

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

**Estudo sobre Sistema de Medição de
Desempenho Baseado nas Ferramentas da
Produção Enxuta**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Thiago de Francischi Amorim Silva

Orientador: Prof. Luiz César Ribeiro Carpinetti

Novembro / 2007

Thiago de Francischi Amorim Silva

**Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho
Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo para a obtenção
do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Luiz César Ribeiro Carpinetti

São Carlos
Novembro / 2007

RESUMO

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

O trabalho apresenta uma pesquisa realizada em uma empresa do setor metalúrgico que buscou estudar a aplicação de um sistema de medição de desempenho para um projeto de Produção Enxuta, identificando as diferenças dos indicadores usuais e sua evolução até os indicadores utilizados na Produção Enxuta. O estudo também apresenta a relação entre os indicadores estratégicos e os indicadores operacionais, o modo de visualização desses indicadores e a criação de um sistema completo de medição de desempenho.

Palavras-chaves: Produção Enxuta, Indicadores de Desempenho.

ABSTRACT

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

The work presents a research made at a company of the metallurgic sector that it tried to study the application of a system of measurement of performance for a project of Lean Production, identifying the differences of the usual measures and its evolution until the measures used in the Lean Production. The study also presents the relation between the strategical measures and the operational measures, the way of visualization of these measures and the creation of a complete System of Measurement of Performance.

Keywords: Lean Production, Performance Measures

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão sistêmica da medição de desempenho	13
Figura 2: A pirâmide de desempenho	18
Figura 3: Balanced Scorecard	19
Figura 4: A estrutura do Performance Prism	21
Figura 5: Indicador para Kanban	40
Figura 6: TOTEM	49
Figura 7: Correlação entre os indicadores	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de indicadores de desempenho	30
Tabela 2: Auditorias para Fluxo Contínuo	36
Tabela 3: Auditoria para Kanban	39
Tabela 4: Auditoria para SMED	41
Tabela 5: Auditoria para 5S	43
Tabela 6: Medidas de Resultado	48
Tabela 7: Auditoria do TOTEM	56
Tabela 8: Auditoria do Fluxo Contínuo	57
Tabela 9: Auditoria do SMED	57
Tabela 10: Auditoria do Kanban	58

SUMÁRIO

1	Introdução	08
1.1	Contextualização e Justificativa	08
1.2	Objetivos.....	10
1.3	Estrutura do Texto	11
1.4	Etapas de Desenvolvimento	11
2	Revisão Bibliográfica.....	13
2.1	Medição de Desempenho.....	13
2.2	Evolução do Sistema de Medição de Desempenho	15
3	Produção Enxuta	22
3.1	Ferramentas	24
3.2	Medição de Desempenho Lean.....	28
4	Indicadores de Desempenho	36
4.1	Fluxo Contínuo	36
4.2	Kanban.....	38
4.3	SMED	41
4.4	5 S.....	42
5	Estudo de Caso	44
5.1	Descrição da Empresa	44
5.2	Descrição do Estudo de Caso	44
6	Conclusão.....	60
7	Bibliografia	62

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A partir dos anos setenta inicia-se um novo processo de globalização, decorrente da crise no modelo de produção, ocasionando diminuição no ciclo de vida os produtos; fusões e incorporações entre empresas, principalmente por motivos estratégicos, possibilitando o surgimento de grandes corporações; avanços dos sistemas de telecomunicações e informática baseados na microeletrônica, favorecendo a entrada de novas empresas que possuam a capacidade de aprender evoluir.

Esse é o novo contexto de competição e nesse ambiente dinâmico e turbulento as empresas buscam inicialmente a sobrevivência, que se traduz em ter rapidez na tomada de decisões e flexibilidade na linha de produção para que seu produto se adeqüe às necessidades do consumidor e à variação do momento.

A freqüência 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).

DRUCKER (1981) completa que com as mudanças advindas das novas tecnologias uma empresa tem que ser vista como um todo e administrada de forma integrada, tendo dessa forma capacidade de prever eventos futuros, tomar decisões de longo prazo e ter grande flexibilidade interna.

Sendo que uma das ferramentas para tomada de decisões e previsão de eventos futuros é um Sistema de Medição de Desempenho coerente com as estratégias e objetivos da empresa.

Porém as empresas estão evoluindo em relação ao sistema de produção e segundo Carpinetti (2000) operações estratégicas como Administração da Qualidade Total (TQM), Just-in-Time (JIT), Medição de Desempenho são utilizadas com o objetivo de acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos da produção para assim atingir melhoria no desempenho organizacional.

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

Dentre esses conceitos, a Mentalidade Enxuta desde o seu surgimento na Toyota em 1950 tem crescido e ganho projeção rapidamente, ocupando posição de destaque entre os diversos programas de melhorias, de forma que tenha evoluído para os setores administrativos e de negócios, extrapolando os limites da manufatura.

Segundo Ohno (1997) as exigências dos consumidores e o crescimento dos concorrentes impulsionaram, no início da década de 1960, o desenvolvimento de um sistema de produção para a indústria automobilística japonesa, em especial a Toyota Motor Company, que se diferenciava do modelo utilizado por empresas americanas, o sistema de produção em massa, como a Ford Company e a General Motor. Esse novo modelo de sistema de produção é conhecido como Sistema de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (Lean Manufacturing/Lean Production).

A produção enxuta busca a eliminação ou redução dos desperdícios e para isso envolve mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos. Uma das principais mudanças está relacionada com indicadores de desempenho que passaram a ser utilizados pelos gerentes de manufatura para avaliar a qualidade do processo e dos produtos, os estoques em processos (work-in-process – WIP), a produtividade da célula, o funcionamento do sistema puxado (kanban), o tempo de fabricação, o tempo de preparação (setup), a satisfação dos clientes e dos funcionários, entre outros (OHNO 1997).

Portanto o grande desafio dos Sistemas de Medição de Desempenho modernos é fundir os conceitos tradicionais com a nova visão da produção advinda dos novos modelos e fornecer relatórios e informações capazes de auxiliar a tomada de decisões e o alinhamento com o rumo da empresa.

Entretanto, na literatura específica da área de gestão de operações e melhoria da qualidade existem poucas informações sobre indicadores de desempenho voltado para produção enxuta e suas ferramentas, portanto o objetivo deste estudo é discutir o processo de desenvolvimento e a implantação dos indicadores de desempenho do Sistema de Produção Enxuta.

1.2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é estudar a aplicação de um Sistema de Medição de Desempenho para Produção Enxuta, baseado em um conjunto de auditorias sobre as técnicas de SMED, Sistemas de Controle (kanban), Fluxo Contínuo e 5S em uma empresa do setor de autopeças localizada na cidade de São José do Rio Preto, destacando as dificuldades de implementação e os benefícios para a empresa.

1.3 ESTRUTURA DO TEXTO

O primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre o trabalho, contextualiza e justifica o tema abordado, evidenciando sua importância, define o objetivo e as etapas de desenvolvimento do projeto e a estrutura do texto.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica sobre Sistemas de Medição de Desempenho, seus conceitos, evolução e modelos de aplicação

O terceiro capítulo apresenta conceitos e princípios da Produção Enxuta; ferramentas da Produção Enxuta, SMED, Kanban, Fluxo Contínuo e 5S, e os conceitos e técnicas de um Sistema de Desempenho Lean.

O quarto capítulo apresenta uma proposta de auditorias para as principais ferramentas da Produção Enxuta. E uma proposta de Sistema de Medição de Desempenho Lean.

O quinto capítulo apresenta uma contextualização da empresa onde será implementado o Sistema de Medição de Desempenho e também do segmento de mercado que está inserida, além de explicar como foi realizado o projeto.

Por fim o sexto capítulo apresenta uma conclusão sobre o tema e o trabalho proposto.

1.4 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

O projeto foi dividido da seguinte forma:

- Revisão Bibliográfica
 - Pesquisa bibliográfica;
 - Pesquisa em artigos científicos;
 - Pesquisa em Sites da Internet;

- Desenvolvimento do Sistema de Medição de Desempenho
 - Análise dos objetivos estratégicos
 - Criação de indicadores de resultado
 - Implementação de ferramentas de produção enxuta
 - Criação de indicadores operacionais
 - Desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho
 - Criação de uma estrutura de visualização dos dados
 - Criação de um sistema de auditorias

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

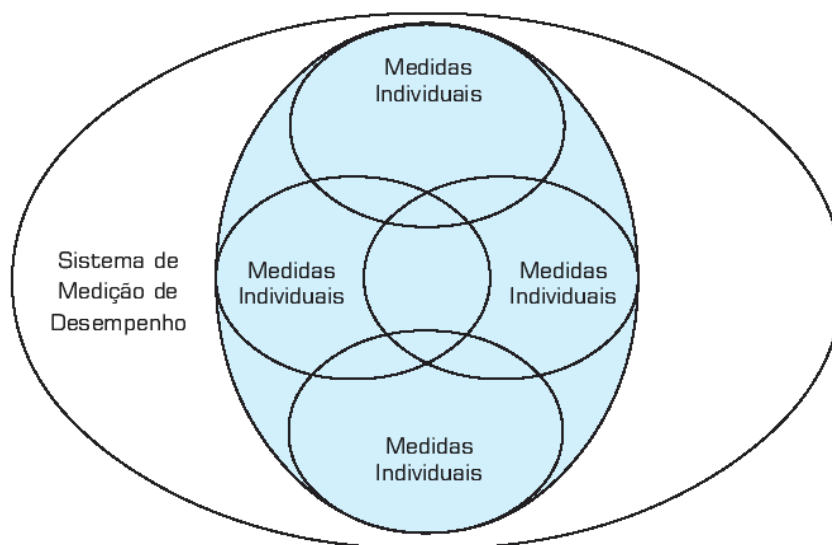
A medição de desempenho pode ser entendida como a criação de métricas para quantificar os resultados das atividades de uma empresa (ESPOSTO, 2003).

Já Juran & Gryna (1998) afirmam que “Gerenciar é controlar e agir corretamente. Sem controle não há gerenciamento. Sem medição não há controle.”

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

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

Para Neely et al. (1995), as medidas de desempenho deve ser analisadas inicialmente de forma individual e em seguida relacionadas em conjuntos par criar o Sistema de Medição de Desempenho (SMD). A figura abaixo ilustra essa afirmação.



Ohashi e Melhado (2004) enfatizam que a medição de desempenho exerce um papel importante nas organizações, pois representa um processo de autocrítica e de acompanhamento das atividades e das ações que são tomadas durante sua execução.

Kiyan (2001) acrescenta que as medidas de desempenho são úteis para medir tanto fatores no âmbito interno, empregados, produtos, processos, como no âmbito externo, clientes, fornecedores, concorrentes.

Ele ressalta que os objetivos da medição de desempenho são comunicar a estratégia e clarear os valores, identificar problemas e oportunidades, diagnosticar problemas, entender o processo, definir responsabilidades, melhorar o controle e o planejamento, identificar quando e onde a ação é necessária, mudar os comportamentos, tornar o trabalho realizado visível, favorecer o envolvimento das pessoas, servir de base para um sistema de remuneração, tornar mais fácil o processo de delegação e liderança.

Kaplan & Norton (1997) ressaltam a relação entre medição de desempenho e estratégia, sendo que um bom sistema de medição de desempenho deve ser coerente com a estratégia estabelecida, sendo fundamental para comunicação, disseminação e implementação da estratégia.

Müller (2003) afirma que para que uma organização seja competitiva não basta um bom planejamento estratégico, é necessário que o plano traçado seja cumprido, sendo fundamental a medição dos processos e dos resultados, tanto globais quanto pontuais, e sua comparação com os objetivos predeterminados. Ele completa enumerando as vantagens de incluir o planejamento da avaliação do desempenho no processo de planejamento estratégico: objetividade de avaliação; decisões baseadas em dados e fatos concretos; possibilidade de acompanhamento histórico; definição sobre papéis e responsabilidades; eliminação de perdas; proporcionar referenciais para os

processos/atividades; medir o grau de satisfação dos clientes (internos e externos); monitorar as melhorias dos processos e dos resultados.

O BSC Institute acrescenta a importância da medição de desempenho já que não se melhora o que você não pode medir. Assim os indicadores devem ser desenvolvidos baseados nas prioridades do planejamento estratégico, que fornece aos gerentes os critérios para criação de métricas relevantes para a empresa. Os processos são projetados, a partir disso as informações referentes a estas métricas são coletadas e compiladas em forma de relatórios, gráficos ou formulários para o armazenamento, exposição e análise. Os responsáveis pelas decisões examinam os resultados de vários processos e estratégias medidos e tem base para tomar decisões estratégicas para alcançar os objetivos da empresa.

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, 1999).

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 focavam na estratégia e em informações sobre opinião dos clientes ou sobre a concorrência, além de incentivar melhorias pontuais que não garantem a eficácia.

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 formas de medir o desempenho. (LOREZON, 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; 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 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 implementação e gerenciamento das melhorias e mudanças e definir métricas e conceito em comum para toda a empresa.

Neely (1995) também afirma que no atual cenário empresarial as vantagens dos novos modelos de avaliação de desempenho são: incentivar o comprometimento dos funcionários com as mudanças e melhoria 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 (CARODZA & CARPINETTI, 2005).

Rentes et al (2001) define um Sistema de Medição Moderno 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), provendo informações num conjunto focalizado e balanceado de métricas, que possibilite a melhor tomada de decisões, para melhorar os resultados.”

Com o objetivo de implementar os SMD's foram criadas estruturas para desenvolvimento e conceituação, chamadas de modelos. Existem 3 tipos principais de modelos de Sistema de Medição de Desempenho, o SMART, o Balanced Scorecard e o Performance Prism.

2.2.1 SMART

O SMART (Técnica de Análise e Reportagem da Medição Estratégica) foi apresentado por Cross & Lynch (1988), sendo um dos primeiros estudos sobre modelos de novos SMD. Foi criado com o objetivo de medir a contribuição dos departamentos para satisfazer a missão estratégica da manufatura; relacionar as operações com as metas estratégicas integrar informações financeiras e não-financeiras para serem utilizadas pelos gerentes operacionais; focar as atividades da empresa nos requisitos do cliente; mudar os sistemas de desempenho, incentivo e recompensas.

A Figura a seguir ilustra a Pirâmide de Desempenho que representa a base estrutural para o sistema de controle SMART. Nesse modelo os objetivos estratégicos

são tratados de cima para baixo na organização e disponibiliza as medidas de baixo para cima.



Figura 2: A pirâmide de desempenho (CROSS & LYNCH, 1988, p. 25) – adaptada

2.2.2 Balance ScoreCard

O Balanced Scorecard, BSC, foi criado por dois pesquisadores da Harvard Business School, Robert Kaplan e David Norton, o objetivo do modelo é alcançar o equilíbrio entre os objetivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras e entre as perspectivas interna e externa, criando uma relação direta com a estratégia e interligando-se por uma série de relações de causa e efeito.

Segundo o Balanced Scorecard Institute, o BSC fornece uma descrição clara a respeito do que as empresas devem medir para equilibrar a perspectiva financeira. É um sistema de gerenciamento, e não somente um sistema de medição, que permite as organizações clarear suas visões e estratégias e as transformá-las em ações, fornecendo assim, um retorno dos processos internos do negócio e dos resultados externos a fim melhorar continuamente o desempenho e os resultados estratégicos. A metodologia utiliza alguns conceitos de técnicas de gerenciamento conhecidas como Total Quality

Management (TQM), melhoria contínua e gerenciamento baseado em medição e feedbacks.

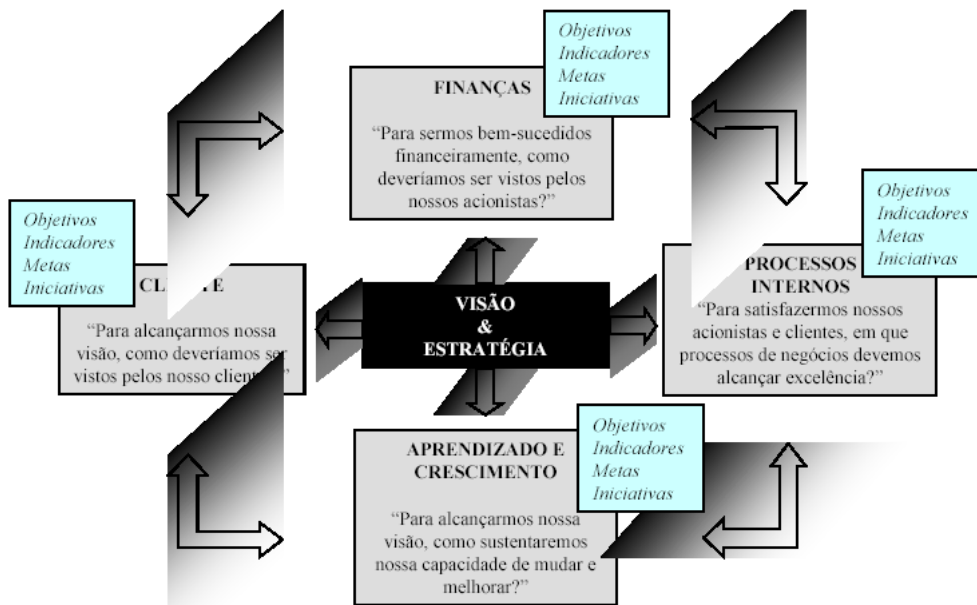


Figura 3: Balanced Scorecard (KAPLAN & NORTON, 1997, p. 10)

Segundo o BSC, os objetivos e medidas derivam da visão e estratégia da empresa, focalizando o desempenho organizacional sob quatro perspectivas

- **Perspectiva financeira:** os indicadores financeiros permitem a análise, do ponto de vista econômico, se a estratégia da empresa e suas ações de implementação e execução estão resultando em ganhos para a empresa.
- **Perspectiva do cliente:** permite a identificação dos requisitos dos clientes e mercados em que a empresa deve focar suas atividades.
- **Perspectivas dos processos internos:** os clientes identificam os requisitos de negócio e quais processos realmente agregam valor para os produtos e a partir daí a empresa alcançar a excelência nesses processos.
- **Perspectiva do aprendizado e crescimento:** identifica a infra-estrutura que a empresa deve possuir para possibilitar o crescimento e a melhoria contínua.

A criação do BSC deriva dos objetivos estratégicos da empresa, a partir da definição de visão, missão e estratégia. A perspectiva financeira é a base para as outras perspectivas do BSC, sendo que as outras perspectivas devem ter relacionamentos de causa e efeito com essa.

2.2.3 Performance Prism

O conceito do Performance Prism foi baseado no estudo de NEELY que o desempenho do negócio é um conceito de múltiplas faces (NEELY & ADAMS, 2000). O modelo possui cinco faces, sendo a face superior a satisfação do stakeholder (grupos relacionados direta ou diretamente com as decisões e resultados da empresa), a inferior a contribuição do stakeholder e as três faces laterais, estratégias, processos e habilidades e competências. A figura a seguir representa o modelo:

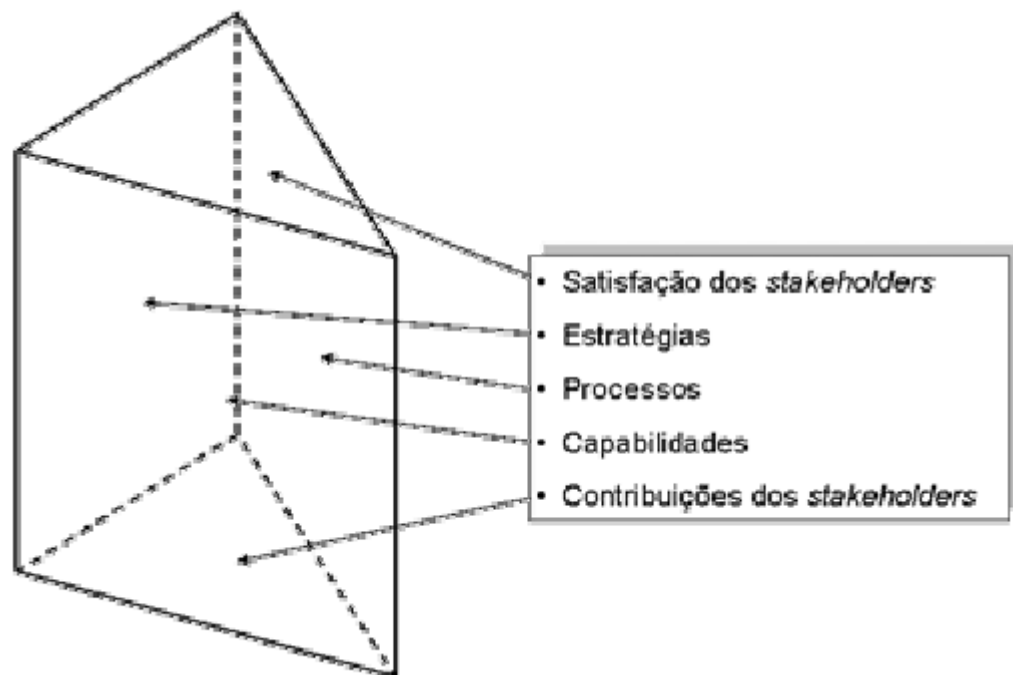


Figura 4: A estrutura do Performance Prism (NEELY & ADAMS, 2000, s/ p.)

A maior crítica dos autores aos outros modelos é que as medidas devam derivar da estratégia. Eles afirmam que as medidas de desempenho têm o objetivo de informar

se a empresa está na direção correta e se os executivos estão cumprindo seus objetivos e a estratégia foca em como alcançar esses objetivos, ou seja, qual deve ser o caminho a seguir.

A seqüência para implementação desse modelo é inicialmente conhecer os stakeholders principais e seus requisitos, a partir daí definir a estratégia para satisfazer os requisitos desses stakeholders, os processos críticos para executar essas estratégias quais capacidades nós precisamos para operar e intensificar esses processos.

3. PRODUÇÃO ENXUTA

O conceito da Produção Enxuta teve sua origem na indústria automobilística japonesa, mais precisamente na Toyota, que compreendeu que muitos dos custos de produção do sistema de produção em massa são gerados por atividades que não agregam valor para o cliente, portanto devem ser eliminadas, ou, caso não fosse possível, reduzidas ao máximo. Estas atividades que não agregam valor são chamadas de desperdícios. Segundo Ohno (1997), os desperdícios podem ser classificados em:

- **Superprodução:** esse desperdício é caracterizado por produzir a mais do que o cliente absorve, gerando um excesso que se transforma em custos. É um desperdício muito comum e preocupante, pois pode ser a causa de outros desperdícios.
- **Estoque:** é resultado da superprodução e gera conseqüências graves para a empresa, como o aumento do Lead-Time, tempo que uma peça leva para percorrer todo o processo produtivo, que está ligado diretamente com os giros de estoque de uma empresa, portanto quanto maior o Lead Time, maior a quantia de dinheiro parado com estoques e conseqüentemente menos recursos para investimentos.
- **Transporte:** desperdício gerado pela movimentação de peças, componentes, matéria-prima ou produtos acabados dentro da fábrica ou entre fábricas.
- **Movimentação:** diferentemente do desperdício de transporte, esse desperdício está ligado à movimentação dos operadores quando não estão em atividades que agregam valor para o produto, ou seja, atividades em que a matéria-prima não está sendo transformada em produto acabado.

- **Defeitos:** defeitos geram retrabalho ou perda da peça e em ambos os casos isso aumenta geram custos que não agregam valor ao cliente, portanto a Mentalidade enxuta prega em fazer certo da primeira vez.
- **Processos desnecessários:** todo processo que não agrega valor para o cliente deve ser eliminado, como inspeções e verificações, pois utilizam recursos da empresa e não são revertidos em ganhos adicionais.
- **Espera:** o colaborador deve utilizar todo seu tempo realizando atividades que agregam valor, portanto o tempo gasto com espera é considerado um desperdício que deve ser eliminado.

Portanto a Produção Enxuta visa aumentar a produtividade, eliminando os desperdícios, ou seja, ao contrário da produção em massa onde o objetivo era reduzir custo e manter a produtividade, a Produção Enxuta quer aumentara produtividade com os recursos disponíveis. Para isso ela possui cinco princípios básicos citados por (WOMACK & JONES, 1996) que devem ser seguidos para sua aplicação:

- 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.
- Implementar **fluxo contínuo:** Através da análise da cadeia de valor deve-se implementar fluxo contínuo que é a melhor maneira de reduzir a maioria dos desperdícios.
- Onde não for possível instaurar fluxo contínuo estabelecer a **lógica puxada de produção:** em alguns casos não é possível instaurar fluxo, devido a máquinas não dedicadas ou distância entre as máquinas, por

exemplo, então 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.

Dentro da filosofia da Produção Enxuta existem diversas ferramentas que permitem sua implementação para esse trabalho foram selecionadas apenas algumas delas que serão detalhadas a seguir.

3.1 FERRAMENTAS

5S

5S são cinco princípios *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*, desenvolvidos no Japão pós-segunda guerra com o objetivo de manter a organização no ambiente de trabalho de uma empresa. É um requisito básico para a implementação da Produção Enxuta e pode ser adaptado facilmente para a área administrativa.

De acordo com Correa & Correa (2004), os benefícios do 5S são:

- Maior motivação e empenho do trabalhador, devido a uma melhoria condições do ambiente de trabalho.
- Menor índice de acidentes, devido à limpeza e organização do ambiente de trabalho.
- Maior produtividade, proporcionado pela organização e padronização.

O Significado de cada S é (RIBEIRO, 2006):

- *Seiri* (traduzido como Senso de Utilização): significa manter próximo ao ambiente de trabalho somente o que deve ser utilizado nas atividades

rotineiras e eliminar todos os recursos desnecessários. O objetivo desse senso é eliminar a movimentação do operador em busca de recursos para realizar suas tarefas e liberar o espaço dos recursos que são eliminados. Esse senso visa também garantir a utilização das ferramentas corretas e eliminar as improvisações.

- *Seiton* (traduzido como Senso de Ordenação): significa que cada coisa deve ter seu lugar, ou seja, manter de forma ordenada, requêr e de fácil compreensão os recursos que foram considerados importantes no 1º Senso, para isso devem ser feitas marcações no chão, identificação de armários e gavetas e os recursos mais utilizados devem ser armazenados nas proximidades do ambiente de trabalho.
- *Seiso* (traduzido como Senso de Limpeza): o ambiente de trabalho deve ser mantido limpo para evitar acidentes e melhorar a condição de trabalho dos colaboradores, para isso as fontes de sujeira devem ser eliminadas e deve ser criada uma rotina de limpeza que envolva o operador de cada máquina, ou seja, o próprio colaborador é responsável pela limpeza do seu posto de trabalho.
- *Seiketsu* (traduzido como Senso de Padronização, Senso de Higiene e/ou Senso de Saúde): esse senso possui diferentes interpretações, porém nesse trabalho será considerado como Senso de Padronização. Os códigos, cores e identificações devem ser padronizados para facilitar a visualização e entendimento de qualquer colaborador da empresa.
- *Shitsuke* (Senso de Auto-Disciplina): esse senso está ligado a sustentabilidade do programa, sendo que seu objetivo é garantir que os outros sentidos sejam aplicados, para isso os colaboradores devem ser

conscientizados da importância do programa e cobrados por meio de auditorias em relação a sua implementação.

Os 5S devem ser implementados na ordem que foram apresentados, inicialmente, eliminar o que não é necessário, em seguida organizar no posto de trabalho, eliminar as fontes de sujeira, criar procedimentos de limpeza, criar procedimentos de limpeza e padronizar formas de armazenagem dos recursos e em seguida garantir a sustentabilidade com treinamentos e auditorias.

3.1.2 SMED

Segundo Correa & Correa (2004) 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 (set-ups) em tempos com um único dígito, ou seja, inferior a 10 minutos.

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.

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 a máquina pare, as ferramentas e moldes necessários já estejam disponíveis e próximas a máquina que será realizado o setup (CORREA & CORREA, 2004).

.3.1.3 Sistemas Puxados

Kanban é um termo japonês que quer dizer cartão. É um sistema de informação visual utilizado nos Sistemas Puxados para disparar a produção no processo

produtor baseado na demanda de produtos finais, evitando excessos de produção. A vantagem do kanban é que ele evita os problemas com gargalos provocados pelas fases mais lentas dos processos produtivos. (CORRÊA & GIANESI, 1996).

Existem três tipos básicos de sistemas de controle por kanban:

- **Kanban de sinal:** este sistema é baseado em um ponto de reposição seguro que é o sinal que dispara a produção. Quando o consumo chega um determinado nível o sinal é disparado para o processo produtor. É mais utilizado para itens de baixo custo como parafusos, arruelas, rebites.
- **Sistema de um kanban (um cartão):** consiste na utilização de um único cartão kanban, o kanban de produção. Cada cartão corresponde a um lote e conforme o processo cliente consome as peças do supermercado os cartões são colocados no quadro e ao formar o lote de reposição a produção é disparada para o processo produtor.
- **Sistema de dois kanbans (dois cartões):** consiste na utilização de dois cartões kanban, o kanban de produção e o kanban de transporte. O kanban de transporte permite a movimentação das peças do supermercado ao processo cliente. O funcionamento do kanban de produção é o mesmo do sistema de um kanban.

Moden (1998) comenta 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; o número de kanbans necessita ser minimizado; e no cálculo do kanban deve ser considerada pequenas variações na demanda.

3.1.4 Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo permite que cada peça percorra seu fluxo de fabricação sem interrupção, evitando esperas, formação de estoques intermediários e superprodução, reduzindo a movimentação e o transporte. As máquinas ficam mais próximas umas das outras e em geral dispostas em um arranjo em forma de “U”, conhecido como células de produção, para redução da área física (CARMO GALLO NETTO, 2006).

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 & SHOOK, 1998)

Além da eliminação do estoque em processo a utilização de células em fluxo contínuo possui vantagens relacionadas à qualidade, pois se torna mais rápida a percepção de defeitos e peças não-conformes, visto que o consumo das peças pelo processo seguinte é praticamente instantâneo.

MEDIÇÃO DE DESEMPENHO LEAN

Segundo Maskell (1991) a Produção Enxuta não pode ser medida por Sistemas de Medição tradicionais, pois ela possui outro foco, diferentemente da produção em massa. Utilizando sistemas tradicionais os operadores e supervisores são levados para direções diferentes, enquanto que a Produção Enxuta afirma que se deve trabalhar no Tack-Time, as medições tradicionais focam na eficiência individual.

Os principais problemas com os SMD's tradicionais de acordo com Maskell são:

- Motiva o aumento de estoque e um comportamento contrário a Produção Enxuta;
- As medições chegam muito tarde para se tomar uma decisão sobre elas, a demora e a complicação na compilação dos resultados se tornam um problema para gerar uma ação baseadas nelas;
- A coleta de dados é complexa e demorada, o que dificulta a elaboração de relatórios úteis.

CARDOZA & CARPINETTI (2005) classificam os indicadores para produção enxuta como estratégico (de projeto), indicam como as novas práticas estão sendo utilizadas e os efeito do projeto enxuto nos indicadores financeiros e os operacionais (de processo) são indicadores de controle para mensurar a eficiência e eficácia dos processos individuais.

Os autores também apresentam um quadro com um conjunto de indicadores 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.

Tabela 1: Quadro de indicadores de desempenho CARDOZA & CARPINETTI (2005, pág 9)

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

Já Maskell (1991) divide os indicadores Lean em indicadores de células e indicadores de fluxo de valor, os quais estão identificados a seguir.

Células

Maskell (1991) enumera também as vantagens da Medição de desempenho Lean nas células:

- 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.

Os indicadores de desempenho para Produção Enxuta são divididos em três níveis: célula, fluxo de valor e estratégico.

Existem diversos indicadores de desempenho Lean para células, sendo que os principais são:

3.2.1.1 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, produtividade. 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 par problemas nas 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 progress, 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, a forma de cálculo é:

$$WIP\text{-}to\text{-}SWIP = \textit{Estoques real na célula} / \textit{Estoques planejados na célula}$$

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, pois existe 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. A medição é feita através da seguinte fórmula

$$FTT = (\textit{Unidades processadas} - \textit{Unidades rejeitadas}) / (\textit{Unidades processadas})$$

O FTT deve ser calculado para cada estação de trabalho da célula e depois se multiplicam todos para calcular o FTT da célula:

$$FTT_{cel} = FTT_1 * FTT_2 * FTT_3 .$$

Operational Equipment Effectiveness (OEE)

Esse indicador mede a eficiência operacional do equipamento, ele é a 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 pela seguinte fórmula:

$$\text{Disponibilidade} = (\text{Tempo disponível} - \text{Tempo parado}) / (\text{Tempo disponível}) ,$$

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 é somente o tempo que a máquina deveria estar operando e não está. A eficiência é calculada através da taxa de produção, pela fórmula:

$$\text{Eficiência} = (\text{Taxa ideal de produção} - \text{Taxa real de produção}) / (\text{Taxa ideal de produção})$$

A qualidade é calculada usando o FTT, portanto, o cálculo do OEE é:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} * \text{Eficiência} * \text{Qualidade} .$$

3.2.2 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 1991).

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; eles são compilados mensalmente o que pode encobrir alguns problemas e são utilizados como forma de competição entre setores ou plantas, diferentemente da produção enxuta onde as medições são utilizadas na busca por melhorias da organização como um todo (MASKELL 1991).

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:

$$\text{Vendas por Pessoa} = \text{Vendas} / \text{número de funcionários} .$$

Entregas no Prazo

Esse indicador mede a quantidade de pedidos entregues no prazo para o cliente e 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 a dividir o número de entregas no prazo por número total de entregas:

$$\text{Entregas no Prazo} = \text{número de entregas no prazo} / \text{número total de entregas} .$$

3.2.2.3 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:

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

First Time Through (FTT)

Esse indicador tem o mesmo princípio do apresentado para medição de desempenho em células, porém aplicado ao fluxo de valor, seu objetivo é monitorar 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 do fluxo de valor. A medição é feita através da seguinte fórmula

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

O FTT deve ser calculado para cada célula e depois se multiplicam todos para calcular o FTT do fluxo de valor:

$$FTT_{fluxo} = FTT_{cel1} * FTT_{cel2} * FTT_{cel3} .$$

3.2.2.5 Custo Médio por Unidade

O custo médio por unidade mede o custo total do fluxo de valor em relação ao número de produtos entregues para o cliente, o objetivo é reduzir os recursos utilizados para produzir cada produto.

A forma de cálculo é dividir os custos do fluxo de valor por o número de produtos entregue aos clientes:

$$Custo\ Médio\ por\ Unidade = custos\ totais / unidades\ entregues.$$

4. INDICADORES DE DESEMPENHO

Com o objetivo de criar um Sistema de Medição de Desempenho com base nos princípios da Produção Enxuta foram desenvolvidos auditorias e indicadores para as principais ferramentas da produção enxuta, Fluxo Contínuo, Kanban, SMED e 5S.

4.1 FLUXO CONTÍNUO

O trabalho em uma célula deve ser padronizado para que seja possível realizar o balanceamento e permitir o fluxo contínuo, além disso a programação deve ser feita diariamente para nivelar a produção.

Tabela 2: Auditoria para Fluxo Contínuo

	Crítérios	Status
Quadro de Programação	O quadro de programação está sendo atualizado diariamente de forma correta?	
WIP	A quantidade de estoque dimensionada para linha FIFO esta definida claramente?	
Padronização das atividades	Os operadores estão respeitando o trabalho padronizado?	

Para medir o desempenho de células trabalhando em fluxo contínuo é necessário calcular o ritmo de trabalho dos operadores, programação da produção e índice de retrabalho para garantir o balanceamento entre os operadores e que, portanto não aconteçam esperas nem falta de peças:

- Takt-Time: é o ritmo de trabalho dos operadores, para a célula trabalhar em fluxo, todos os operadores devem trabalhar no mesmo ritmo e esse ritmo é dado pelo Takt-Time, que é calculado dividindo-se o tempo disponível de produção para a família ou produto em questão por sua demanda. A forma de

cálculo desse indicador é a comparação através de um gráfico do Takt-Time calculado e o real, cronometrado durante a operação.

- **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, produtividade. O apontamento dos dados é feito por 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 problemas nas 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.

- **Índice de Retrabalho:** mede o número de peças retrabalhadas em uma célula. Toda peça que precisa sofrer retrabalho atrasa a programação da produção e aumenta probabilidade da célula ficar desbalanceada. A forma de cálculo é dividir a quantidade de peças retrabalhadas por quantidade de peças produzidas. O resultado deve ser apontado em um gráfico com uma meta definida para a comparação do resultado obtido.

$$\text{Índices de Retrabalho} = (\text{quantidades de peças retrabalhadas}) / (\text{quantidades de peças produzidas})$$

- **Estoque em Processo:** esse indicador deve ser utilizado quando a célula está operando em FIFO (first-in-first-out). Seu objetivo é medir a quantidade de peças na linha FIFO e comparar com o planejado. Em muitos casos é necessário operar em linha FIFO ao invés de fluxo contínuo, devido à diferença de tempo de ciclo entre os processos, ou necessidade de espera para operação da peças

(peça precisa esfriar, secar antes da próxima operação. A forma de cálculo é a comparação através de um gráfico do estoque mínimo, máximo e o real na linha FIFO.

4.2 KANBAN

O sistema kanban apresenta inúmeras vantagens, sendo uma delas ser uma maneira simples que facilita a programação da produção, porém sua implementação deve ser cuidadosa e alguns detalhes devem ser auditados para garantir seu bom funcionamento. Um modelo de auditoria é apresentado a seguir:

Tabela 3: Auditoria para Kanban

	Crêterios	Status
Supermercado	Não há mais contenedores no supermercado do que o máximo permitido?	
	Todas os contenedores no supermercado estão com seus cartões?	
	Os abastecedores estão retirando material exatamente na quantidade de um cartão por vez?	
	Os espaços para coloca�o dos contenedores estão sendo respeitados?	
	O tipo do contenedor � o mesmo do indicado no cartão?	
Quadro de kanban	A quantidade de espaços para cartões está igual com as faixas dimensionadas para cada tipo de peça?	
	Os espaços para coloca�o dos cartões estão sendo respeitados?	
	Cartões na faixa vermelha estão “furando fila”?	
	Os cartões estão nos lugares corretos?	
Abastecedor	O abastecedor/operador respeita a rotina de abastecimento?	
	Todas as caixas vazias estão nos seus devidos lugares.	
Cartão	As informa�es contidas nos cartões estão corretas?	
	As informa�es contidas nos cartões são suficientes?	
	Os cartões estão conservados?	
Treinamentos e Acompanhamento	Os operadores/abastecedores tiveram treinamento sobre kanban após a implanta�o?	
	Os c�culos são refeitos periodicamente?	
	Os novos operadores/abastecedores a entrar na área após a implementa�o tiveram treinamento sobre kanban?	

Para medir o desempenho do sistema puxado funcionando por meio de kanban   necess rio controlar o funcionamento e operacionaliza o do quadro e dos cart es, bem como a varia o de demanda, pois os principais problemas com a utiliza o desse sistema   falta de treinamento dos operadores e varia o da demanda:

- Índice de Consumo do Kanban: mede a variação do supermercado, indicando a variação do consumo, devido à provável variação da demanda, e não conformidades do processo, como mau uso do quadro kanban por exemplo. Sua forma de cálculo é a comparação da quantidade média e máxima do supermercado com a quantidade real. Através desse indicador é possível analisar a frequência do consumo das peças e se a reposição está sendo feita de maneira correta. Esse indicador mede tanto a eficiência da implementação como a eficácia da ferramenta. Se o gráfico mostrar um consumo fora do padrão, porém nivelado indicará que ou houve uma variação na demanda ou o cálculo não foi feito corretamente. Porém se o gráfico mostrar um consumo fora do padrão e desnivelado isso indicará que o kanban não é a ferramenta indicada para aquela família de produtos.

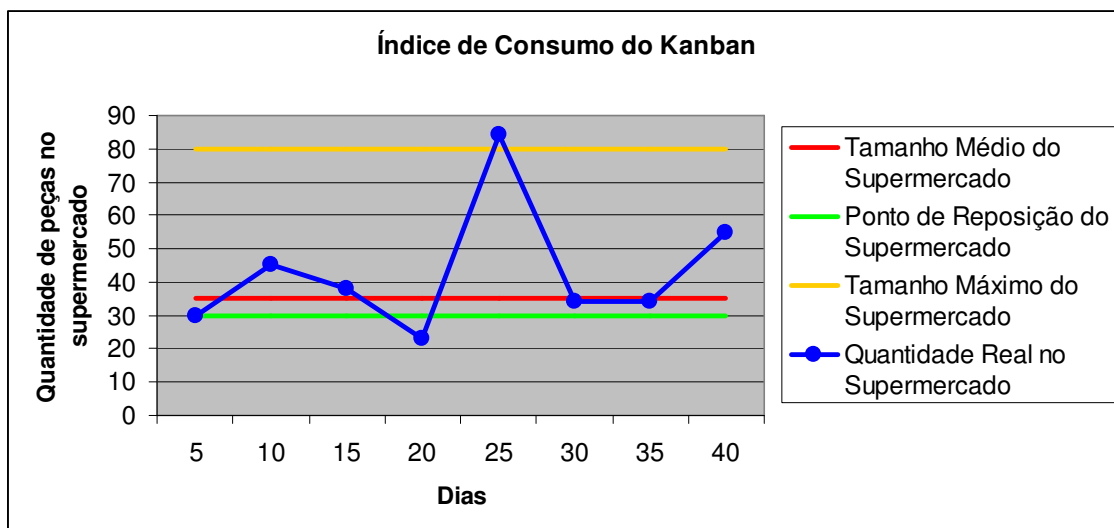


Figura 5: Indicador para Kanban

- Atendimento dos kanbans para o processo cliente: esse indicador é utilizado para medir o atendimento do kanbans no processo cliente, especialmente quando é um processo de solda, montagem ou processo que

ocorre a união de várias peças. Ele mede a ocorrência de falta de itens no supermercado para formar kits para os processos clientes. A forma de cálculo é:

$$\text{Atendimento dos kanbans para o processo cliente} = 1 - (\text{quantidade de cartões programados não atendidos pelo kanban} / \text{total de cartões programados})$$

SMED

Para garantir a eficiência do SMED é necessário auditar cada etapa de sua aplicação e para isso foi proposta uma auditoria:

Tabela 4: Auditoria para SMED

	Crítérios	Status
Preparação e verificação de materiais e ferramentas	Todas as ferramentas estão funcionando perfeitamente?	
	Todas as ferramentas estão nos locais de armazenagem designados?	
	A máquina está limpa?	
Montagem e remoção de ferramentas e componentes	Existe um procedimento padrão para a montagem de ferramentas da máquina ?	
	Existe um procedimento padrão para a retirada de ferramentas da máquina?	
	Os operadores conhecem totalmente esses procedimentos?	
Medições, posicionamentos e calibrações	Existe um procedimento padrão para medições, posicionamentos e calibrações?	
	Os operadores conhecem totalmente esses procedimentos?	
Corridas de teste e ajustes	Existe corridas de testes e ajustes?	

Para medir o desempenho do SMED é necessário verificar o tempo de realização do setup, analisar o tempo para produzir uma peça com qualidade depois do setup e o tempo gasto em atividades internas e externas no setup:

- Tempo de Troca: mede o tempo utilizado para a realização do setup, quanto menor esse tempo maior a flexibilidade da máquina. O tempo de setup é o tempo entre a última peça com qualidade de um lote e a primeira peça com qualidade do próximo lote. A forma de cálculo desse indicador é a comparação através de um gráfico do tempo de setup real com um valor alvo estimado.
- Número de peças não conformes: esse indicador mede a quantidade de peças não conformes produzidas após o setup até que a primeira peça com qualidade seja produzida. Esse indicador considera o número absoluto de peças não-conformes produzidas, independentemente do tamanho do lote, o valor encontrado deve ser comparado a um valor meta em um gráfico.

4.4 5S

O 5S devem ser implementados corretamente para garantir o funcionamento das outras ferramentas portanto será criado apenas um plano de auditorias:

Tabela 5: Auditoria para 5S

S	Critérios	Status
1º S – Senso de Utilização	Todas as ferramentas / utensílios existentes na área tem uso?	
	Não há ferramentas / utensílios que desempenham a mesma função, e por isso são desnecessários?	
	Há ferramentas / utensílios que são necessárias na área mas que não estão presentes ou existem em menor quantidade?	
	As ferramentas / utensílios desnecessários estão indo para a área de quarentena?	
	O procedimento de esvaziamento da quarentena está sendo seguido?	
2º S – Senso de Ordenação	Todas as ferramentas / utensílios identificados têm um lugar demarcado?	
	Todas as ferramentas / utensílios que não estão em uso estão no seu lugar demarcado?	
	As pessoas da área sabem da localização de cada ferramenta / utensílio?	
	A demarcação das ferramentas / utensílios permite fácil acesso a eles?	
	A demarcação das ferramentas / utensílios obedeceu o critério de quanto maior a requência de uso, mais próximo do local de uso?	
3º S – Senso de Limpeza	A área está limpa e bem conservada?	
	O procedimento de limpeza da área está sendo seguido?	
	Houve identificação das fontes de sujeira?	
	Houve tentativas de neutralização das fontes de sujeira?	
4º S – Senso de Padronização	As fitas usadas para demarcar ferramentas, estoques, bancadas, seguem um padrão visual?	
	O padrão gerado para o trabalho está sendo seguido?	
5º S – Senso de Auto-disciplina	As auditorias são feitas com requência?	
	Todos os funcionários participaram do treinamento de 5S?	
	Os novos funcionários recebem o treinamento de 5S quando contratados?	

5. ESTUDO DE CASO

5.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Esse trabalho foi realizado em uma empresa metalúrgica localizada na cidade de São José do Rio Preto. A empresa possui cerca de 100 funcionários e fornece para montadoras automobilísticas, indústrias sistemistas e agroindústria. Os principais processos produtivos são: fundição e usinagem; todos os modelos são fundidos e seguem para as células onde são usinados.

Devido ao fato de fornecer para montadoras a empresa em questão tem grande preocupação com o controle de qualidade sendo certificada pelo ISO 9001 e TS 16949.

Essa empresa foi escolhida, pois já havia sido realizado um trabalho de produção enxuta e o resultado não foi satisfatório no longo prazo devido à falta de sustentabilidade das implementações. Por esse motivo com uma nova fase de implementações foi necessário criar um sistema de medição de desempenho para garantir que as melhorias implementadas estejam de acordo com a estratégia da empresa e sejam sustentáveis no longo prazo.

5.2 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O projeto do Sistema de Medição de Desempenho é composto pelas auditorias, os indicadores estratégicos e operacionais.

O Sistema de Medição de Desempenho possui as seguintes informações:

- **Tipo;**
- **Métrica;**

- **Significado/Propósito;**
- **Procedimento de coleta;**
- **Expressão de cálculo;**
- **Meta;**
- **Frequência de apontamento;**
- **Responsável pelo apontamento;**
- **Frequência de compilação;**
- **Responsável pela compilação;**
- **Representação gráfica;**
- **Local de visualização.**

5.2.1 Indicadores Estratégicos

O objetivo da empresa ao buscar as ferramentas da produção enxuta eram aumentar a produtividade e reduzir os atrasos na entrega de produtos. De acordo com esses objetivos foram criados as medidas de resultado (estratégicas):

- **Confiabilidade de Entrega:** o objetivo desse indicador é mostrar a evolução das entregas da empresa em questão para o cliente externo. Essa medida considera pedidos não atendidos todos os pedidos que foram entregues em data diferente dos pedidos firmes mesmo se forem negociados com o cliente, pois o cliente esperava receber na data combinada previamente. Também é considerado um pedido não atendido se a quantidade entregue não foi a quantidade pedida, mesmo sendo uma entrega parcial.
 - **Tipo:** *Estratégica*
 - **Métrica:** *Confiabilidade de Entrega*

- **Significado/Propósito:** *Detalhar a % de pedidos não atendidos*
- **Procedimento de coleta:** *Planilha do PCP*
- **Expressão de cálculo:** *(número de pedidos atendidos) / (número de pedidos programados)*
- **Meta:** *95%*
- **Frequência de apontamento:** *Diário*
- **Responsável pelo apontamento:** *PCP*
- **Frequência de compilação:** *Mensal*
- **Responsável pela compilação:** *Líder do projeto de Produção Enxuta*
- **Representação gráfica:** *Gráfico de linha*
- **Local de visualização:** *Sala de projeto e quadro de visualização*

- **Produtividade:** o objetivo desse indicador é mostrar o progresso da produtividade da empresa, baseado na quantidade de itens produzidos com qualidade que chegam à expedição, na quantidade de funcionários que trabalham diretamente na produção e na quantidade de horas trabalhadas por esses funcionários considerando as horas extras.

- **Tipo:** *Estratégica*
- **Métrica:** *Produtividade*
- **Significado/Propósito:** *Medir a produtividade da empresa*
- **Procedimento de coleta:** *Apontamento de produção*
- **Expressão de cálculo:** *(itens produzidos) / (média de horas trabalhadas por funcionário * número de funcionários diretos)*
- **Meta:** *15 peças / hora trabalhada de cada funcionário*
- **Frequência de apontamento:** *Semanal*

- **Responsável pelo apontamento:** *Expedição / Departamento Pessoal*
 - **Frequência de compilação:** *Mensal*
 - **Responsável pela compilação:** *Líder do projeto de Produção Enxuta*
 - **Representação gráfica:** *Gráfico de linha*
 - **Local de visualização:** *Sala de projeto e quadro de visualização*
- **Variação do Lead time:** o objetivo desse indicador é mostrar a evolução do lead time para garantir que o aumento da produtividade não gere estoques e consequentemente aumente o Lead Time.
- **Tipo:** *Estratégica*
 - **Métrica:** *Variação do Lead time*
 - **Significado/Propósito:** *Medir variação no lead time das famílias onde houve implementação de kanban*
 - **Procedimento de coleta:** *Mapa de fluxo de valor*
 - **Expressão de cálculo:** *Lead time*
 - **Meta:** *13 dias*
 - **Frequência de apontamento:** *A cada evento Kaizen*
 - **Responsável pelo apontamento:** *Equipe do projeto de Produção Enxuta*
 - **Frequência de compilação:** *A cada evento Kaizen*
 - **Responsável pela compilação:** *Líder do projeto de Produção Enxuta*
 - **Representação gráfica:** *Gráfico de barras*
 - **Local de visualização:** *Sala de projeto e quadro de visualização*

Tabela 6: Medidas de Resultado

Medidas de Resultado			
Métricas	Confiabilidade de Entrega	Variação do Lead time	Produtividade
Significado/ Propósito	Detalhar a % de pedidos atendidos	Medir variação no lead time das famílias onde houve implementação de kanban	Medir produtividade dos diversos setores
Ponto/ Procedimento de Coleta	Planilha do PCP	Fazer um MFV futuro, atualizado após implementações	Apontamento de produção
Expressão de Cálculo	(número de pedidos atendidos na quantidade correta)/(número de pedidos programados)	Lead time	itens produzidos/ quantidade de horas/ número de funcionários diretos
Meta	95%	15 pcs /hora*homem)	13 dias
Frequência de Apontamento	Diário	A cada evento Kaizen	Semanal
Responsável Apontamento	PCP	Equipe Lean	Almoxarifado
Frequência Compilação	Quinzenal	A cada evento	Mensal
Responsável Compilação	Lider do Projeto Lean	Equipe Lean	Lider do Projeto Lean
Representação Gráfica	Gráfico de linha	Gráfico de barras	Gráfico de linha
Local de Visualização	Sala do projeto e quadros de visualização	Sala do projeto e quadros de visualização	Sala do projeto e quadros de visualização

5.2.2 Indicadores Operacionais

Os indicadores operacionais foram desenvolvidos seguindo um padrão e disponibilizados em uma estrutura denominada TOTEM. O TOTEM (figura abaixo) é uma estrutura com quatro faces, utilizado para o apontamento e visualização dos indicadores operacionais nas próprias células de produção. Cada indicador está localizado em uma face e possui cinco folhas

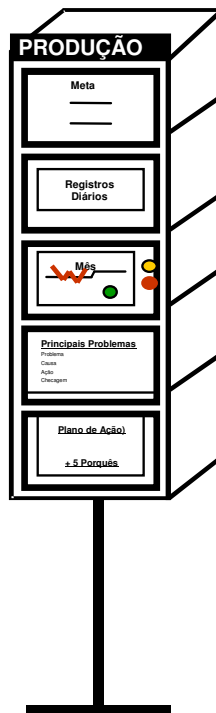


Figura 6: TOTEM

A primeira folha do TOTEM é o local onde é disponibilizada a meta e a fórmula de cálculo do indicador.

A segunda folha é o apontamento hora a hora ou dia a dia dependendo do indicador, esse apontamento é feito por um operador da célula que tem tempo ocioso para evitar atraso na produção.

A terceira folha é o gráfico mensal, ele apresenta a compilação dos apontamentos dia a dia ou semana a semana dependendo do indicador, esse gráfico também é feito pelo operador e é arquivado como o histórico do indicador.

A quarta folha é o pareto de problemas, onde são anotados os problemas que impediram de atingir a meta. Com o pareto é possível identificar quais problemas mais se repetem e, portanto, direcionar as ações de melhorias.

A quinta folha é o plano de ação, local onde são criadas ações de melhoria para evitar que os problemas mais significativos evidenciados no Pareto de problemas voltem a ocorrer, essa folha deve ser preenchida pelo líder do setor.

Os indicadores escolhidos foram a Confiabilidade, baseado no TPM; Tempo de Setup, baseado no SMED; Desvio de Produção e Índice de Defeitos. A correlação entre os indicadores estratégicos e operacionais é mostrada na figura a seguir.

- **TPM:** Foi criado um indicador para medir a eficiência dessa ferramenta, “Confiabilidade”. Esse indicador visa identificar se as máquinas estão disponíveis quando solicitadas, portanto se uma máquina está quebrada mesmo que não esteja sendo utilizada no momento a célula não está confiável, pois caso fosse necessário utilizar essa máquina ela não estaria disponível, portanto a célula não está confiável. O tempo de máquina parada considerado para o cálculo é só o tempo parado devido a quebras inclusive o tempo de manutenção corretiva (o tempo de manutenção preventiva e de setup não é considerado como parada pois são planejados). O tempo disponível considerado deve ser o tempo total diário, sem descontar o tempo de setup e outras paradas.

- **Tipo:** *Operacional*
- **Métrica:** *Confiabilidade*
- **Significado/Propósito:** *Medir o tempo de máquinas paradas em relação ao tempo que deviam estar trabalhando*
- **Procedimento de coleta:** *Apontamento de manutenção*
- **Expressão de cálculo:** *(Tempo disponível – Tempo parada por quebra de máquinas) * 100 / (Tempo disponível)*
- **Meta:** *95%*

- **Frequência de apontamento:** *Hora a Hora*
- **Responsável pelo apontamento:** *Operador*
- **Frequência de compilação:** *Dia a Dia*
- **Responsável pela compilação:** *Operador*
- **Representação gráfica:** *Gráfico de Linha*
- **Local de visualização:** *TOTEM*

O Pareto de Problemas para esse indicador deve ser preenchido a cada quebra identificando a máquina, o problema e uma marcação no número de repetições, caso o problema já ocorreu na mesma máquina deve ser feita apenas mais uma marcação no número de repetições do respectivo problema. Dessa maneira tem-se um gráfico onde é possível identificar os problemas que mais ocorrem para criar o plano de ação que irá gerar as melhorias mais significativas.

- **Setup:** Para o trabalho de SMED o indicador é o tempo de setup médio no dia, é importante ressaltar que o tempo de setup é considerado desde o tempo da última peça de um modelo até a próxima peça com qualidade do novo modelo.
 - **Tipo:** *Operacional*
 - **Métrica:** *Tempo Médio de Setup*
 - **Significado/Propósito:** *Medir o tempo médio gasto para se realizar setups.*
 - **Procedimento de coleta:** *Apontamento de setups*
 - **Expressão de cálculo:** *(Tempo total de setups no dia) / (Número de setups no dia)*
 - **Meta:** *30 minutos*

- **Frequência de apontamento:** *Setup a Setup*
- **Responsável pelo apontamento:** *Operador*
- **Frequência de compilação:** *Dia a Dia*
- **Responsável pela compilação:** *Operador*
- **Representação gráfica:** *Gráfico de Linha*
- **Local de visualização:** *TOTEM*

O Pareto de Problemas para esse indicador deve ser preenchido a cada setup a cima da meta, identificando a data, modelo, máquina, o código do problema e a descrição do problema, diferentemente do pareto da manutenção nesse caso existe algumas causas de não cumprimento da meta listadas com códigos para facilitar o apontamento. Dessa maneira tem-se um gráfico com os códigos dos problemas onde é possível identificar os problemas que mais ocorrem para criar o plano de ação que irá gerar as melhorias mais significativas.

- **Desvio de Produção:** Esse indicador visa controlar a eficiência da programação da produção, ou seja, se a produção programada está coerente com a programação realizada. O princípio é o mesmo do *day-by-the-hour*, a produção planejada é calculada baseada no takt-time e os apontamentos são feito hora a hora para que os atrasos sejam identificados rapidamente e a ação corretiva possa ser quase que imediata. O desvio de produção ao contrário da eficiência identifica como problema produzir a menos que o programado tanto como produzir a cima, sendo a meta o intervalo de -5% a + 5%, pois caso a produção seja menor que a programada existe a possibilidade de prejudicar as entregas e caso a produção real seja maior que a programada, maior que o takt-time, pois nesse caso estará gerando estoques indesejáveis.

- **Tipo:** *Operacional*

- **Métrica:** *Desvio de Produção*
- **Significado/Propósito:** *Medir a diferença entre a produção programada e a produção realizada*
- **Procedimento de coleta:** *Apontamento de produção*
- **Expressão de cálculo:** $(Produção Realizada - Produção Programada) * 100 / (Produção Programada)$
- **Meta:** *5%*
- **Frequência de apontamento:** *Hora a Hora*
- **Responsável pelo apontamento:** *Operador*
- **Frequência de compilação:** *Dia a Dia*
- **Responsável pela compilação:** *Operador*
- **Representação gráfica:** *Gráfico de Linha*
- **Local de visualização:** *TOTEM*

O Pareto de Problemas para esse indicador deve ser preenchido a cada hora que o indicador ultrapasse a meta identificando a data, modelo, máquina, o problema e o código do problema.

- **Índice de Defeitos:** Apesar desse indicador não ser baseado em uma ferramenta da Produção Enxuta foi incorporado ao sistema de medição desempenho, pois é fundamental garantir que os defeitos sejam controlados para atingir os objetivos estratégicos da empresa.

- **Tipo:** *Operacional*
- **Métrica:** *Índice de Defeitos*
- **Significado/Propósito:** *Medir o índice de defeitos*
- **Procedimento de coleta:** *Apontamento de defeitos*

- **Expressão de cálculo:** $(Peças\ Defeituosas) * 100 / (Peças\ Produzidas)$
- **Meta:** 1%
- **Frequência de apontamento:** *Dia a Dia*
- **Responsável pelo apontamento:** *Operador*
- **Frequência de compilação:** *Semana a Semana*
- **Responsável pela compilação:** *Operador*
- **Representação gráfica:** *Gráfico de Linha*
- **Local de visualização:** *TOTEM*

O Pareto de Problemas para esse indicador deve ser preenchido a cada dia que o indicador ultrapasse a meta identificando a data, modelo, máquina, o problema e o código do problema.

A seguir é apresentada a correlação entre os indicadores estratégicos e operacionais:

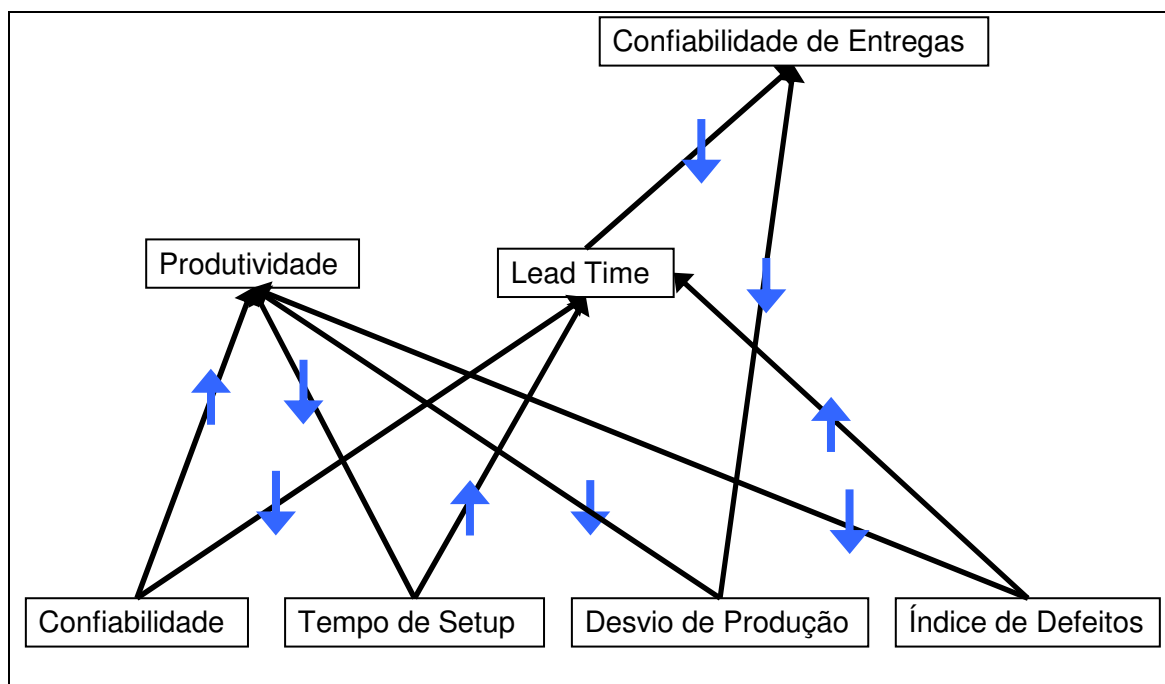


Figura 7: Correlação entre os indicadores

Quanto maior a Confiabilidade das Máquinas menor o Lead Time, pois não é necessário armazenar uma quantidade alta de estoque de segurança. Quanto maior a Confiabilidade das Máquinas maior a Produtividade, pois as máquinas podem operar por mais tempo.

Quanto menor o Tempo de Setup menor o Lead Time, pois é possível reduzir o tamanho dos lotes e gerar menos estoques. Quanto menor o Tempo de Setup maior a Produtividade, pois o tempo que era gasto para setup é utilizada como tempo produtivo.

Quanto menor o Índice de Defeitos maior a Produtividade, pois o diminui o tempo gasto com peças defeituosas. Quanto menor o Índice de Defeitos menor o Lead Time, pois não é necessário aumentar os estoques para eventuais problemas com defeitos.

Quanto menor o Desvio de Produção maior a Produtividade, pois os operadores estão produzindo na capacidade real planejada. Quanto menor o Desvio de Produção maior a Confiabilidade de Entregas, pois a programação é cumprida com maior eficiência garantindo as entregas de acordo com o planejado.

Quanto maior a Lead Time maior a Confiabilidade de Entregas, pois é possível responder de forma mais rápida as variações da demanda.

5.2.2 Auditorias

Além dos indicadores operacionais foi utilizado um sistema de auditorias para analisar se as implementações estão sendo seguidas. As auditorias foram baseadas nas ferramentas da produção enxuta e no preenchimento do TOTEM. Elas contêm os pontos a serem diagnosticados, o status e uma descrição dos problemas que ocorreram, devem ser feitas diariamente pós implementações.

- **TOTEM:**

Tabela 7: Auditoria do TOTEM

Pontos importantes do diagnóstico	Status	Problema
A meta está sendo revista todo mês?		
O apontamento está preenchido até a ultima hora?		
O cabeçalho foi preenchido corretamente?		
A escrita está legível e respeita os limites demarcados?		
O gráfico de acompanhamento mensal foi preenchido até o turno anterior?		
O apontamento está preenchido com a cor de caneta correta? - Azul: dentro da meta - Vermelha: fora da meta		
O cálculo foi feito corretamente?		
A meta especificada no gráfico está correspondendo com a meta mostrada na 1ª folha do totem?		
As datas na legenda do gráfico foram atualizadas corretamente?		
A escrita está legível e respeita os limites demarcados?		
Os problemas indicados estão legíveis e com todos os campos preenchidos corretamente?		
O Plano de Ação está sendo disponibilizado no Totem até o		

dia 10 de cada mês?		
As atividades do plano de ação estão sendo cumpridas?		

- **Fluxo Contínuo:**

Tabela 8: Auditoria do Fluxo Contínuo

Pontos importantes do diagnóstico	Status	Problema
O quadro de programação está sendo atualizado diariamente de forma correta?		
O takt-time está sendo atualizado constantemente?		
A quantidade de estoque dimensionada para linha FIFO esta definida claramente?		
Os operadores estão respeitando o trabalho padronizado?		

- **SMED:**

Tabela 9: Auditoria do SMED

Pontos importantes do diagnóstico	Status	Problema
Todas as ferramentas estão funcionando perfeitamente?		
Todas as ferramentas estão nos locais de armazenagem designados?		
A máquina está limpa?		
Existe um procedimento padrão para a montagem de ferramentas da máquina?		
Existe um procedimento padrão para a retirada de ferramentas da máquina?		
Os operadores conhecem totalmente esses procedimentos?		

Existe um procedimento padrão para medições, posicionamentos e calibrações?		
---	--	--

- **Kanban:** Apesar de não ter sido criado um indicador para o Kanban, existe uma auditoria para essa implementação.

Tabela 10: Auditoria do Kanban

Pontos importantes do diagnóstico	Status	Problema
Não há mais contenedores no supermercado do que o máximo permitido?		
Todos os contenedores no supermercado estão com seus cartões?		
Os abastecedores estão retirando material exatamente na quantidade de um cartão por vez?		
Os espaços para colocação dos contenedores estão sendo respeitados?		
O tipo do contenedor é o mesmo do indicado no cartão?		
A quantidade de espaços para cartões está igual com as faixas dimensionadas para cada tipo de peça?		
Os espaços para colocação dos cartões estão sendo respeitados?		
Cartões na faixa vermelha estão "furando fila"?		
Os cartões estão nos lugares corretos?		
O abastecedor/operador respeita a rotina de abastecimento?		
Todas as caixas vazias estão nos seus devidos lugares.		
As informações contidas nos		

cartões estão corretas?		
As informações contidas nos cartões são suficientes?		
Os cartões estão conservados?		
Os operadores/abastecedores tiveram treinamento sobre kanban após a implantação?		
Os cálculos são refeitos periodicamente?		
Os novos operadores/abastecedores ao entrar na área tiveram treinamento sobre kanban?		

6. CONCLUSÃO

O trabalho realizado apresentou uma breve revisão bibliográfica sobre indicadores de desempenho e sua evolução histórica, as mudanças que ocorreram na sua utilização e objetivos.

Em seguida foi apresentada a revisão bibliográfica sobre Produção Enxuta e suas ferramentas que possivelmente seriam utilizadas na aplicação do caso. Algumas ferramentas apresentadas foram utilizadas, Kanban, fluxo contínuo, SMED, além do TPM que apesar de não ter sido apresentado foi utilizado. Posteriormente foi apresentada a revisão bibliográfica sobre indicadores de desempenho utilizados na Produção Enxuta.

Após a revisão bibliográfica, a empresa e seus objetivos ao implementar a Produção Enxuta foram descritos brevemente, bem como a relação desses objetivos com os indicadores estratégicos.

Os indicadores operacionais foram apresentados juntamente com a sua estrutura de visualização, o TOTEM. Durante o estudo caso percebeu-se que a utilização do TOTEM foi fundamental, pois era uma maneira simples que os próprios operadores compilavam as informações e apontavam seus próprios problemas, além de ser uma maneira visual do líder do setor acompanhar todos os problemas e tornar as ações corretivas de uma forma mais dinâmica.

A grande dificuldade durante a implementação foi conscientizar os operadores que o preenchimento do TOTEM era importante e que o objetivo não é apontar culpados, mas sim identificar as causas raízes dos problemas gerar melhorias. Essa

barreira foi vencida com a realização das auditorias onde era possível identificar os pontos que não permitiam que as melhorias e os TOTENS funcionassem.

Após a realização de diversos treinamentos percebeu-se que a utilização do sistema de desempenho auxiliou a empresa a enxergar quais os principais problemas operacionais e quais estavam afetando diretamente sua estratégia.

Concluindo, esse trabalho permitiu identificar alguns indicadores que são de grande importância nas implementações da Produção Enxuta, pois garantem a sustentabilidade do sistema e facilitam a percepção que as melhorias operacionais afetam diretamente os indicadores estratégicos e portanto os objetivos e visão da empresa.

7. BIBLIOGRAFIA

- BALANCED SCORECARD INSTITUTE. *What is the Balanced Scorecard*. Disponível em: <<http://www.balancedscorecard.org>>. Acesso em: 05/07/2007.
- 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.
- CARDOZA, E. & CARPINETTI, L. C. R. (2005). *Indicadores de Desempenho para Produção Enxuta*. Revista Produção, v. 5, n. 2, Florianópolis.
- CARPINETTI, L. C. R. (2000). *Proposta de um modelo conceitual para o desdobramento de melhorias estratégicas*. Gestão & Produção, v.7, n.1.
- CORREA, H. L. & CORREA, C. A. (2004). *Administração de produção e operações*. São Paulo, Atlas.
- CORREA, H. L & GIANESI, I. G. N. (1996). *MRP, OPT e Just-In-Time*. São Paulo, Atlas.
- CROSS, K. F.; LYNCH, R. L. (1988). *The “SMART” way to define and sustain success*. National productivity Review, v. 8, n. 1.
- DRUCKER, P. F. (1981). *Práticas de administração de empresas*. São Paulo, Pioneira.
- JURAN, J. M.;GRYNA, 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.
- 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.

- LOREZON, I. A. (2006). *Discussão sobre a medição de desempenho na lean Construction*. Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP, 13º, Bauru.
- MARTINS, R.A. (1999). *Sistemas de medição de desempenho: Um modelo para estruturação do uso*. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MASKELL, B.H. (1991). *Practical lean accountings*. New York, Productivity Press.
- MÜLLER, A, N. (2001). *Desmistificando o Trabalho da Auditoria*. Revista FAE-Business, n. 1, Curitiba.
- OHNO, T. (1997). *O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala*. Bookman.
- 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.
- NEELY, A.; ADAMS, C. (2000). *Perspectives on performance: the performance prism, in: handbook of performance measurement*. Londres, Gee Publishing.
- OHASHI, E. A. M.; MELHADO, S.B. (2004). *A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001:2000*. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ENTAC, 10º, 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.
- RIBEIRO, H. (2006). *A bíblia do 5S*. 2º ed. Salvador, Casa da Qualidade.

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