que deseja obter com essa implantação. Esses objetivos devem vir da alta gerência ou direção da empresa para garantir o alinhamento do SMD com a estratégia da empresa;
2. **Definir indicadores de resultados:** esses indicadores devem refletir exatamente todos os objetivos definidos no primeiro passo. É importante que não existam indicadores que não estejam ligados diretamente aos objetivos. O excesso de

indicadores é tão prejudicial quanto à falta deles. Muitos indicadores levam a dificuldade de análise e muitas vezes não são compatíveis, criando um sistema que sugere a aplicação de recursos e esforços para problemas que não estão alinhados com a estratégia da empresa. Para definir esses indicadores, a primeira etapa deve ser levantar os indicadores já existentes na empresa e avaliar se eles estão relacionados com os objetivos do primeiro passo e se eles atendem aos conceitos de Produção Enxuta, conforme apresentado por Rentes (2000). A vantagem de se utilizar indicadores já existentes é a familiaridade com o cálculo, forma de apresentação e a existência de histórico de fácil acesso. Caso não existam indicadores para todos os objetivos, novos indicadores devem ser criados;

**3. Definir indicadores de acompanhamento operacionais para cada melhoria:**

para toda melhoria implantada deve existir pelo menos um indicador de acompanhamento. Esse indicador deve estar atrelado ao resultado dessa melhoria. Da mesma maneira que no segundo passo, é importante avaliar inicialmente a existência desses indicadores na empresa e só criar novos indicadores caso eles não existam. Os indicadores de acompanhamento são apresentados por diversos autores, como, por exemplo, Maskell e Baggaley (2003);

**4. Definir indicadores de sustentabilidade:** esses indicadores devem garantir que os

padrões implantados sejam seguidos. É fundamental que a auditoria tradicional seja transformada em um indicador para ter a devida atenção e preocupação da liderança da empresa. O indicador de sustentabilidade se caracteriza por medir o cumprimento dos padrões implantados ao longo do tempo. Outro exemplo de indicador de sustentabilidade seria a porcentagem de funcionários treinados nos novos procedimentos. Quanto maior o número de funcionários (mesmo os que não trabalham diretamente na célula/setor onde a melhoria foi realizada) treinados nos

novos padrões, menor o risco de que alterações no quadro de funcionários ou mudanças de setores afetarem a sustentabilidade dos novos padrões. Nenhum dos autores pesquisados apresenta exemplos de indicadores de sustentabilidade, somente Esposto (2008) ressalta a preocupação com a sustentabilidade das ações *lean*;

**5. Definir medidas de melhorias para incentivar o espírito de melhoria contínua:**

essas medidas podem estar atreladas ao número de EKs, número de melhorias implantadas por funcionários, número de idéias implantadas, porcentagem ganhos financeiros originados dos EKs. Outros exemplos de indicadores de melhoria são apresentados por Karlsson e Ahlstrom (1996), Sánchez e Pérez (2001) e Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008). Apesar de um dos objetivos de um SMD ser gerar ações de melhorias (KYAN, 2001 e BENH, 2003), um SMD para Produção Enxuta deve também medir o volume de melhorias. Sendo que, se esse indicador estiver baixo, a ação corretiva deve ser incentivar a volta do espírito de melhoria contínua;

**6. Elaborar o descritivo das métricas:** o modelo desse descritivo é apresentado na Tabela 10. É nesse modelo que a métrica deve ser definida, juntamente com a sua meta, responsável e frequência de compilação, responsável e frequência de apontamento, local de visualização, fórmula e representação gráfica, conforme apresentado nos estudos de caso. Esse descritivo deve ser criado para todos os indicadores, tanto de resultado quanto de acompanhamento;

**7. Elaborar o diagrama de inter-relação entre os indicadores:** todos os indicadores devem possuir alguma relação com os objetivos gerais, caso contrário esse indicador não é útil para empresa. O exemplo desse diagrama está apresentado

na Figura 36, Figura 40 e Figura 45 e também é apresentado por Maskell e Baggaley (2003) e Esposto (2008);

8. **Criar/Incorporar todos os indicadores no sistema de participação de lucros e resultado:** é fundamental que os colaboradores sejam beneficiados com os bons resultados da empresa, principalmente quando se trata de uma empresa que realiza melhorias. Quando um colaborador sente que está ajudando a empresa crescer e melhorar é justo que ele receba uma parte dessa melhoria. Os indicadores operacionais, de sustentabilidade e de melhoria devem fazer parte do sistema de participação dos lucros da empresa. Caso a empresa não possua esse sistema, deve ser criada alguma forma de bonificação através dos resultados operacionais, resultados de sustentabilidade e de melhoria;
9. **Definir o local de visualização de todo o SMD:** é importante ter um local no chão de fábrica que abrigue todo o SMD para chão de fábrica da empresa. O SMD e suas inter-relações devem ser claros e de fácil compreensão para todos da empresa. Além desse local único, os indicadores devem estar dispostos também na própria célula/setor que eles são relacionados para facilitar a tomada de decisão rápida e comunicar os resultados para os colaboradores do local;
10. **Atualizar periodicamente o SMD:** é fundamental que o SMD seja revisto e atualizado periodicamente, pois os objetivos do para a implantação de Produção Enxuta devem ser atualizados à medida que a empresa se torna mais madura; novos indicadores de acompanhamento devem ser criados com a implantação de novas melhorias; as metas de todos os indicadores devem ser atualizadas; com a inclusão de novos indicadores, o descritivo e o diagrama de inter-relação devem ser atualizados etc. Portanto deve-se definir uma periodicidade para atualizar o SMD

completo. Esse passo é apresentado por Esposto (2008) que enfatiza que um requisito do SMD para Produção Enxuta é ser dinâmico.

Os dez passos propostos para criação do SMD estão apresentados na Figura 46.



Figura 46 - Roteiro proposto

## 6. CONCLUSÃO

Com base em todas as pesquisas realizadas, na literatura e nos casos, o autor conclui que os aspectos de sustentabilidade e melhorias estão cada vez mais presentes no cotidiano de empresas que trabalham com Produção Enxuta.

A sustentabilidade tem se mostrado fundamental para a consolidação dos resultados nas empresas e tem sido motivo de estudo para vários pesquisadores como Hines, Womack, Bateman, Davis etc..

A melhoria contínua faz parte da Mentalidade Enxuta desde a sua concepção, explicitado no quinto princípio enxuto de Womack e Jones (1996), além de aparecer na forma de Eventos *Kaizens*.

Portanto cabe aos SMD modernos incorporarem esses aspectos tão falados no ambiente *Lean* criando maneiras de monitorá-los e criar ações corretivas caso eles não estejam satisfatórios.

A unificação desses aspectos com o aspecto operacional em um mesmo SMD fornece uma visão completa da implantação da Mentalidade Enxuta em uma empresa, focada em resultados a longo prazo e não apenas em resultados imediatos.

### 6.1. Problema apresentado

As perguntas propostas nesse trabalho foram respondidas no tópico 3.4 com base na revisão bibliográfica. Neste tópico serão respondidas analisando os estudos de casos.

- *Existe na literatura alguma proposta de SMD que contemple além dos indicadores operacionais, indicadores de melhoria e de sustentabilidade?*

Além dos indicadores de melhoria encontrados na literatura dos autores Karlsson e Ahlstrom (1996), Sánchez e Pérez (2001) e Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), um dos casos estudados apresentou esse tipo de indicador (caso 3).

Apesar de nenhuma literatura estudada apresentar indicadores de sustentabilidade, dois casos estudados apresentaram esse tipo de indicador (caso 2 e caso 3)

- *Quais indicadores de melhoria e de sustentabilidade podem já ser encontrados na literatura?*

Os indicadores de melhoria encontrados são:

4. Karlsson e Ahlstrom (1996):

- Número de sugestões de funcionários por ano;
- Porcentagem de soluções implantadas;

5. Sánchez e Pérez (2001):

- Número de sugestões de funcionários por ano;
- Porcentagem de soluções implantadas;
- Economias ou benefícios por sugestões;
- Porcentagem de inspeções realizadas pelo controle de defeitos autônomo;
- Porcentagem de peças defeituosas corrigidas pelos operadores na própria linha de produção;
- Porcentagem de tempo de máquinas paradas devido ao funcionamento defeituoso;
- Valor do refugo e retrabalho em relação às vendas;
- Número de pessoas dedicadas ao controle de qualidade;

6. Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

- a. Número de sugestões de funcionários por ano;
- b. Porcentagem de soluções implantadas;
- c. Economias ou benefícios por sugestões;
- d. Porcentagem de inspeções realizadas pelo controle de defeitos autônomo;
- e. Porcentagem de peças defeituosas corrigidas pelos operadores na própria linha de produção;
- f. Porcentagem de tempo de máquinas paradas devido ao funcionamento defeituoso;
- g. Valor do refugo e retrabalho em relação às vendas;

7. Caso 2:

- a. Número de idéias aprovadas

O indicador de sustentabilidade encontrado no estudo de caso foi:

- a. Notas das auditorias dos padrões implantados

- *Existem na literatura propostas de roteiros de implantação de SMD?*

Na literatura, apenas os autores Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) apresentaram um roteiro para implantação de um SMD para Produção Enxuta. Nos casos não havia um roteiro para implantação do SMD para Produção Enxuta.

- *Os roteiros encontrados na literatura apresentam passos relacionados à melhoria e sustentabilidade?*

O único roteiro encontrado, Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), não apresenta nenhum passo relacionado à melhoria e sustentabilidade. Apenas no passo de escolha dos indicadores, os autores sugerem alguns indicadores de melhoria agrupados com os outros indicadores operacionais.



## 6.2. Considerações finais

A literatura estudada apresenta uma variedade grande de indicadores operacionais para Produção Enxuta. Sendo que muitos deles são pequenas variações dos outros. Essa variedade é importante, pois permite que esses indicadores sejam usados em todos os tipos de empresas e tipologias de produção. Essa mesma variedade não ocorre com indicadores de sustentabilidade e de melhoria, conforme foi apresentado no trabalho.

A partir dos estudos de casos nota-se a importância de incluir os aspectos de sustentabilidade e melhoria no SMD para Produção Enxuta com o objetivo de garantir a manutenção dos padrões implantados e a continuidade da melhoria contínua.

Esse trabalho propõe um roteiro estruturado para implantação de um SMD para Produção Enxuta. Esse roteiro foi apresentado na Figura 46 e explicado no tópico 5.2. Além da inclusão dos indicadores de melhoria e sustentabilidade, esse roteiro propõe a criação de um diagrama de inter-relação entre os indicadores e a inclusão de todos os aspectos em uma política de remuneração por resultados.

Durante a criação do roteiro, o autor se preocupou em apresentar os requisitos e os passos para o desenvolvimento do SMD e não em listar possíveis indicadores, principalmente, os indicadores operacionais que são encontrados com facilidade na literatura. Para melhoria e sustentabilidade, foram citados alguns exemplos baseados na literatura pesquisada e nos estudos de casos.

Por fim, muitas empresas têm implantado os conceitos da Produção Enxuta e algumas delas tem tido dificuldade na manutenção e expansão dentro da organização,

portanto, esse trabalho procura contribuir com esta visão mais ampla (e necessária) do processo de condução da jornada *Lean*.

### 6.3. Trabalhos futuros

O roteiro desenvolvido nesse trabalho foi sendo construído com os casos estudados e não chegou a ser aplicado por completo. O oitavo passo referente à inclusão do SMD completo no sistema de participação de lucros e resultados não foi aplicado em nenhuma empresa. Na empresa B, foi criado um sistema de premiação, mas só para o indicador de sustentabilidade. Portanto, esse roteiro proposto precisa ser aplicado em empresas de diferentes setores por completo. Sendo essa uma das sugestões do autor para trabalhos futuros

Outra dificuldade durante o desenvolvimento do roteiro foi a escassez de indicadores e procedimentos claros para sustentabilidade dos padrões implantados. O autor sugere um aprofundamento em indicadores e procedimentos para Produção Enxuta Sustentável

O recorte do trabalho apresentado foi o chão de fábrica, ou seja, buscou-se estudar os elementos de um SMD com indicadores operacionais, indicadores de sustentabilidade no nível operacional e indicadores de melhorias realizadas no nível operacional. Outra oportunidade de trabalho é estabelecer esse mesmo processo de raciocínio para o nível de fluxo de valor completo e para o nível institucional da organização. Sendo que nesse caso sugerido, os indicadores de maturidade *Lean* passam a ter maior relevância na criação do SMD.

A relação entre indicadores de desempenho e maturidade *Lean* não foi aprofundada nesse trabalho, a análise limitou-se apenas aos três casos. Uma oportunidade de trabalho é aplicar os questionários de maturidade *Lean* em um número maior de empresas e comparar os seus SMDs para Produção Enxuta com o objetivo de

---

entender a relação de causa e efeito entre maturidade e o SMD da empresa. A questão gerada na análise dos casos desse trabalho é: ter um SMD estruturado torna as empresas mais maduras ou as empresas possuem o SMD estruturado por serem mais maduras?

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ATTADIA, L. C. L.; MARTINS, R. A. (2003). *Medição de Desempenho como Base para a Evolução da Melhoria Contínua*. Produção (São Paulo), v. 13, n. 2, p. 33-41.

BALANCED SCORECARD INSTITUTE (1998). *What is the Balanced Scorecard*. Disponível em: <<http://www.balancedscorecard.org>>. Acesso em: 05/07/2009.

BATEMAN, N. (2005). *Sustainability: the elusive element of process improvement*. International Journal of Operations & Production Management, v. 25, n. 3, p. 261-276.

BATEMAN, N.; DAVID, A. (2002). *Process improvement programmes: a model for assessing sustainability*. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 5, p. 515-526.

BEHN, R. D. (2003). *Why measure performance? Different purposes require different measures*. Public Administration Review, v 63, n. 5.

BLAUTH, R. (2003). *Seis sigma: uma estratégia para melhorar resultados*. Revista FAE Business n. 5, Curitiba.

BOND, E. (2002). *Medição de desempenho para gestão de produção em um cenário de cadeia de suprimentos*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BITITCI, U. S.; CARRIE, A. S.; McDEVITT, L. (1997). *Integrated performance measurement systems: a development guide*. International Journal of Operations & Production Management, v. 17, n. 5, p. 522-534.

CAFFYN, S. (1999). *Development of a continuous improvement self-assessment tool*. International Journal of Operations & Production Management, v. 19, n. 1, p. 1138-1153.

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. (2005). *Indicadores de Desempenho para o Sistema de Produção Enxuto*. Revista Produção on line, Florianópolis, v.5, n. 2.

CORRÊA, H. L. & CORRÊA, C. A. (2007). *Administração de produção e operações*. 2ª ed, São Paulo: Atlas.

CORRÊA, H. L & GIANESI, I. G. N. (1996). *MRP, OPT e Just-In-Time*. São Paulo: Atlas.

DALE, B. (1996). *Sustaining a process of continuous improvement: definition and key factors.*, TQM Magazine, Vol. 8 n°2, pp. 49-51.

DIAS, F T.; FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. (2008). *Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da manufatura enxuta: proposta e estudo de caso*. Revista Gestão Industrial, v. 4, n. 2, p. 104-122, Ponta Gorssa, PR.

ESPOSTO, K. F. (2003). *Identificação de requisitos básicos de Sistemas de Medição de Desempenho e avaliações de casos de um sistema computacional de suporte*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos.

ESPOSTO, K. F. (2008). *Elementos estruturais para gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos.

FERRO, J. R. (2009). *Processo de gerenciamento A3*. Disponível em: <<http://www.lideraonline.com.br/artigo/48920-processo-de-gerenciamento-a3.html>>.

Acesso em 15/01/2010.

- HINES, P.; TAYLOR, D. (2000). *Going lean: a guide to implementation*. Cardiff: Lean Enterprise Research Center.
- HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. (2004). *Learning to evolve*. International Journal of Operations & Production Management, v. 24, n. 10, p. 994-1011.
- HINES, P. (2008). *The Lean Business Model*. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/torrg/the-lean-business-model>>. Acesso em 22/03/2010.
- JORGENSEN, F.; MATTHIESEN, R.; NIELSEN, J.; JOHANSEN, J. (2007). *Lean Maturity, Lean Sustainability*. International Federation for Information Processing, v 246, p. 371-378, Boston, USA.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F.M. (1988). *Quality control handbook*. 4° ed. McGraw-Hill.
- KAPLAN, R.; NORTON, D. P. (1997). *A estratégia em ação: Balanced Scorecard*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus.
- KARLSSON, C.; AHLSTÖM, P. (1996). *Assessing changes towards lean production*. International Journal of Operations & Production Management, v. 16, n. 2, p. 22-41.
- KIYAN, F. M. (2001). *Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico*. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE (2007). *Léxico lean – glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean*. v.2.0. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- LIKER, J. K. (2005). *O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman.
- LOREZON, I. A.; MARTINS, R.A. (2006). *Discussão sobre a medição de desempenho no Lean Construction*. Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP, 13° ed., Bauru.

- MARTINS, R.A. (1998). *Sistemas de medição de desempenho: Um modelo para estruturação do uso*. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.
- MASKELL, B.H; BAGGALEY, B., (2003). *Practical lean accounting*. New York, Productivity Press.
- MONDEN, Y. (1998). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. 3ªed. Tokyo: Engineering Management Production.
- MÜLLER, A, N. (2001). *Desmistificando o Trabalho da Auditoria*. Revista FAE-Business, n. 1, Curitiba.
- NAZARENO, R. R. (2008). *Desenvolvimento de Sistemas Híbridos de Planejamento e Programação da Produção com foco na implantação de manufatura enxuta*. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.
- NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. (1995). *Performance measurement system design: a literature review and research agenda*. International Journal of Operations & Production Management, v. 15, n. 4.
- OHNO, T. (1997). *O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- RENTES, A. F. (2000). *TransMeth – Proposta de uma metodologia para condução de processos de transformação em empresas*. Tese (Livre docência), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RENTES, A. F.; VAN AKEEN, E. M.; ESPOSTO, K. F. (2001). *Processo de desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho baseado em uma metodologia de transformação organizacional*. Encontro nacional de engenharia de produção - ENEGEP 2001, 21º, Salvador.

RENTES, A. F. (2008). *Criação de um modelo de sustentabilidade Lean*. Apresentação assistida em 03/2009, São Carlos.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999) *Aprendendo a Enxergar – Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil.

ROTHER, M.; HARRIS, R. (2002). *Criando fluxo contínuo*. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil.

SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M., P. (2001). *Lean indicators and manufacturing strategies*. International Journal of Operations & Production Management, v. 23, n.11, p. 1433-1451.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. (2008). *Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas*. Gestão & Produção, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 449-462.

SHINGO, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press. Cambridge, MA.

SHINGO PRIZE, THE. *Shingo Prize Guidelines*. Disponível em: < <http://www.shingoprize.org/html/award-info/application-guidelines/shingo-prize-guidelines>>. Acessado em: 20/11/2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. (2005). *Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação*. 4ª. ed. rev. atual., UFSC, Florianópolis, SC.

SILVA, C. E. S.; ARAÚJO, F. (2006). *Relação entre melhoria contínua e o sistema de avaliação de desempenho – estudo de caso em malharias retilíneas*. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 1, n. 2, p. 149-162.



SILVA, T. F. A. (2007). *Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta*. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.

SMALLEY, A. (2004). *Criando o Sistema Puxado e Nivelado*. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil.

SOBEK II, D.K.; SMALLEY, A. (2010). *Entendendo o Pensamento A3*. Porto Alegre: Bookman.

WOMACK, J. P. & JONES, D.T. (1996). *Lean thinking – banish waste and create wealth in your corporation*. New York, Simon & Schuster.

WOMACK, J., P. (2007). *The problem of Sustainability*. Disponível em: <[http://www.leanuk.org/downloads/jim/jim\\_eletter\\_200706.pdf](http://www.leanuk.org/downloads/jim/jim_eletter_200706.pdf)>. Acesso em 10/03/2010.

YAMAMOTO, Y.; BELLGRAN, M. (2009). *Fundamental mindset that drives improvements towards lean production*. Flexible Automation and Intelligent Manufacturing conference (FAIM), University of Teesside, Middlesbrough, UK.