

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

ANDERSON SASSI FUZARO

Análise de Resultados da Aplicação de Conceitos de Lean Manufacturing em
uma Empresa de Nutrição e Saúde Animal

São Carlos

2017

ANDERSON SASSI FUZARO

Análise de Resultados da Aplicação de Conceitos de Lean Manufacturing em
uma Empresa de Nutrição e Saúde Animal

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto

São Carlos

2017

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

S545a Sassi Fuzaro, Anderson
Análise de Resultados da Aplicação de Conceitos de Lean Manufacturing em uma Empresa de Nutrição e Saúde Animal / Anderson Sassi Fuzaro; orientador Kleber Francisco Esposto. São Carlos, 2017.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2017.

1. Lean Manufacturing. 2. Produção Enxuta. 3. Manufatura Enxuta. 4. Lean Thinking. 5. Sistema Toyota de Produção. I. Título.

*Aos meus pais e namorada pela
compreensão, carinho e apoio
incansável. Ao meu filho, Gabriel.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha saúde, por ter estado ao meu lado em todos os momentos de minha vida e por me carregar em Seus braços quando eu pensei em desistir.

À minha mãe Maria Aparecida, meu pai Alexandre, minha namorada Raquel, meu irmão Alysson pela confiança, pela compreensão, pelos ensinamentos e principalmente, pelo amor e carinho que deram a mim durante a conclusão deste curso.

A todos os meus amigos que me apoiaram e que me ajudaram nos momentos em que eu não superaria sem eles.

À Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP e seus professores por todo o conhecimento que me proporcionaram.

Ao meu orientador Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto, pelos ensinamentos, orientações, conselhos, compreensão, paciência e amizade que dedicou ao seu orientando.

Aos colegas de curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante na nossa formação, para contribuir com a qualidade de vida das pessoas.

A todos que contribuíram, de forma direta e indireta, para a realização e finalização deste árduo, mas prazeroso trabalho.

RESUMO

FUZARO, A, S. Análise de Resultados da Aplicação de Conceitos de Lean Manufacturing em uma Empresa de Nutrição e Saúde Animal. 2017. 73 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

A crescente e intensa competição de mercado pressiona as empresas para sempre buscarem maneiras para vencer obstáculos no sentido de melhorar o gerenciamento e organização de suas operações. Nesse contexto, uma ótima forma para conseguir tais melhorias é a aplicação do *Lean Manufacturing*, sistema que surgiu na Toyota após a Segunda Guerra Mundial. A filosofia *Lean* está cada vez mais presente nas empresas, entretanto muitas delas ainda não implementaram ou estão apenas iniciando. É o caso da empresa de nutrição e saúde animal, a qual este trabalho analisa. A organização passou a introduzir a Produção Enxuta há pouco tempo, contudo, já conseguiu excelentes resultados. Para isso, a área de Melhoria Contínua foi criada e engenheiros foram contratados a fim de se dedicarem às melhorias de processos em termos de produtividade, redução de custos e qualidade. Dessa forma, este presente trabalho contempla uma revisão bibliográfica dos conceitos da Manufatura Enxuta, passando pela sua criação, evolução, princípios e ferramentas. Por fim, por meio de um estudo de caso, analisa a evolução da empresa desde o início da implementação da filosofia *Lean* até os dias atuais, passando pela estratégia desenvolvida, as ações e iniciativas que foram conduzidas, a forma de controlar e sustentar as mudanças e resultados financeiros. Resultados estes que foram expressivos, principalmente durante o último ano fiscal em que foi gerado um *saving* de aproximadamente 12 milhões de reais por meio de ações para aumento de capacidade e reduções de custos.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Lean Thinking. Produção enxuta. Sistema Toyota de Produção.

ABSTRACT

FUZARO, A, S. Results Analysis from the Application of Lean Manufacturing Concepts at an Animal Health and Nutrition Company. 2017. 73 f. Monograph (Course Completion Work) – São Carlos Engineering School, University of São Paulo, São Carlos, 2017.

The increasing and intense market competition pressures companies to always seek ways to overcome obstacles in order to improve the management and organization of their operations. In this context, a great way to achieve such improvements is the application of Lean Manufacturing, a system that emerged in Toyota after World War II. The Lean philosophy is increasingly present in companies, however many of them have not implemented or are just starting. This is the case of the animal health and nutrition company, which this work analyzes. The organization started introducing Lean Production a short time ago; however, it has already achieved excellent results. To that end, the Continuous Improvement area was created and engineers were hired to focus on process improvements in terms of productivity, cost reduction and quality. In this way, this present work contemplates a bibliographical revision of the Lean Manufacturing concepts, passing through its creation, evolution, principles and tools. Finally, it analyzes the evolution of the company from the beginning of the implementation Lean philosophy to the present day, through the strategy developed, actions and initiatives that were conducted, how to control and sustain the changes and financial results. These results were very significant, especially during the last fiscal year in which a saving of approximately 12 million reais was generated through actions to increase capacity and cost reductions.

Keywords: Lean Manufacturing. Lean Thinking. Lean Production. Toyota Production System.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Condução de estudo de caso	16
Figura 2 - Participação Japonesa na Produção Mundial de Veículos, 1955-1989	20
Figura 3 - Casa do Sistema Toyota de Produção.....	23
Figura 4 - Mapa de Fluxo de Valor - Aços São Paulo.....	26
Figura 5 - Matriz de Família de Produtos.....	27
Figura 6 - Representação dos passos do 5S.....	29
Figura 7 - Representação de Fluxo Contínuo	30
Figura 8 - Quadro Kanban.....	32
Figura 9 - Heijunka Box	34
Figura 10 - Metodologia SMED.....	36
Figura 11 - Modelo A3	38
Figura 12 - Antiga estrutura de engenharia corporativa da empresa.....	40
Figura 13 - Nova estrutura da equipe de engenharia	41
Figura 14 - Estrutura da equipe de Melhoria Contínua	41
Figura 15 - Processo resumido de Extrusados.....	43
Figura 16 - Processo resumido de Peletizados	43
Figura 17 - Processo resumido de Premix	44
Figura 18 - Processo resumido de multicomponentes	44
Figura 19 - Estratégia da empresa em termos de Melhoria Contínua	44
Figura 20 - Tipos de iniciativas de melhoria	45
Figura 21 - Mapa de valor futuro	46
Figura 22 - Fotos antes e depois – Implementação Supermercado/5S	48
Figura 23 - Redução falta de matéria-prima na área de Premix	49
Figura 24 - Balanceamento da produção da linha de Premix	50
Figura 25 - Redução consumo de gás Unidade C.....	50
Figura 26 - Redução consumo de gás e vapor unidade B.....	51
Figura 27 - Instrução de trabalho - Ensacadeira automática	53
Figura 28 - Indicadores padrão.....	54
Figura 29 - Quadro e cartões Kamishibai.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre Sistemas de Produção.....	20
Quadro 2 - Vantagens Célula Lean x Outros layouts	31
Quadro 3 - Segmentos de atuação	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Aumento de volume no ano fiscal 16/17 (julho/2016-junho/2017)	48
Tabela 2 - Savings referentes a área de Melhoria Contínua	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV – Atividades que agregam valor

FIFO – *First In First Out*

JIT – *Just in Time*

NAV – Atividades que não agregam valor

SMED – *Single-Minute Exchange of Die*

VSM – *Value Stream Mapping*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Considerações iniciais	13
1.2 Objetivos.....	13
1.3. Justificativa.....	13
1.4 Metodologia.....	14
2 REVISÃO CONCEITUAL	18
2.1 O Surgimento da produção enxuta	18
2.2 Os Cinco Princípios.....	21
2.3 Agregar valor para o cliente	23
2.4 As Sete Perdas	24
2.5 As principais ferramentas	26
2.5.1 Mapa de Fluxo de valor.....	26
2.5.2 5S.....	28
2.5.3 Takt time.....	29
2.5.4 Fluxo contínuo.....	30
2.5.5 Produção puxada	31
2.5.6 Heijunka ou Produção Nivelada.....	33
2.5.7 Padronização.....	34
2.5.8 SMED	35
2.5.9 Evento Kaizen.....	36
2.5.10 Metodologia A3.....	37
3 ESTUDO DE CASO	39
3.1 A empresa.....	39
3.1.1 Histórico	39
3.1.2 Segmentos e processos	42
3.2 Análise de resultados.....	44

3.1 Estratégia	44
3.2 Ações específicas.....	46
3.2.1 Aumento de produtividade	46
3.2.3 Redução custos variáveis.....	50
3.2.4 Sustentabilidade.....	52
3.3 Resultados financeiros.....	55
4 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Este presente trabalho apresenta a pesquisa realizada para a conclusão do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos pela Universidade de São Paulo. O tema proposto é “Análise de Resultados da Aplicação de Conceitos de Lean Manufacturing em uma Empresa de Nutrição e Saúde Animal”. Trata-se, portanto, de um estudo sobre os principais resultados obtidos por uma empresa de Nutrição e Saúde Animal ao implantar conceitos de *Lean Manufacturing* em suas operações.

A empresa, localizada no interior do estado de São Paulo, não utilizava os conceitos da Produção Enxuta como base do seu dia-a-dia, contudo, quando passou a fazê-lo, obteve e ainda obtém resultados expressivos. Dessa forma, o presente trabalho realizou um estudo dos principais conceitos, princípios e ferramentas do *Lean* e atrelou com os que foram e que estão sendo utilizados pela empresa. Os resultados positivos da organização foram demonstrados por meio dos resultados financeiros obtidos em termos de aumento de capacidade e redução de custos, divididos em fixos e variáveis.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise dos principais conceitos, princípios e ferramentas da Produção Enxuta que foram utilizados por uma empresa do ramo de Nutrição e Saúde Animal para alcançar bons resultados em termos de capacidade e redução de custo, alcançando, assim, expressivos resultados financeiros.

1.3. Justificativa

O *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta também conhecido como *Lean Thinking* ou, ainda, Sistema Toyota de Produção, é uma filosofia que visa eliminar ou minimizar atividades não agregadoras de valor ao produto final. É um sistema que faz uso de alguns princípios e por meio da utilização de algumas ferramentas e técnicas visa gerar valor para o cliente com o máximo de produtividade e eficiência.

Atualmente, esse sistema está difundido em empresas de vários segmentos com diferentes portes e se transformou em um elemento essencial para a competitividade e para a busca de redução de custos. Sendo assim, para organizações se manterem competitivas e, mais que isso, sobreviverem ao atual mercado mundial, elas devem utilizar a Produção Enxuta.

O mercado brasileiro e mundial do segmento de Nutrição e Saúde Animal não é diferente e está cada mais exigente e competitivo. Dessa forma, as empresas devem sempre buscar ao máximo a produtividade reduzindo seus custos, buscando sempre gerar valor aos seus clientes, ou seja, devem utilizar os conceitos de *Lean Manufacturing*.

Esta pesquisa buscou, então, analisar os resultados obtidos por uma empresa quando passou a utilizar o sistema citado em suas operações. Tais resultados foram altamente expressivos e, por isso, foram estudados e atrelados aos princípios, ferramentas e técnicas da Produção Enxuta.

1.4 Metodologia

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a *Lean Manufacturing* em geral com foco em seus princípios e ferramentas. Após a revisão, objetivou-se analisar os ganhos em forma de resultados financeiros obtidos pela empresa.

Existem várias classificações para os tipos de pesquisa quanto aos procedimentos técnicos utilizados em Engenharia de Produção. Ganga (2012) as classifica em sete tipos: pesquisa/revisão bibliográfica, desenvolvimento teórico conceitual, pesquisas experimentais, *survey*, modelagem e simulação, estudo de caso e pesquisa ação. Esta pesquisa foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica, que possui uma abordagem qualitativa exploratória, seguida por um estudo de caso, também qualitativo.

Ganga (2012, p. 212) afirma que “a pesquisa bibliográfica busca conhecer e analisar as contribuições culturais e científicas do passado, existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema”. Dessa forma, a primeira parte desta pesquisa se concentrará em realizar uma ampla pesquisa em livros e artigos científicos, alguns já utilizados para a confecção deste projeto e outros que poderão ser descobertos, que sejam pertinentes ao assunto tratado para a criação de uma base conceitual forte sobre o tema.

A abordagem do problema em pesquisas é classificada em quantitativa ou qualitativa. Uma pesquisa quantitativa, segundo Ganga (2012), possuía a capacidade de se quantificar e confirmar estatisticamente as relações de causa e efeito que ocorrem entre as variáveis de

pesquisa, que podem explicar fatores que influenciam o fenômeno de estudo. Assim, como nesta pesquisa não haverá análise de dados quantitativos, esta pesquisa utilizará a abordagem qualitativa. Contudo, segundo Ganga (2012), este tipo de pesquisa possui a mesma cientificidade de um processo de pesquisa quantitativo, pois a definição explícita das questões da pesquisa, as variáveis, os instrumentos e os procedimentos de coleta de dados, baseados em conhecimentos teóricos empíricos garantem a objetividade do fenômeno estudado.

Existem seis tipos de pesquisa classificadas quanto aos seus propósitos. São elas: exploratória, descritiva, preditiva, explicativa, ação e avaliação (GANGA, 2012). Esta pesquisa utilizou a exploratória como método, pois, segundo o mesmo autor, não necessariamente cria novas teorias, mas sim, explora o tema podendo assim revelar novos aspectos do mesmo. Assim, é exatamente o que esta pesquisa se propôs a realizar, pois explorando os conceitos de *Lean Manufacturing*, buscou-se analisar como tais conceitos foram importantes para o resultado da empresa do ramo de Nutrição e Saúde Animal.

A segunda parte desta pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso. Este tipo de pesquisa está cada vez mais sendo utilizado como ferramenta de pesquisa. Yin (2005, p. 32) o define como sendo “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Assim, este método é utilizado para lidar com condições contextuais que são altamente pertinentes ao assunto de estudo. Para Ganga (2012), o propósito do estudo de caso em Engenharia de Produção é promover a construção, teste e ampliação de teorias, além da exploração e melhor compreensão de um fenômeno em seu contexto real, assim, é classificado como uma abordagem qualitativa.

Além de ser útil quando o foco está em um fenômeno contemporâneo dentro de algum contexto na vida real, segundo ¹Stuart et al. (2002 *apud* COSTA, 2014, p. 61) existem quatro situações onde o estudo de caso é útil. São elas:

- A. Quando a teoria não existe ou é pouco provável de ser aplicada;
- B. Onde a teoria existe, mas o contexto ambiental é diferente;
- C. Onde causa e efeito geram dúvidas ou envolve defasagem de tempo;

¹ STUART, I. et al. Effective case research in operations management: a process perspective. *Journal of Operations Management*, v. 20, n. 5, p. 419-433, 2002.

D. Quando entender um fenômeno é especialmente importante, em um campo onde o assunto é complexo.

Assim, o estudo de caso foi escolhido para este trabalho, além de estudar um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, pelo item D, pois busca-se entender como a aplicação dos conceitos da Produção Enxuta gerou bons resultados para a empresa do ramo industrial escolhida. Este segmento de empresa possui uma alta complexidade e, dessa forma, um estudo de caso se torna um bom método para estudá-lo.

Os estudos de caso, o qual possui seu passo a passo detalhado na Figura 1, também podem ser classificados conforme seus propósitos de pesquisa. Segundo Yin (2005), existe o explicativo, que busca identificar os fatores que contribuem para a ocorrência de determinado fenômeno visando explicar a razão dos acontecimentos; o exploratório quando o objetivo é o desenvolvimento de hipóteses e proposições pertinentes para um estudo subsequente; o descritivo quando a meta é descrever o fenômeno de estudo dentro do contexto da vida real e, por fim, é explanatório que objetiva englobar os dados do caso por meio de relações de causa e efeito para explicar como os eventos aconteceram.

Figura 1 - Condução de estudo de caso

Definir uma estrutura teórico-conceitual	<ul style="list-style-type: none"> • Definir os constructos a partir da literatura • Declarar as hipóteses e proposições (se for o caso) • Definir as fronteiras da pesquisa: unidade de análise e população e o grau de evolução
Projetar o(s) caso(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar as unidades de análise e contratos • Escolher os instrumentos para coleta e análise de dados • Desenvolver o protocolo para coleta de dados • Definir meios de controle de pesquisa
Conduzir Teste-Piloto	<ul style="list-style-type: none"> • Testar procedimentos de aplicação • Verificar qualidade de dados • Fazer ajustes necessários
Coletar os dados	<ul style="list-style-type: none"> • Contatar os casos • Registrar os dados • Limitar os efeitos do pesquisador
Analisar os dados	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir uma narrativa • Reduzir os dados • Construir painel • Identificar causalidade (quando for o caso)
Gerar relatório	<ul style="list-style-type: none"> • Desenhar implicações teóricas • Fornecer informações para replicação

Fonte - Adaptado de Ganga (2012)

2 REVISÃO CONCEITUAL

2.1 O Surgimento da produção enxuta

O *Lean Manufacturing* (Produção ou Manufatura Enxuta) também conhecido como *Lean Thinking* ou ainda Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial. O país precisava se reestruturar e não tinha os recursos necessários para fazer uma produção em massa, conceito difundido por Henry Ford no início do século XX nos Estados Unidos.

Antes de Ford e sua difundida produção em massa, a manufatura era a chamada Artesanal. Até o final do século XIX, a produção de bens de consumo era artesanal, ou seja, utilizava mão de obra altamente qualificada processando um item de por vez e entregava exatamente o que o cliente desejava. Cada parte era criada por um trabalhador – o artesão – de forma individual e de maneira independente. Dessa forma, o consumidor tinha exatamente o que ele almejava, mas com um custo, normalmente, alto. No início do século XX, surgiram teorias que objetivavam racionalizar a administração das indústrias, que antes era realizada de maneira não sistematizada pela produção artesanal.

Uma das mais importantes teorias surgidas nessa época foi a Administração científica, que teve seu início com o engenheiro americano Frederick Taylor. Segundo Chiavenato (2000), a abordagem básica dessa escola é a ênfase na tarefa, onde a sua preocupação original foi a eliminação do fantasma do desperdício e das perdas sofridas pelas indústrias, elevando, assim, os níveis de produtividade. A abordagem de Taylor – ou Taylorismo – fundamentava-se no estudo de tempos e movimentos, divisão do trabalho, desenho de cargos e tarefas, padronização de métodos e máquinas, incentivos salariais e prêmios de produção, entre outros.

Para Chiavenato (2000), Henry Ford promoveu, ainda na escola da Administração científica, a grande inovação do século XX: a produção em massa. A inovação de Ford era organizar o trabalho de forma que “a produção de maior número de produtos acabados com a maior garantia de qualidade e menor custo possível”.

Tal sistema de produção tinha como objetivo reduzir os custos unitários dos produtos por meio da produção em larga escala, da especialização e divisão do trabalho. Esse sistema utilizava uma mão-de-obra altamente especializada e as máquinas produziam produtos padronizados em um volume muito alto.

Um dos pontos-chaves da produção em massa era a intercambialidade das peças na linha de montagem e sua facilidade de ajuste, cuja idealização alterou as noções mais fundamentais do sistema de produção.

O clássico exemplo do Fordismo eram as linhas de montagem do modelo Ford T. A produção era em larga escala, entretanto, tinha que se trabalhar com altos níveis de estoque e lotes de produção, o que gerava vários desperdícios.

A produção em massa estava a “pleno vapor” quando Eiji Toyoda, engenheiro da Toyota, ao visitar a fábrica Rouge da Ford em Detroit nos Estados Unidos na primavera de 1950, notou quanto o Japão estava atrasado em relação à eficiência de produção. Porém, o engenheiro junto a outro engenheiro, Taiichi Ohno, perceberam que como seu país estava devastado pela guerra, a economia estava danificada, o que fazia a demanda estar bem abaixo do normal, e assim, o modelo de produção em larga escala com baixa variedade não funcionaria. Foi então que eles resolveram adaptar os conceitos de Ford para sua cultura e necessidade.

Eiji Toyoda não foi fundador da Toyota Motor Company, mérito de seu tio, Kiichiro Toyoda, mas foi o responsável por disseminar o Sistema Toyota de Produção. Sistema este que objetivava reduzir os desperdícios, ter maior qualidade dos produtos e redução do tempo de entrega ao cliente. Tal conceito de produzir mais com cada vez menos passou a ser chamado de *Lean Manufacturing* pelos americanos James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” de 1990, obra que possuía um estudo sobre a indústria automobilística mundial realizado na década de 80 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). O Quadro 1 indica um resumo com as principais particularidades dos sistemas artesanal, da produção em massa e da manufatura enxuta em relação à mão de obra, equipamentos, produção e produtividade.

O *Lean Manufacturing*, traduzido como Produção Enxuta, passou a ser utilizado, em sequência, por outras montadoras de automóveis, depois para outras indústrias de diferentes segmentos e, por fim, para o setor de serviços. Este novo modo de pensar, o *Lean Thinking*, tornou obsoleta a produção em massa como sistema de negócio e até hoje continua a mostrar-se um sistema capaz de gerar melhorias significativas, tanto em termos de produtividade, como de qualidade.

O novo modo de produzir que a Toyota passou a utilizar foi algo tão revolucionário que a participação das montadoras japonesas no cenário mundial de produção de veículos cresceu absurdamente. A Figura 2 demonstra o quão radical foi o crescimento no período de 1955 a 1989.

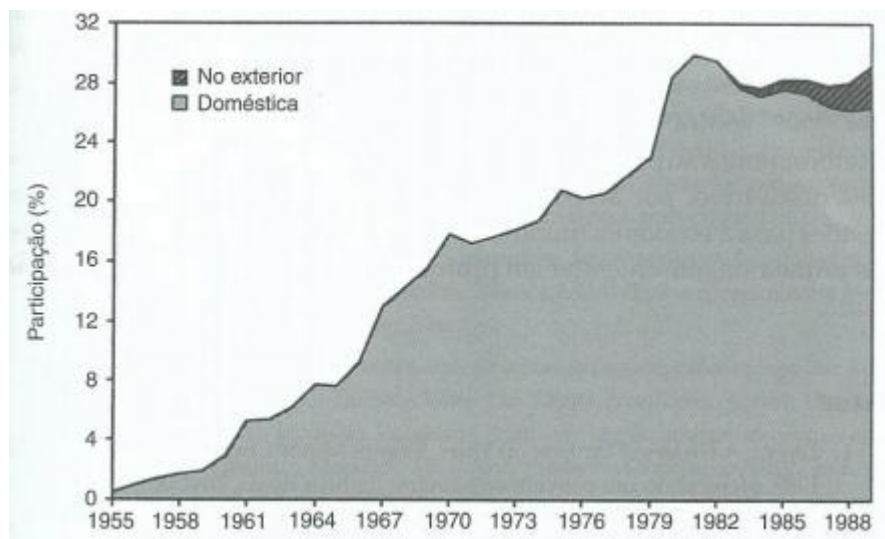
Quadro 1 - Comparação entre Sistemas de Produção

Elementos	Produção Artesanal	Produção em Massa	Lean Manufacturing
Mão de obra	Trabalhadores altamente qualificados	Trabalhadores pouco qualificados	Trabalhadores multiquificados
Equipamentos	Simple, ferramentas flexíveis	Caros, máquinas com um objetivo	Máquinas flexíveis
Produção	Produtos únicos, customizados e individualizados	Produtos padronizados	Alta variedade de produtos
Produtividade	Baixa produtividade e alto custo	Alta produtividade e alto custo	Alta produtividade e alto custo

Fonte - Adaptado – Marcos (2011)

Entretanto, implementar a manufatura enxuta não é algo fácil, são muitos os conceitos que devem ser atentados para o sistema funcionar corretamente e as melhorias conseguirem ser implementadas. É o que resumem Womack, Jones e Roos (2004) em “Fabricantes em todo o mundo tentam agora adotar a produção enxuta, porém o caminho está cheio de obstáculos”.

Figura 2 - Participação Japonesa na Produção Mundial de Veículos, 1955-1989



Fonte – Womack, Jones e Roos (2004)

2.2 Os Cinco Princípios

A palavra japonesa *Muda* é muito importante para a Produção Enxuta, pois significa desperdício, que é definido por Womack e Jones (2004) como “qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor”. Taiichi Onno é considerado o maior crítico de *mudas* da história e identificou sete principais desperdícios da sua indústria que serão vistos mais à frente neste trabalho.

E, é para justamente, para reduzir ou até acabar com os desperdícios que o *Lean* trabalha. Womack e Jones (2004, p. 3) resumem o Pensamento Enxuto como “uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam”.

Para atingir os objetivos da definição acima, existem cinco passos a serem seguidos, conhecidos como os Cinco Princípios. São eles: Valor, Fluxo de valor, Fluxo contínuo, Puxar e Perfeição.

O primeiro deles, valor, é entendido como as características perceptíveis do cliente que cada produto ou serviço proporciona. São essas características que fazem a diferença no momento da decisão do cliente em adquiri-los, pois, o cliente analisará o preço e esforço que fará para adquirir o bem/serviço e características inerentes. Liker (2005) resume dizendo que é “o que o cliente quer com esse processo”. Logicamente, quanto maior o valor percebido pelo cliente maior será sua satisfação. Portanto, ele não é definido pela empresa, mas sim pelo próprio cliente, entretanto, quem deve criá-lo é a empresa.

Rother e Shook (2003) definem fluxo de valor, o segundo princípio, como todas as ações necessárias para a concepção de um produto, passando por todos os fluxos essenciais. As ações podem agregar ou não valor – agregar valor ao produto será discutido no capítulo seguinte. O fluxo pode ser de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor ou fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

A identificação ou mapeamento do fluxo de valor completo para cada produto é o próximo passo após o entendimento do valor propriamente dito.

Como o mapa gera uma visão ampla de todas as etapas de todas as ações necessárias para a criação ou na fabricação do produto, é possível identificar facilmente os desperdícios.

Após os dois primeiros princípios executados, isto é, o valor especificado, o fluxo de valor devidamente mapeado com as etapas que geram desperdícios identificadas, deve-se partir para o terceiro princípio, o fluxo contínuo.

A princípio, Ohno estruturou a fábrica da Toyota como as de Ford, ou seja, por lotes de produção. Entretanto, não conseguia competir com os volumes de Ford e com as economias de escala. Assim, o engenheiro decidiu otimizar o fluxo de material para movimentá-lo mais rapidamente pela fábrica, buscando assim reduzir o tamanho dos lotes. Foram criadas as células agrupadas por produto e não por processo. Dessa forma, para o pensamento enxuto o tamanho do lote é sempre o mesmo – um. Cria-se assim, o fluxo contínuo (LIKER, 2005).

O quarto princípio é o Puxar, ou seja, a produção puxada. A Toyota adotou o método em que o processo posterior retira as peças do processo anterior, apenas quando houver a sua necessidade, divergindo inversamente à produção empurrada, na qual o processo anterior envia as peças para o processo posterior assim que o lote é finalizado. Para esse método, foi dado o nome de *Just-in-time* - JIT, isto é, as peças iriam para o processo subsequente apenas na hora e na quantidade em que fossem necessárias. Os processos retiram material do processo anterior apenas em substituição ao material já utilizado de fato, e todo processo gera uma produção para substituir o material que o processo seguinte utilizou. Era assim que o sistema da Toyota produzia apenas o necessário, apenas quando preciso e na quantidade requerida (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

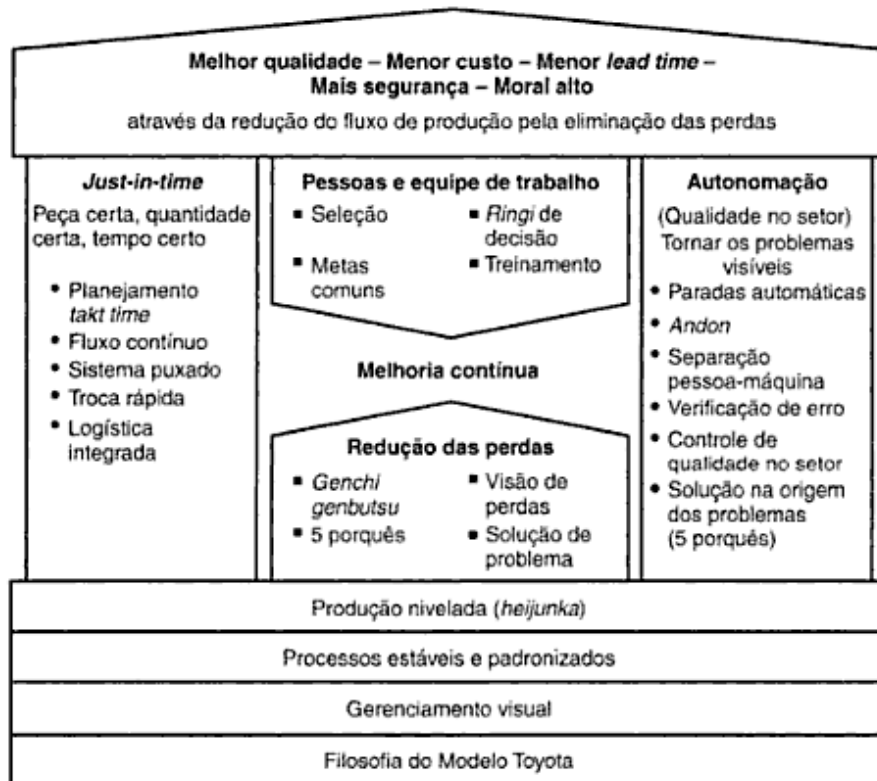
O quinto, e último, princípio era a perfeição. Ao realizar os quatro princípios anteriores, ou seja, valor especificado, fluxo de valor identificado, fluxo contínuo implementado e tudo isso sendo puxado pelo cliente, a empresa consegue oferecer um produto que se aproxima ainda mais do que o cliente realmente deseja. Womack e Jones (2004) fecham os princípios com a perfeição, pois os quatro princípios anteriores interagem entre si no que os autores chama de “círculo poderoso”.

Além disso, a busca pela perfeição deve ser objetivo recorrente de todos os envolvidos no fluxo de valor do produto. Deve-se buscar a melhoria contínua dos processos, desejando sempre agregar valor ao cliente.

Uma ilustração que resume bem o que é o Sistema Toyota de Produção é a chamada “Casa do Sistema Toyota de Produção”, representada pela Figura 3. Os objetivos – Melhor Qualidade, Menor Custo, Menor Lead Time, Mais segurança e Moral Alto - são o telhado da casa. Mas, para atingir esses objetivos é necessário utilizar os pilares *Just-in-time* e Automação (*Jidoka*). Cada um destes pilares possui sua descrição e suas ferramentas; os quais, os principais serão abordados ao longo deste trabalho. Por fim, o alicerce da casa é a base

para poder se conseguir utilizar as ferramentas dos pilares e para, assim, se atingir os objetivos. Por tanto, a produção deve estar nivelada (*Heijunka*), os processos devem estar estáveis e padronizados, o gerenciamento visual implementado e a filosofia *Lean* devem estar implementados (BALLÉ; EVESQUE, 2016).

Figura 3 - Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte – LIKER (2003)

2.3 Agregar valor para o cliente

Hines e Taylor (2000) definem três tipos de atividades quanto à agregação de valor ou não para o cliente:

- ✓ Atividades que agregam valor (AV): são aquelas atividades que, aos olhos do cliente final, tornam o produto ou serviço mais valioso.
- ✓ Atividades que não agregam valor (NAV): são as atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, sendo desnecessárias nas atuais circunstâncias. Por exemplo, estoque alto, tempo de espera, processamento inadequado, movimentação, transporte, superprodução e defeitos – os setes desperdícios clássicos da manufatura enxuta que será visto ainda neste capítulo.

- ✓ Atividades necessárias que não agregam valor: são aquelas atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas que são necessárias a não ser que o processo atual mude radicalmente. Por exemplo, requisitos legais, regulamentos etc.

O *Lean* direciona justamente seus esforços para eliminar as atividades que não agregam valor, uma vez que elas correspondem a maior parte do tempo despendido pelas organizações. Portanto, as atividades que não agregam valor e não são necessárias (NAV) são as fontes dos desperdícios, devendo ser objeto de esforço para sua completa eliminação. Os desperdícios advindos das atividades que não agregam valor, mas que são necessárias, não podem ser eliminados no curto prazo, mas devem ser submetidos a um aprimoramento contínuo do processo de forma que possam vir a ser eliminados, mesmo que no longo prazo (ARAÚJO 2004).

Segundo ainda Hines e Taylor (2000), em um ambiente de produção de bens (manufatura ou fluxo logístico) a relação entre os tempos consumidos pelos três tipos de atividades gira em torno da seguinte proporção:

- ✓ 5% de atividades que agregam valor;
- ✓ 35% de atividades que não agregam valor, porém necessárias;
- ✓ 60% de atividades que não agregam valor.

2.4 As Sete Perdas

Após definidas as atividades que agregam valor, as que não agregam – mas são necessárias – e as que simplesmente não agregam, é necessário entender as perdas em processos de produção ou administrativos. Por definição contextualizada, *muda* ou desperdício é qualquer atividade que consome recursos, mas não cria valor para o cliente. Na maior parte dos fluxos de valor, as atividades que realmente criam valor para o cliente são poucas. Assim, a maior fonte potencial de melhoria de desempenho em uma empresa e melhoria do serviço ao cliente é eliminar o maior número possível de desperdícios.

As perdas ou desperdícios foram listadas por Taiichi Ohno como sendo sete em seu total. Alguns autores adicionaram uma oitava, mas as sete primeiras, definidas por Liker (2005), serão descritas primeiramente. São elas:

1. Superprodução: Itens produzidos quando não há demanda. Gera perdas com excesso de pessoal, de estoque e com custos de transporte devido ao estoque excessivo;
2. Espera (tempo sem trabalho): Falta de estoque, atrasos de processamento, interrupção de funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade podem gerar funcionários que sirvam apenas para vigiar uma máquina automática ou que fiquem esperando o próximo processamento, ferramenta, suprimento, peça etc;
3. Transporte ou movimentação desnecessária: movimentação de estoque em processo por grandes distâncias, movimentação ineficiente de materiais, peças ou produtos acabados;
4. Superprocessamento ou processamento incorreto: Etapas de processamento ineficientes ou desnecessárias. Podem ser ineficientes devido a uma ferramenta ou projetos de baixa qualidade que causam movimentações desnecessárias ou defeitos. As perdas podem ocorrer quando a qualidade não é suficiente e o cliente busca por um produto que mais o agrade;
5. Excesso de estoque: Excesso de matéria-prima, estoques em processamento ou de produtos acabados causam lead times maiores, obsolescência, produtos danificados, atrasos e maiores custos de armazenagem e transporte. O estoque extra produzido pode também ocultar problemas de desbalanceamento de produção, defeitos, entregas de fornecedores em atraso etc;
6. Movimento desnecessário: Qualquer movimentação que não seja para o funcionário executar sua tarefa. Por exemplo, caminhadas desnecessárias, procura por ferramentas, empilhamento de peças etc;
7. Defeitos: Peças produzidas defeituosas ou que precisem de correção. Retrabalhos, descartes, consertos significam perdas de tempo, manuseio e esforço.

As sete perdas clássicas do *Lean Manufacturing* são as listadas acima, entretanto, alguns autores adicionaram uma oitava. Liker (2005) é um desses autores e a cita como:

8. Desperdício da criatividade dos funcionários: Perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários.

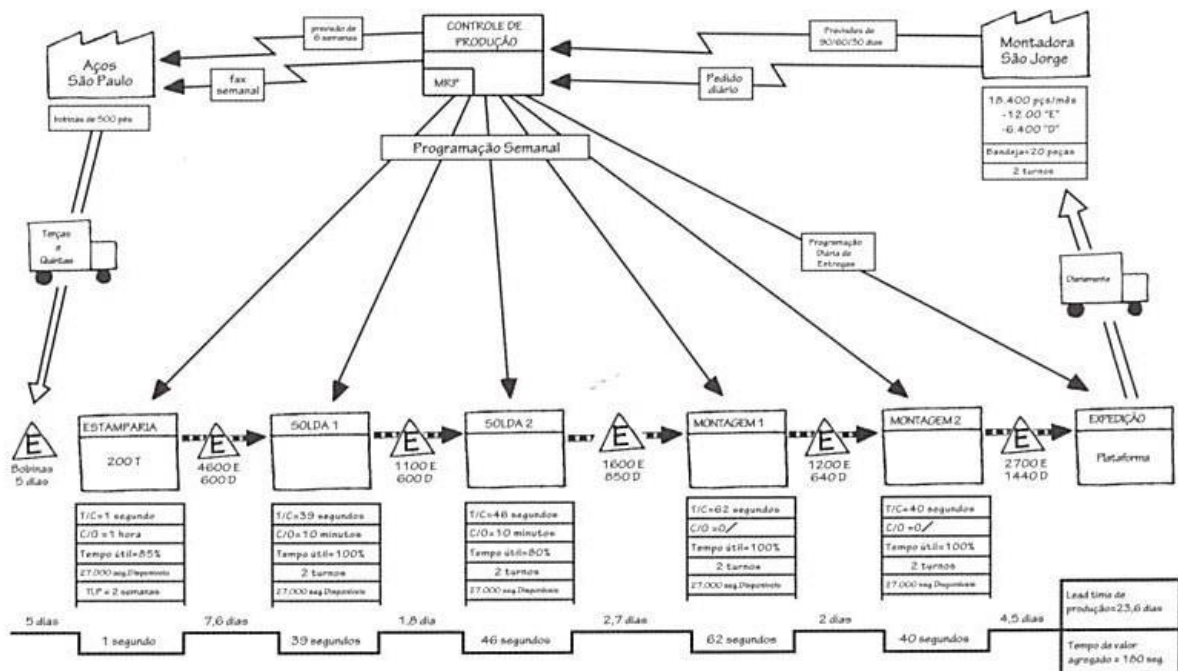
Para Ohno, o pior desperdício era a superprodução, pois era a que podia gerar a maioria dos outros. Portanto, é a que se deve prestar mais atenção. Mais à frente neste trabalho, será detalhado como a superprodução é evitada com o Sistema de Produção Puxada.

2.5 As principais ferramentas

2.5.1 Mapa de Fluxo de valor

O Mapa de Fluxo de valor atual – VSM (*Value Stream Mapping*), como dito na seção anterior, serve para visualizar o fluxo de valor do processo e também para identificar os desperdícios e oportunidades para *kaizen* (melhoria). Ele consiste em todas as atividades (que agregam valor ou não), necessárias para entregar um produto ou serviço por meio de um fluxo, desde a matéria-prima ou informação, até a finalização do produto que será entregue ao cliente. Um exemplo, tirado de Rother e Shook (2003) seria o representado pela Figura 4 que mostra o mapeamento do estado atual da empresa Aços São Paulo.

Figura 4 - Mapa de Fluxo de Valor - Aços São Paulo



Fonte – Rother e Shook (2003)

Um Fluxo de valor possui materiais, pessoas e informações e mapeá-lo traz, segundo Rother e Shook (2003), os seguintes benefícios:

- ✓ Ajuda a visualizar o fluxo mais do que os processos individuais;
- ✓ Ajuda a identificar mais do que desperdícios, ajuda a identificar as fontes de desperdícios;

- ✓ Mostra a relação entre o fluxo de informações e materiais no processo;
- ✓ Permite a aplicação de ferramentas Lean manufacturing;
- ✓ Forma a base de um plano de ação que viabiliza melhorias a curto prazo;
- ✓ Pode auxiliar a execução de atividades em eventos kaizen.

Antes de fazer o Mapeamento do Fluxo de Valor, devemos identificar adequadamente o conjunto que vai ser mapeado, que é denominada “linha de produtos”, ou “família de produtos”. Rother e Shook (2003) afirma que uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns em seus processos anteriores. Essa identificação pode ser feita por meio da observação de equipamentos ou processos similares, ou das configurações comuns dos produtos (função, aparência, componentes comuns, mercados atendidos etc.).

Os autores demonstram como selecionar uma família de produtos por meio de uma Matriz de Famílias de Produtos e suas etapas de montagens e equipamentos, representada na Figura 5. Dentre os sete produtos (A até G) e as oito etapas de montagem e uso de equipamentos (1 até 8), consegue-se identificar a família composta pelos produtos A, B e C devido a eles percorrerem “caminhos comuns”.

Figura 5 - Matriz de Família de Produtos

		Etapas da Montagem e Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Fonte – Rother e Shook (2003)

No entanto, sem uma proposta de “Mapa Futuro” esta ferramenta terá pouca utilidade – as ferramentas que permitem a elaboração de um mapa futuro estão apresentadas neste capítulo como as principais ferramentas utilizadas na manufatura enxuta. Sendo assim, os próximos passos após a elaboração do mapa atual é o levantamento de melhorias que serão aplicadas no

mapa futuro. Por fim, após o desenho do Mapa de Valor futuro, deve-se planejar e implementar as melhorias que foram propostas.

2.5.2 5S

O 5S é um programa sistemático para organizar, padronizar e melhorar o ambiente de trabalho na empresa através de cinco passos estruturados que são indispensáveis para a criação de um ambiente voltado à melhoria da qualidade e da produtividade.

²Andrade (2002, *apud* ARAUJO, 2004) apresenta os objetivos da implantação do programa 5S, dentre os quais pode-se destacar:

- ✓ Segurança: com um padrão adequado de organização, arrumação e limpeza do local de trabalho, reduzem-se os índices e as possibilidades de acidentes;
- ✓ Eficiência: uso correto de máquinas, ferramentas e equipamentos envolvidos no processo, bem como o cuidado com a manutenção dos mesmos;
- ✓ Redução de custos: redução de custos por meio da eliminação ou redução do retrabalho, desperdícios de tempo, material, etc.

Os cinco S's da metodologia são definidos por L \acute{e} xico Lean (2003) como:

1º S – SEIRI (Utilização): Retirar os objetos desnecessários do local de trabalho e descartar os objetos desnecessários ao trabalho. Com isso, consegue-se evitar excessos e desperdícios, utilizar recursos de acordo com a necessidade e separar o necessário do desnecessário, deixando no local de trabalho apenas aquilo que é realmente utilizado;

2º S – SEITON (Ordenação): Organizar (colocar ordem lógica) os objetos classificados anteriormente. Com isso, consegue-se localizar e acessar facilmente os objetos ou recursos;

3º S – SEISO (Limpeza): Não sujar o ambiente ou objetos que nos cercam no trabalho. O sentido de sujeito aqui não é só a sujeira propriamente dita como pó e poeira, mas também ruído, odor, pouca iluminação e vibração;

4º S – SEIKETSU (Padronização): Manter o ambiente de trabalho sempre organizado e limpo, de maneira padronizada. Deve-se desenvolver padrões e controles visuais de modo que as anomalias se tornem visíveis;

² ANDRADE, P. H. S. (2002). O impacto do programa 5S na implantação e manutenção de sistemas da Qualidade. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.

5° S- SHITSUKE (Autodisciplina): É ter a disciplina de cumprir as fases anteriores do programa 5S como sua rotina pessoal. O senso de autodisciplina consolida o programa 5S, entretanto, é passo mais complicado dos cinco. Para manter o 5 S funcionando deve ter o compromisso da alta direção, envolvimento dos colaboradores, promovê-lo em todas as áreas, auditorias periódicas e reconhecer os melhores resultados.

A Figura 6 representa o ciclo que deve ser seguido para uma implementação correta do 5S.

Figura 6 - Representação dos passos do 5S



Fonte – Léxico Lean (2003)

2.5.3 Takt time

O *takt time*   o tempo com que você deve produzir uma peça para atender a demanda dos clientes. Para calcular o *takt time* devemos dividir o tempo disponível de trabalho por turno (em minutos ou segundos), pelo volume de demanda do cliente por turno (em unidades).

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ disponível}{Demanda\ do\ cliente}$$

Por exemplo:

$$Takt\ time = \frac{30000\ segundos}{1500\ peças} = 20\ segundos/pe a$$

É uma medida utilizada para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo das vendas (demanda), ou seja, os clientes estão comprando este produto na razão de um a cada 20 segundos. Sendo assim, é um número de referência que nos dá uma diretriz para o ritmo no qual cada processo deve produzir.

2.5.4 Fluxo contínuo

Em seu estado ideal, Fluxo contínuo significa que os itens são processados e movidos diretamente e sem interrupção (espera) de um processo para o próximo, uma peça de cada vez. É popularmente chamado de Fluxo de uma peça; Faça uma, mova uma; *One piece flow* ou FIFO (*First in, first out*) (ROTHER; HARRIS, 2001). A clássica representação deste tipo de abordagem está representada na Figura 7.

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.

Figura 7 - Representação de Fluxo Contínuo



Fonte – Rother e Shook (2003)

Segundo Rother e Harris (2001), uma célula é definida como um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através da qual as partes são processadas em fluxo contínuo. O layout físico de uma célula em “U” é o mais conhecido, mas muitas formas variadas são possíveis. As vantagens deste tipo de arranjo estão representadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens Célula Lean x Outros layouts

	CÉLULA LEAN	Outros Layouts
1	Maior velocidade e flexibilidade de resposta	Resposta lenta e baixa flexibilidade
2	Predomina participação em grupo	Individualismo predominante
3	Proporciona conceito Puxado	Proporciona conceito empurrado
4	Controle da Qualidade Robusto	Dificuldade na localização de defeitos
5	Redução de estoques intermediários - Fluxo de uma peça	Alto estoque intermediário p/ dia seguinte
6	Permite trabalhar em mais de um posto	Trabalha normalmente em parte da linha
7	Evolução contínua para o grupo	Inibe a criatividade e incentiva o individual

Fonte - Adaptado – Barbosa (2008)

2.5.5 Produção puxada

Um Sistema Puxado é um sistema de produção em que cada etapa do processo só deve produzir um bem ou serviço quando um processo posterior, ou o cliente final, o solicite. Esta solicitação é feita através do consumo de um estoque controlado de peças, que chamamos de supermercado, que fica entre os processos. Em algumas situações há pontos na cadeia de valor, onde o fluxo contínuo não é possível. Diante disso, deve-se *puxar* a produção por meio do chamado Processo Puxador utilizando supermercados entre esses fluxos e, para isso, a utilização do Kanban é essencial. A representação desse sistema está na Figura 8.

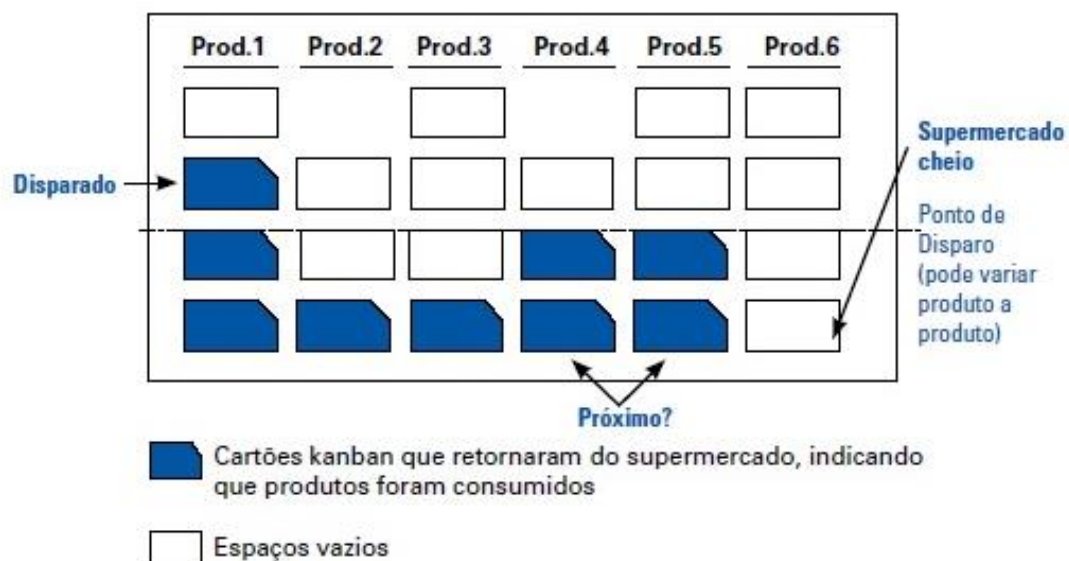
O sistema Kanban é caracterizado pelo uso de cartões que funcionam como sinalizadores dentro de um processo de produção. Funciona de modo que um cartão sinaliza para o processo anterior o seu status (situação) atual. Este sistema tem por finalidade puxar a produção, ou seja, a linha de montagem final sinaliza a sua necessidade e o processo anterior produz exatamente o que é necessário (GUEDES, 2010).

Guedes (2010) lista várias vantagens da utilização do Kanban. São elas:

- ✓ Redução dos desperdícios, fora e dentro do chão-de-fábrica;
- ✓ Melhoria dos níveis de controle da fábrica, pela descentralização e simplificação dos processos operacionais;
- ✓ Redução do tempo de duração do processo (lead-time);
- ✓ Aumento da capacidade reativa da empresa (resposta aos clientes);
- ✓ Elevação do nível de participação e engajamento das pessoas, através da descentralização do processo decisório;
- ✓ Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda;
- ✓ Redução dos estoques de produtos em processo;
- ✓ Diminuição dos lotes em produção;
- ✓ Eliminação dos estoques intermediários e de segurança;
- ✓ Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações, assim como dos mecanismos de comunicação entre o pessoal de produção;
- ✓ Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa;
- ✓ Maior facilidade na programação da produção.

O Sistema Puxado juntamente com o Fluxo Contínuo e o Tempo Takt são os elementos essenciais do pilar JIT (*Just In Time*) (KOSAKA, 2009).

Figura 8 - Quadro Kanban



2.5.6 Heijunka ou Produção Nivelada

É uma das bases do Sistema Toyota de Produção. Para Fujio Cho, ex-presidente da Toyota, o nivelamento de produção consiste em:

Em geral quando você tenta aplicar o STP, a primeira coisa que tem que fazer é equilibrar ou nivelar a produção. E isso é responsabilidade do pessoal do controle de produção ou da administração de produção. O nivelamento do plano de produção pode exigir algumas antecipações ou adiamentos de embarques, e você poderá ter que pedir aos clientes que espere um pouco. Quando o nível de produção se torna mais ou menos o mesmo ou constante durante um mês, você consegue aplicar sistemas puxados e equilibrar a linha de montagem. Mas se os níveis de produção – a quantidade produzida – variam de um dia para o outro, não há sentido em tentar aplicar esses sistemas, pois você simplesmente não pode estabelecer um trabalho padronizado sob tais circunstâncias (LIKER, p. 122, 2005).

Para nivelar o *mix* e o volume de produção é normalmente utilizado um Quadro de Nivelamento de Produção ou Heijunka Box, ilustrado pela Figura 9. É uma ferramenta onde é mostrada a programação do processo puxador. Com ele é possível liberar kanbans de produção de acordo com os intervalos *pitch*. Um intervalo ou incremento *pitch* é dado pela multiplicação do *takt time* do produto pela quantidade de produtos em uma embalagem ou lote (ROTHER e SHOOK, 2003).

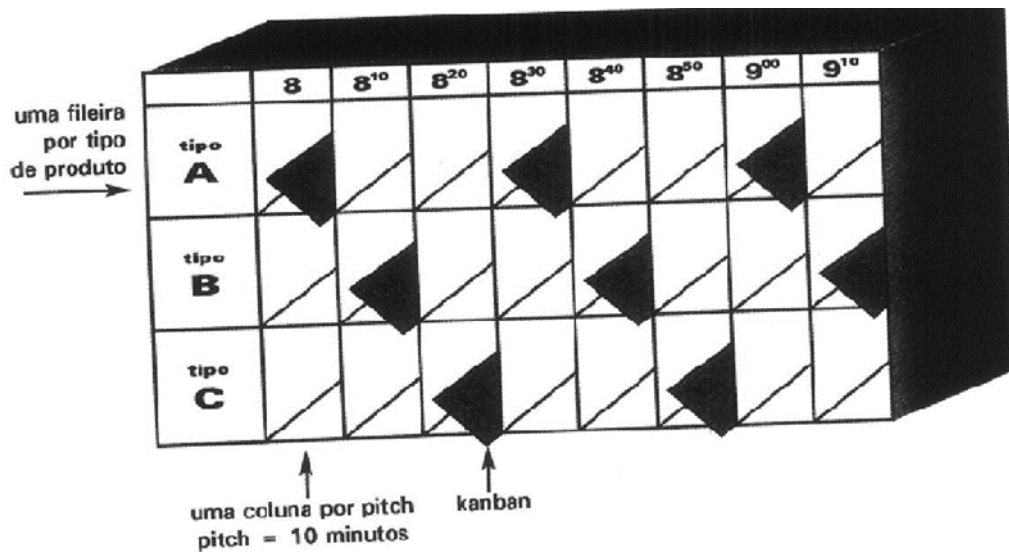
$$Pitch = Takt\ time \times Tamanho\ da\ embalagem$$

Por exemplo:

$$Pitch = \left(60 \frac{\text{segundos}}{\text{unidade}}\right) \times 20\ unidades = 20\ minutos$$

Dessa forma, a cada 20 minutos deve ser liberado um lote um lote ou uma embalagem de produção.

Figura 9 - Heijunka Box



Fonte – Rother e Shook (2003)

2.5.7 Padronização

A padronização do trabalho consiste em três elementos. É o que define o ex presidente da Toyota, Fujio Cho:

Nosso trabalho padronizado consiste em três elementos – o *takt time*, a sequência de realização das coisas ou sequência de processos e quanto inventário ou estoque cada trabalhador precisa ter à mão a fim de realizar aquele trabalho padronizado. Com base nesses três elementos – *takt time*, sequência e estoque padronizado disponível -, o trabalho padronizado é estabelecido (LIKER, p. 147, 2005).

Liker (2005) cita que é impossível melhorar qualquer processo antes que ele seja padronizado. Por tanto, deve-se padronizar o processo para posteriormente melhorá-lo continuamente. O autor diz ainda que o trabalho padronizado é essencial para o aumento da qualidade e detecção de defeitos. Se um defeito ocorre deve-se perguntar: “o trabalho padronizado foi seguido?”. Após a confirmação se os padrões foram realmente seguidos e mesmo assim o erro ocorreu, então o padrão de trabalho deve ser modificado.

Por fim, Dennis (2008), elenca alguns dos benefícios da padronização do trabalho. São eles:

- ✓ Estabilidade de processos;
- ✓ Pontos de início e parada claros para cada processo (status da produção);

- ✓ Aprendizagem organizacional (o know-how não está com apenas um operador);
- ✓ A solução de auditorias e de problemas;
- ✓ Envolvimento dos funcionários (identificação de oportunidades de melhoria);
- ✓ Kaizen (melhoria contínua);
- ✓ Treinamento (fácil aprendizagem do processo).

2.5.8 SMED

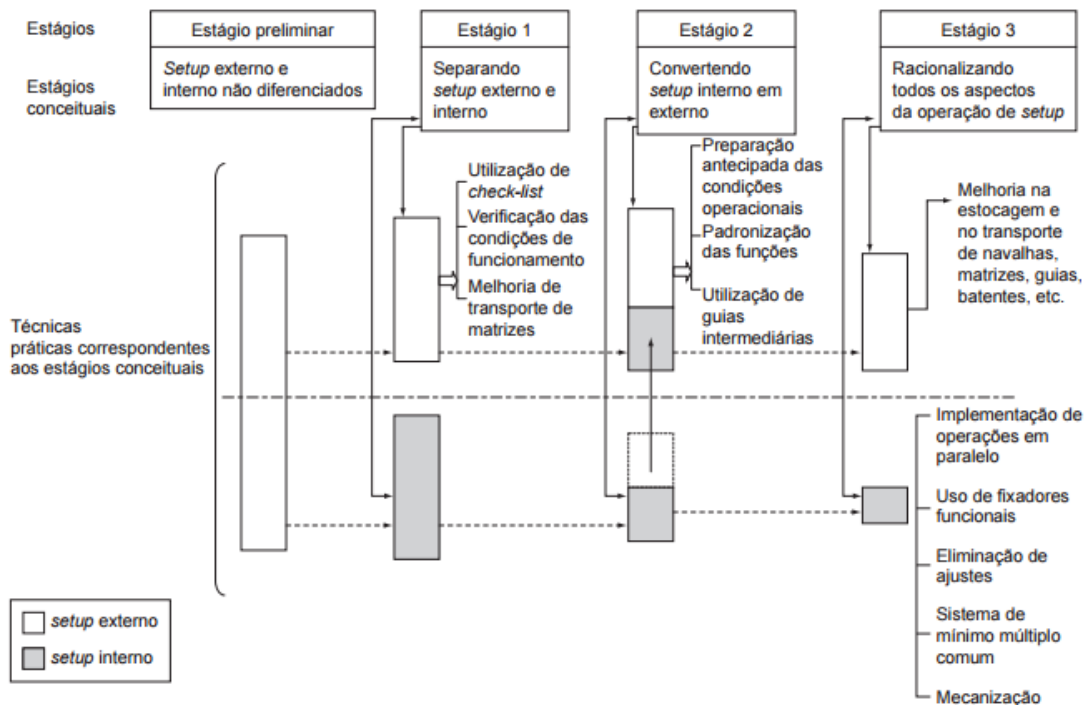
O *Single-Minute Exchange of Die*, conhecido popularmente simplesmente como SMED foi desenvolvido por Shigeo Shingo para reduzir os tempos de *setup* (ou troca de ferramentas) para menos de dez minutos. O SMED concentra-se nas atividades de preparação de máquinas (troca de molde, ferramentas etc). Shingo desenvolveu a metodologia no Japão entre 1950 e 1980, conseguindo resultados expressivos não só na Toyota, mas também em outras montadoras como a Mazda e a Mitsubishi. Um resumo da metodologia criada pelo engenheiro japonês está representado na Figura 10.

O tempo de *setup* inclui os tempos de ajustes até que a primeira peça seja produzida corretamente. Sendo assim, o que Shingo criou era que ao ser necessário uma troca de ferramentas, o tempo entre o início da troca e a primeira peça correta ser produzida fosse de no máximo 10 minutos.

O trabalho do engenheiro foi tão impressionante que em 1969, após realizar um trabalho de consultoria na Volkswagen, ele conseguiu reduzir tempo de troca de formato de uma prensa de 90 para 3 minutos. As transferências das atividades de *setup* interno para externo foram a base para se alcançar esse resultado, que culminou com a criação da metodologia SMED (SILVA et al, 2016).

A divisão de *setup* interno e externo também foi uma criação de Shingo. O chamado *setup* interno foi considerado por ele como o conjunto de atividades que pode ser realizado apenas com a máquina parada. Em contrapartida, o *setup* externo eram as atividades que podiam ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Figura 10 - Metodologia SMED



Fonte - ³Shingo, (2000 *apud* Sugai, McIntoshi; Novaski (2007)

2.5.9 Evento Kaizen

Um Evento Kaizen de acordo com Reali (2006), tem por objetivo realizar uma melhoria – *kaizen* – de maneira veloz, utilizando na maioria das vezes soluções rápidas e simplificadas.

Consiste no emprego organizado do senso comum e da criatividade, conduzido por uma equipe formada por pessoas com diferentes funções na empresa que implementam melhorias em um processo individual.

Reali (2006) cita as características da equipe do evento. São elas:

- ✓ Poder de decisão e dedicação integral às atividades;
- ✓ Composta por membros multifuncionais na seguinte distribuição: 1/3 de pessoas da área, 1/3 de pessoas das áreas suporte e 1/3 de pessoas não relacionadas à área;
- ✓ Líder da equipe, pertencente à área externa, coordena, dirige e designa atividades aos

³ SHINGO, S. A. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

demais integrantes do grupo;

- ✓ Co-líder, pertencente à área, com amplo conhecimento sobre o tema, deve fazer a comunicação entre os turnos e proporcionar sustento às mudanças;
- ✓ Demais membros devem identificar desperdícios, levantar e testar as soluções e estabelecer o padrão mais adequado.

O mesmo autor define as atividades a serem realizadas durante o evento. Contudo, a agenda, normalmente de uma semana, varia de acordo com as características de cada empresa, porém, de forma geral, as atividades que devem ser realizadas são:

- ✓ Primeiro dia: treinamento das ferramentas a serem utilizadas;
- ✓ Segundo dia: planejamento das ações;
- ✓ Terceiro dia: implantação das ações;
- ✓ Quarto dia: checagem do novo estado – verificação da eficácia;
- ✓ Quinto dia: preparação da apresentação e celebração dos resultados.

2.5.10 Metodologia A3

Não se pode esquecer de uma das principais e mais utilizadas ferramentas do da produção enxuta, o A3. A metodologia A3 é assim chamada, justamente, pois é escrito em um papel de tamanho A3. Basicamente é um relatório que visa propor soluções para os problemas, fornecer relatórios da situação de projetos em andamento e relatar atividades de coleta de informações. Esta é uma metodologia tão importante que para a Toyota, cada problema ou desafio enfrentado por uma empresa deve ser possível de ser registrado em um A3 (FERRO, 2009).

O A3 se lê da esquerda para direita e de cima para baixo. No geral, o lado esquerdo é o local onde o problema é identificado, já o lado direito contém as possíveis contramedidas para resolução do problema identificado. Shook (2008) apresenta uma possível estrutura a ser para a elaboração de um A3 de forma altamente completa.

Figura 11 - Modelo A3

Título: Sobre qual mudança ou melhoria você está falando?

Autor/Data	

1. Background: sobre o que você está falando e por quê?

Qual é o propósito, a necessidade do negócio para a escolha dessa questão?
Qual indicador específico precisa ser melhorado?
Qual é a estratégia e o contexto operacional, histórico ou organizacional da situação?

2. Estado Atual: como estamos agora?

Qual é o problema ou a necessidade - a defasagem no desempenho?
O que está acontecendo agora em comparação com o que você deseja ou com o que deveria estar acontecendo?
Você tem ido ao fundo?
Quais fatos ou dados indicam que há um problema ou uma necessidade?
Quais condições específicas indicam que você tem um problema ou uma necessidade?
Onde e quanto? Você pode desmembrar o problema?
→ Mostre fatos e processos visualmente, usando quadros, gráficos, figuras, mapas etc.

3. Objetivo: qual resultado específico é solicitado?

Quais melhorias específicas no desempenho você precisa alcançar?
→ Mostre visualmente quanto, para quando e com qual impacto.
→ Não coloque uma contramedida como um objetivo!

4. Análise: por que há o problema ou a necessidade?

Que pontos específicos nos processos de trabalho (localização, padrões, tendências, fatores) indicam o porquê da existência de necessidades e desvios no desempenho?
Quais condições ou ocorrências lhe impedem de atingir os objetivos?
Por que eles existem? Quais são as causas?
→ Use as mais simples ferramenta de análise de problemas que lhe mostre causa e efeito até a causa raiz. Desde 5 Porquês até as ferramentas de controle de qualidade (Ishikawa, gráfico de Pareto), ou até mesmo ferramentas mais sofisticadas como 6 Sigma e CEP, se necessário.
→ Teste a lógica da relação causa e efeito perguntando "por quê?" de cima para baixo e afirmando "portanto" de baixo para cima.

5. Recomendações: Qual a sua proposta e por quê?

Quais são as opções para enfrentar os desvios e melhorar o desempenho na situação atual?
→ Sempre comece com duas ou três alternativas para avaliação.
Como elas se comparam em eficácia e viabilidade?
Quais são seus custos relativos e benefícios?
Qual delas você recomenda e por quê?
→ Mostre como suas ações propostas vão enfrentar as causas específicas dos desvios ou restrições que você identificou na sua análise. A conexão deve ser clara e explícita.

6. Plano: como você irá implementar? (4Ws, 1H*)

Quais serão as principais ações e resultados no processo de implementação e em qual sequência?
Quais suportes e recursos serão necessários?
Quem será responsável pelo quê, quando e quanto?
Como você irá medir a eficácia?
Quando seu processo será revisado e por quem?
→ Use um gráfico de Gantt (ou diagrama semelhante) para mostrar ações, etapas, resultados, linha do tempo e papéis.

7. Acompanhamento: como você irá garantir o PDCA?

Como e quando você saberá se os planos têm sido seguidos e as ações tiveram o impacto planejado e necessário?
Como você saberá se atingiu as metas?
Como você saberá se você reduziu o desvio no desempenho?
Quais questões relacionadas ou consequências inesperadas você prevê?
Quais contingências necessárias você pode antecipar?
Quais processos você vai usar para possibilitar, assegurar e sustentar o sucesso?
Como você vai compartilhar seus aprendizados com outras áreas?

Fonte - Shook (2008)

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

3.1.1 Histórico

A empresa em questão é do ramo de nutrição e saúde animal, ou seja, produz ração para diversos segmentos de animais, variando de pequeno porte, como camundongos, até bovinos e equinos. Ela faz parte de um dos segmentos de uma multinacional que atua em diversos países do mundo.

No Brasil, ela possui atualmente 12 unidades espalhadas por diversos estados. As unidades são dos mais variados portes, variando de 15 até mais de 1000 funcionários, onde cada uma delas também possui diferentes segmentos de produtos.

Todas as unidades eram e ainda são controladas por uma equipe corporativa nas áreas de Recursos humanos, Programação e controle da produção, Engenharia, Segurança, Financeiro, Contabilidade e Fiscal.

Estruturalmente, falando das unidades propriamente ditas e antes do investimento em engenheiros, cada unidade era composta por um gerente da planta e que, dependendo do porte da planta, possuía um determinado número de funcionários ligados a Qualidade, Segurança do trabalho, Atendimento ao cliente, Financeiro, etc. Contudo, elas podiam até não ter nenhum responsável por essas áreas, possuindo assim apenas o gerente e operadores de máquinas. Enfim, cada unidade é muito particular e possui sua importância para o grupo.

A parte industrial corporativa da empresa era bem primitiva e possuía um diretor industrial e um diretor de operações. Toda a parte de engenharia era composta por apenas uma equipe que gerenciava e executava a área para todas as unidades. Tal equipe era dividida em:

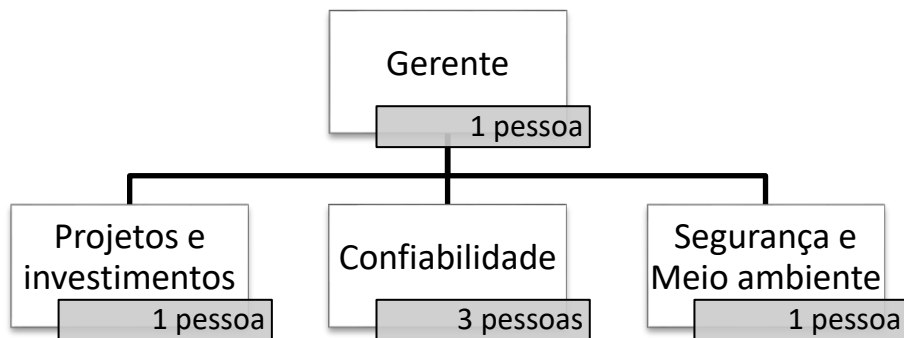
- ✓ Gerente;
- ✓ Projetos e investimentos;
- ✓ Confiabilidade;
- ✓ Segurança do trabalho e Meio ambiente.

A equipe era composta por seis pessoas e está representada na Figura 12.

O gerente, obviamente, comandava todos os membros da equipe. Projetos e investimento possuía a responsabilidade de gerenciar, desenhar e controlar os investimentos da

equipe. Confiabilidade era responsável por manter os equipamentos em bom estado e funcionando, trabalhando diretamente com a Manutenção de cada unidade e também responsável pela execução dos projetos. Por fim, Segurança e Meio ambiente os próprios nomes já dizem, a área era responsável por garantir a segurança dos funcionários e também cuidar da parte ambiental de todas as unidades.

Figura 12 - Antiga estrutura de engenharia corporativa da empresa



Nota-se que eram apenas seis pessoas fixas em uma cidade para gerenciar e executar toda a parte de engenharia de 11, na época, unidades espalhadas pelo Brasil.

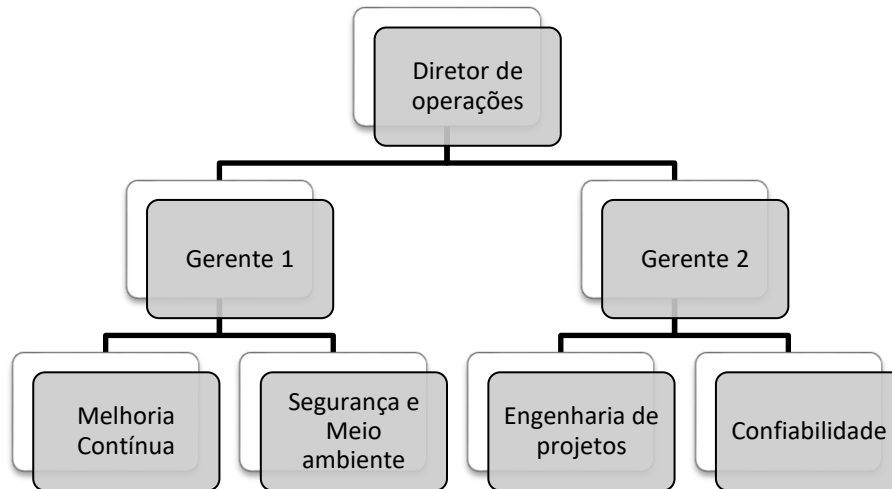
Mudanças nessa estrutura ocorreram quando um novo diretor assumiu o cargo da área de operações. Ele logo dividiu toda a equipe separando as áreas e colocando gerentes específicos e um coordenador para cada uma. Além disso, foi criada a área de Melhoria Contínua, onde foram contratados engenheiros de produção, engenheiros de processos e técnicos operacionais. A nova estrutura macro está apresentada na Figura 13. O diretor também gerencia as áreas de Qualidade e Controladoria, mas como estamos analisando a estrutura antiga da equipe de engenharia, elas não estão demonstradas na figura em questão

A equipe de engenharia corporativa passou de seis para 18 pessoas, onde a área em que mais se investiu foi a de Melhoria Contínua, área esta que é o ponto chave deste trabalho.

Como falado anteriormente, a área foi composta por:

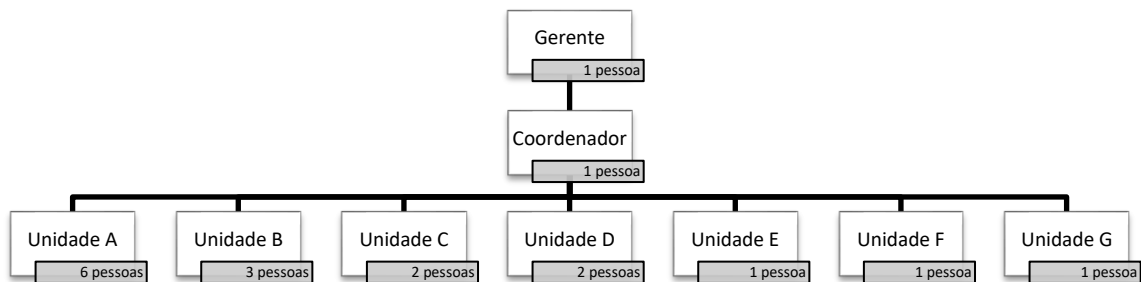
- ✓ Engenheiros de produção;
- ✓ Engenheiros de processo;
- ✓ Técnicos operacionais.

Figura 13 - Nova estrutura da equipe de engenharia



A equipe em sua totalidade é composta por 18 pessoas, representadas na Figura 14, e foram alocadas nas unidades maiores com a função de avaliar, propor melhorias e otimizar os processos a fim de diminuir os custos e gerar produtos com uma qualidade ainda melhor. Também, de estudar e analisar o comportamento atual do processo, identificando novas oportunidades de projeto ou remodelagem dos processos.

Figura 14 - Estrutura da equipe de Melhoria Contínua



As outras cinco unidades, por serem menores e com baixo volume de produção, não contaram com a adição de engenheiros. Contudo, tais unidades participam das ações de melhoria que são propostas pela equipe corporativa, sendo assim, auxiliadas pelos engenheiros.

A empresa também investiu em uma empresa de consultoria para auxiliar em sua jornada *Lean*.

Com “cabeças pensantes”, como a de engenheiros de produção e processos e também com o auxílio da consultoria, por meio de conceitos de *Lean Manufacturing*, a empresa atingiu expressivos resultados financeiros que serão detalhados ainda neste capítulo.

É válido explicar que existem diferentes tipos de ganhos para um projeto ou uma melhoria. Para Sordan (2017), eles são divididos em:

- ✓ Redução de Custo Fixo (*Cost Saving*);
- ✓ Redução de Custo Variável (*Cost Saving*);
- ✓ Fluxo de Caixa (*Free Cash Flow*);
- ✓ Aumento de Receita (*Incremental Revenue*);
- ✓ Aumento da Margem (*Incremental Margin*);
- ✓ Custo Evitado (*Cost Avoidance*);
- ✓ Aumento de Produtividade (*Incremental Productivity*).

Assim, a empresa a qual este trabalho analisa conseguiu ganhos em itens variados. Por exemplo, ganho de produtividade, nivelamento de recursos, reduções de custos fixos e variáveis, entre outros.

3.1.2 Segmentos e processos

Como adiantado no início da seção anterior, a empresa que este trabalho analisa trabalha com diversos segmentos de produtos, sendo eles representados pelo Quadro 4. Existe também a área de ração com medicamentos, mas como o foco do trabalho não está nessa área de atuação da empresa, ela será desconsiderada.

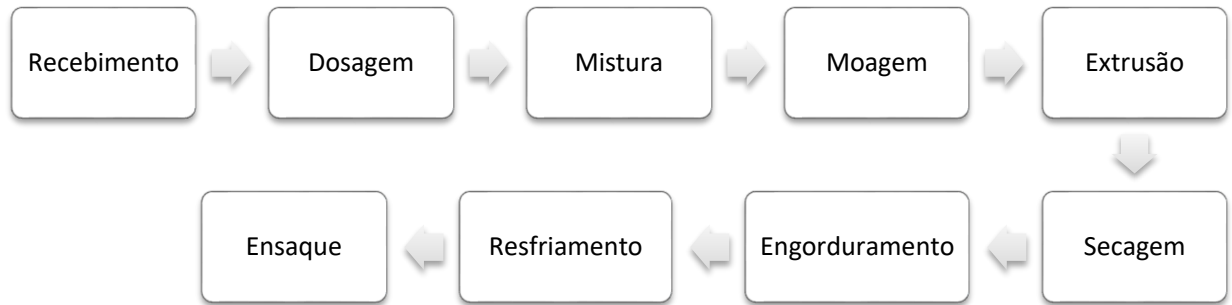
Quadro 3 - Segmentos de atuação

Segmento	Descrição
Extrusados	PETCare (Cachorros e gatos) e aquacultura (peixes)
Peletizados	Equinos, bovinos, suínos, aves e coelhos
Premix	Equinos, bovinos e aves
Multicomponente	Equinos atletas
Sal mineral	Bovinos e equinos

Os produtos extrusados são classificados por esta nomenclatura pois possuem o processo de extrusão como seu principal. Processo resumido na Figura 15. Além disso, como característica exclusiva deste segmento de produtos, existe o processo de engorduramento que

se faz necessário pela característica de seus consumidores, que necessitam de maior palatabilidade em seu alimento.

Figura 15 - Processo resumido de Extrusados



Os produtos peletizados, como os extrusados, possuem esta nomenclatura pois passam pelo processo de peletização como principal. O restante se mantém igual ou muito parecido ao segmento anterior. O processo resumido está representado na Figura 16.

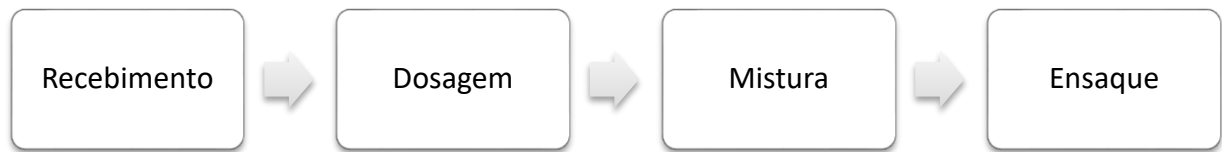
Figura 16 - Processo resumido de Peletizados



O segmento de premix o qual é composto pela mistura de micronutrientes para complementação da alimentação, normalmente minerais, vitaminas e aditivos, possui um processo bem mais simples, representado pela Figura 17.

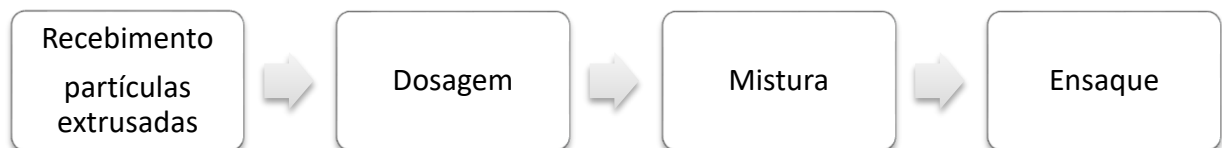
O sal mineral, que resumidamente, é um suplemento mineral indicado para suprir as carências de macro e microelementos, possui o processo bem similar ao de premix e também está representado pela mesma figura.

Figura 17 - Processo resumido de Premix



Por fim, os chamados produtos multicomponentes são uma combinação de partículas que juntas combinam nutrientes necessários para equinos atletas. O processo se inicia pelo recebimento de partículas já extrusadas, passando assim pelos mesmos processos dos extrusados até a extrusão propriamente dita. Após isto, são dosados, misturados e ensacados. Está representado pela Figura 18.

Figura 18 - Processo resumido de multicomponentes



3.2 Análise de resultados

3.1 Estratégia

A equipe de Melhoria Contínua seguiu, e ainda segue, uma lógica que passava por quatro unidades básicas em termos de estratégia, sendo elas representadas pela Figura 19.

Figura 19 - Estratégia da empresa em termos de Melhoria Contínua

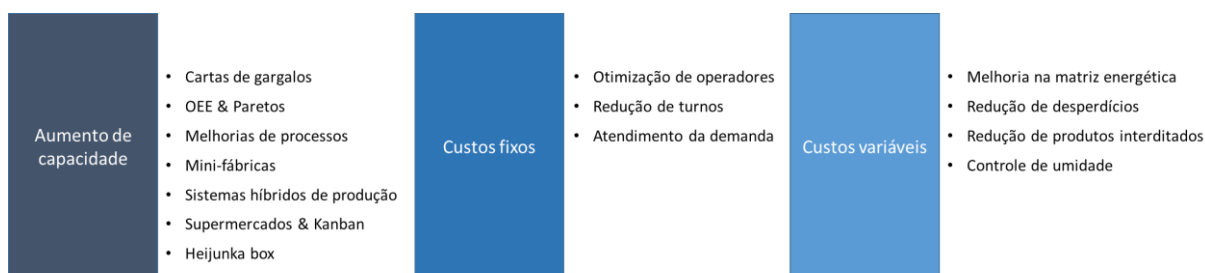


A lógica é bem simples. Ideias e iniciativas de melhorias são adicionados no chamado Pipeline de Ideias, que nada mais é que uma planilha que possui todas as ações que estão acontecendo e que podem acontecer futuramente. Por meio de *dashboards*, uma primeira

filtragem das ideias de melhoria são realizadas e podem ser aprovadas ou não. Se aprovadas, iniciam o processo de análise, dependendo de sua necessidade de investimento e engenharia. Projetos CAPEX (**Capital Expenditure**), quando necessário adquirir ou introduzir melhorias em ativos físicos, como, por exemplo, equipamentos, propriedades ou instalações, são analisados e projetados em conjunto a equipe de Engenharia de Projetos. Para projetos OPEX (**Operational Expenditure**), que se refere ao custo associado à manutenção dos equipamentos, gastos de consumíveis e outras despesas operacionais, os próprios engenheiros de melhorias realizam e conduzem as atividades necessárias.

As iniciativas de melhorias são normalmente de três tipos e estão representadas na Figura 20. Aumentos de capacidade, são realizados por meio de melhorias nos “equipamentos gargalos”, entendimento das principais paradas de equipamentos por meio de gráficos de Pareto e melhorias nos processos em geral.

Figura 20 - Tipos de iniciativas de melhoria



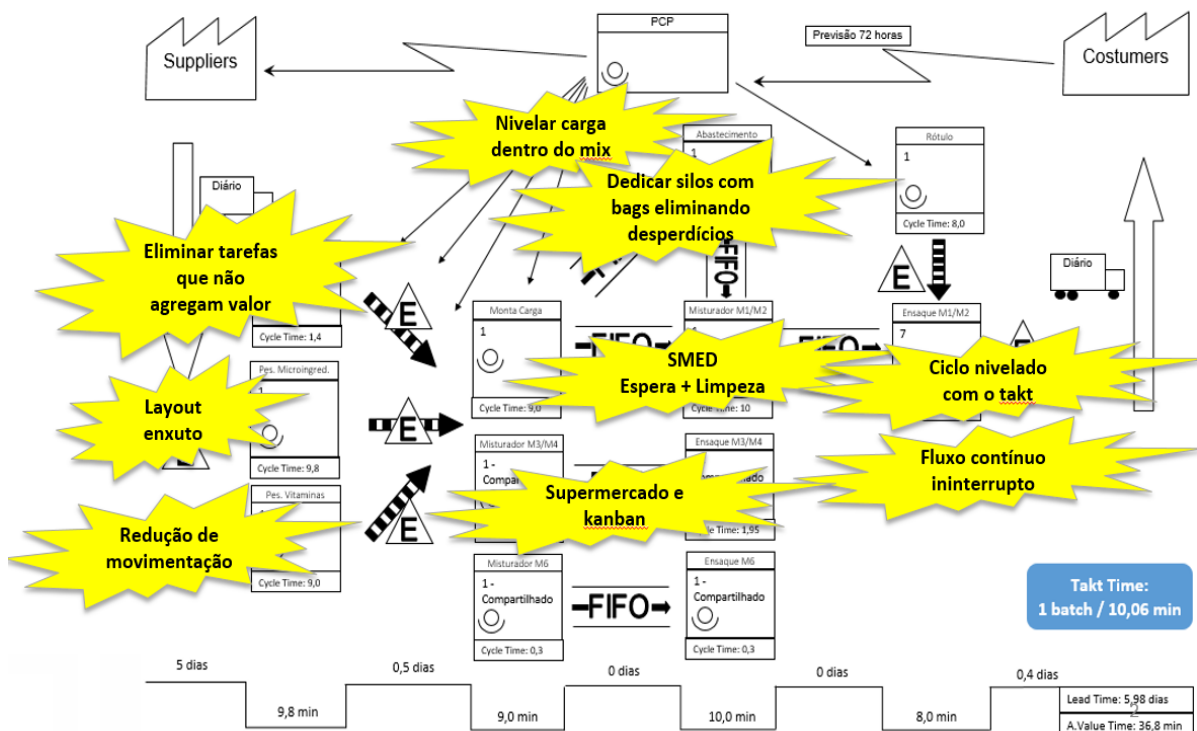
Redução de custos fixos são realizados por meio de otimizações de operadores que são feitos por balanceamentos das linhas de produção. Por outro lado, as reduções de custos variáveis são feitas buscando otimizar a matriz energética e desperdícios de produto.

Na parte de Implementação, é utilizada a metodologia A3. Metodologia esta que permite propor e acompanhar as melhorias dos processos sem perder de vista os resultados pretendidos como metas e alvos de desempenho. A estrutura de raciocínio permite deixar claro quais são os objetivos e requisitos da proposta, encontrar a causa raiz do problema e propor cursos de ação (propostas de mudança) com seu respectivo plano de implantação e medidas de controle para verificar se os resultados pretendidos estão sendo alcançados ou medidas de correção precisam ser tomadas. Também são utilizados Eventos Kaizens para melhorias específicas.

Por fim, a parte de Controle e Sustentabilidade é a parte para manter as melhorias implementadas na parte anterior sempre operantes. Para isso, são utilizados IT's (Instruções de trabalho) para padronização de procedimentos, gestão visual, auditorias, indicadores de performance e controle estatísticos.

Vale ressaltar que, para o início das melhorias, foram desenvolvidos mapeamentos de processos. Diagramas de processos e instrumentação foram criados e padronizados para todas as unidades e, para algumas, também foram feitos VSMS para o mapeamentos de fluxo de valor atuais e posteriormente para projetar situação futuras. Para exemplificar, a Figura 21 demonstra o projeto de uma mapa de processos com ideias de melhorias.

Figura 21 - Mapa de valor futuro



3.2 Ações específicas

3.2.1 Aumento de produtividade

Para ganhar produtividade, a empresa buscou primordialmente aumentar o OEE (*Overall Equipment Efficiency*) de seus equipamentos. Antes de detalhar os ganhos neste quesito, é válido explicar como este índice é calculado.

O OEE utiliza três critérios, sendo eles: disponibilidade, performance e qualidade.

O primeiro deles, disponibilidade, diz quanto tempo o equipamento produziu em relação ao tempo total disponível para produção. É calculado da seguinte maneira:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Tempo programado}} * 100\%$$

Performance representa o quão bem o equipamento produziu, enquanto estava produzindo, ou seja se a velocidade está de acordo com a planejada. É calculado como:

$$\text{Performance} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Produção teórica}} * 100\%$$

O último critério, qualidade, mede quantos itens dentro das especificações foram produzidos em relação ao total de itens produzidos, sendo calculado como:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade de itens ok}}{\text{Quantidade total de itens}} * 100\%$$

Por fim, todos os critérios são multiplicados, obtendo assim, o OEE de um determinado equipamento.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} * \text{Performance} * \text{Qualidade}$$

Obviamente a empresa buscou aumentar cada um dos critérios para, assim, aumentar seu OEE geral. Fazendo isso, os resultados foram impressionantes e estão resumidos na Tabela 1.

O volume cresceu nas diversas unidades em que as ações de melhorias foram utilizadas. Na unidade A por exemplo, houve um aumento de 51 kilotoneladas de produtos extrusados no ano, um aumento de 14%. Na unidade C, o aumento chegou a ser de 140% para a área de premix.

Tabela 1- Aumento de volume no ano fiscal 16/17 (julho/2016-junho/2017)

Unidade	Segmento	Aumento Kton/ano	Aumento OEE (%)
C	Premix	14	140
E	Peletizados	2,5	6
B	Peletizados	8	15
B	Extrusados	15	25
D	Multicomponentes	11	35
A	Extrusados	51	14

Na unidade A, também se realizou o projeto de um supermercado de matérias-primas para a área de premix. Para auxiliar a implementação da produção puxada, foram necessárias diversas mudanças e organização do setor, sendo necessário assim, a utilização do 5S. Para ilustrar, as fotos do antes e depois da implementação dessas melhorias estão na Figura 22. O quadro de cartões Kanban está representado pelo pontilhado em azul.

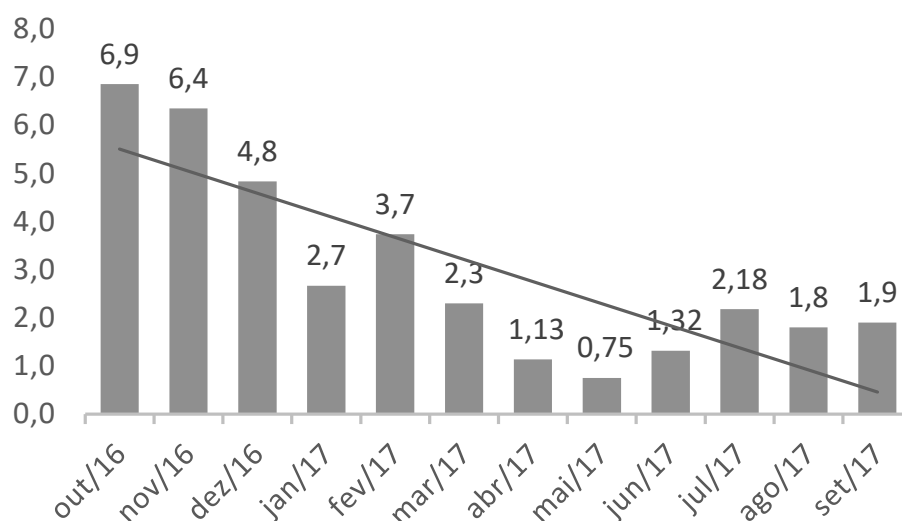
Figura 22 - Fotos antes e depois – Implementação Supermercado/5S



Os resultados também foram muito bons, pois conseguiu-se reduzir paradas de produção por falta de matéria-primas em 72% ao longo do último ano, como mostra a Figura 23.

Para a unidade B, também foi implementada a produção puxada por meio de um supermercado. Para esta unidade, conseguiu-se um aumento do volume de produtos extrusados de 15 kilotoneladas por ano, como indicado na Tabela 1.

Figura 23 - Redução falta de matéria-prima na área de Premix



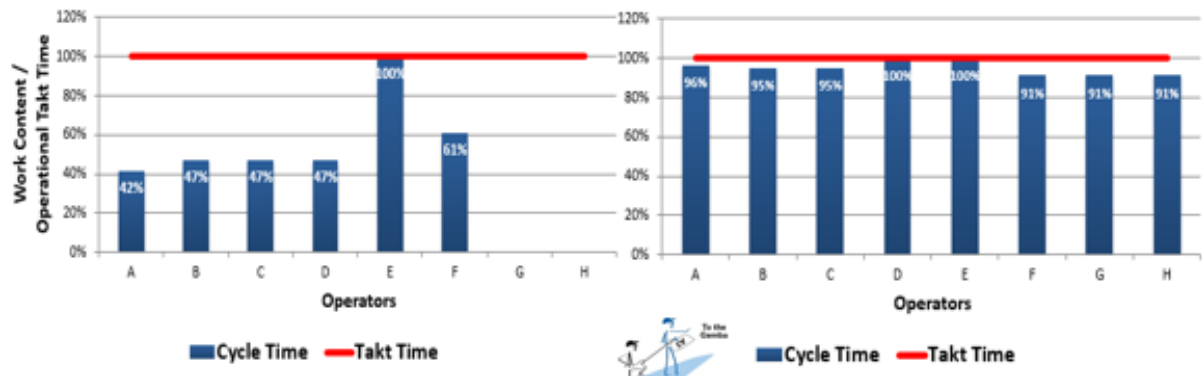
3.2.2 Redução custos fixos

Com relação aos custos fixos, que como falado anteriormente, são realizados por meio balanceamentos de linhas de produção, isto é, busca-se desenvolver ações eficazes para assegurar que a produção seja realizada de forma contínua e nivelada, isto sem desperdícios gerados pela produção de estoques intermediários e ociosidade causada por tempo de espera durante a produção. O balanceamento de linha de produção visa proporcionar o máximo de produtividade e eficiência mantendo o ritmo de trabalho adequado do processo produtivo.

Como exemplo desta implementação, a unidade C realizou o balanceamento ou nivelamento em sua área de premix. Ao analisar a situação atual da área, notou-se que existia uma alta ociosidade na linha com apenas um funcionário atendendo o *takt time*. Avaliou-se também, que a produção se dava por dois turnos, ou seja, a ociosidade era dobrada. Os engenheiros buscaram nivelar a produção de acordo com a *takt time* e conseguiram, assim, reduzir um turno de operação e ainda aumentar a produtividade. Os gráficos demonstrativos estão representados pela Figura 24.

Nota-se que os seis funcionários em cada turno se transformaram em oito em apenas um turno, reduzindo assim 33% de mão de obra. Além disso, devido à alta ociosidade, um aumento de 140% de produtividade foi alcançado, como mostrado na Tabela 1.

Figura 24 - Balanceamento da produção da linha de Premix



3.2.3 Redução custos variáveis

A redução de custos variáveis, como dito anteriormente, é feita buscando otimizar a matriz energética e desperdícios de produtos e matérias-primas. Neste item, não foram exatamente utilizadas ferramentas propriamente ditas de *Lean*, entretanto os engenheiros conseguiram economizar muito os recursos energéticos e de produtos ao longo do processo.

O processo de produção das rações necessita de alta utilização de vapor e gases. Sendo assim, por meio de otimizações no consumo destes itens, a empresa conseguiu seus maiores resultados financeiros.

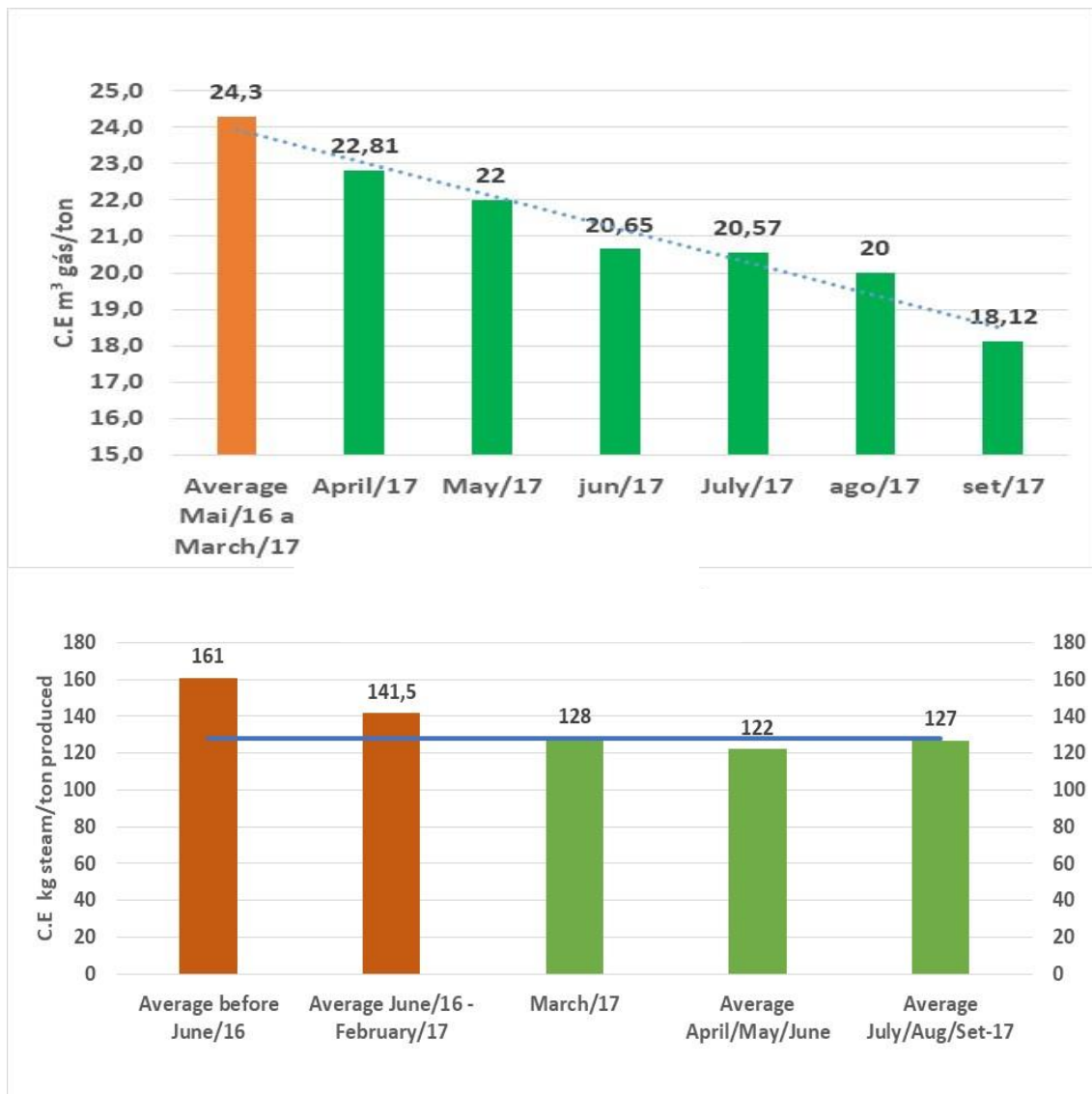
A unidade C, por exemplo, conseguiu enormes economias em seu consumo de gás, ilustrada pela Figura 25. Por meio de ações simples, como trocas de alguns equipamentos, troca de tubulações antigas da caldeira e também de purgadores (sistema que retira o ar condensado da linha de vapor), conseguiu-se uma redução de 52% de m^3 por tonelada produzida.

Figura 25 - Redução consumo de gás Unidade C



A unidade B também conseguiu uma grande redução de seu consumo de gás e também de vapor, ilustrada pela Figura 26. As ações foram bem parecidas com as da unidade C, pois as linhas de vapor foram isoladas por meio de purgadores, bem como tubulações antigas de gases e vapor sendo substituídas resultaram em reduções de consumo como na Figura 26.

Figura 26 - Redução consumo de gás e vapor unidade B



Com relação aos desperdícios de produto durante a produção, muitas ações também foram tomadas. A unidade que mais conseguiu redução foi A, sendo as principais ações sendo:

- ✓ Mapeamentos de desperdícios;
- ✓ Identificação dos pontos geradores
- ✓ Adequação sistemática de apontamentos;
- ✓ Melhorar qualidade e confiabilidade dos apontamentos;

- ✓ Padronização de trabalho;
- ✓ Levantamento necessidades de reparo;
- ✓ Melhorar processo de comunicação;
- ✓ Reaproveitamento no processo.

Devido as ações citadas, a redução de produtos desperdiçados caiu em 30% no último ano fiscal. Isto em todas as unidades.

3.2.4 Sustentabilidade

Para manter todas as melhorias operando como o projetado e o planejado, é necessário um alto nível de controle. Para isso, a empresa utiliza diversas abordagens.

A primeira delas é a padronização de procedimentos. Para isso, a empresa utiliza basicamente três ferramentas: a elaboração de *check lists* de partida de equipamentos, as ITs – Instruções de trabalho – e as LPU's – Lições de ponto único. O *check list*, como o próprio nome já diz, é listas com itens os quais os operadores devem seguir para realizar determinada tarefa.

A Instrução de Trabalho é um documento muito importante, que inclusive faz parte do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) ISO 9001, pois contém o modo correto de se executar uma determinada atividade. As instruções são bem visuais incluindo fotos e a empresa inclusive adicionou televisores com vídeos das tarefas a serem realizadas. Uma das instruções utilizadas na unidade B está representada pela Figura 27 e diz respeito a instruções referentes a partida, ou início, de uma máquina de ensacar automática. Repare que ela é realmente bem visual e direciona o operador para cada passo que o mesmo deve seguir.

Por fim, a Lição de Ponto Único seria como se fosse uma IT resumida em apenas um item ou ponto. Ela acaba sendo um mini treinamento passado da forma mais simples possível.


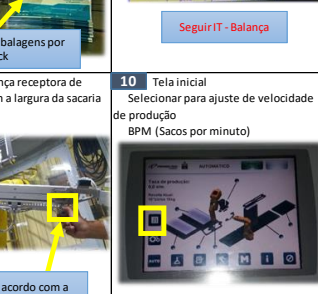
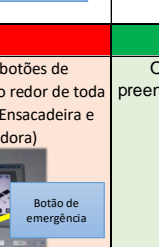
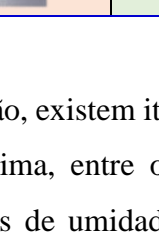

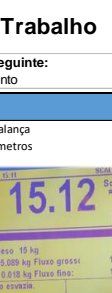


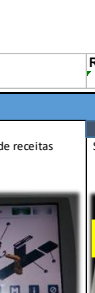

Todos estes três itens fazem com que os trabalhadores não percam o foco de cada passo necessário para o cumprimento da tarefa, fazendo com que a operação corra exatamente como os gestores projetaram.

Para manter o controle também, são utilizados indicadores padronizados para todas as unidades. Sendo assim, existe uma planilha, representado pela Figura 28, a qual engloba e resumi em apenas um local, todos os indicadores importantes das mais diversas áreas.

A planilha é dividida em quatro macro áreas. Sendo elas:

- *Production*
 - Indicadores de Produção
- *HQSE - Health Quality Safety Environment*
 - Indicadores de Saúde, qualidade, segurança e meio ambiente
- *Supply*
 - Indicadores de Suprimentos
- *Consumption*
 - Indicadores de Consumo

Figura 27 - Instrução de trabalho - Ensacadeira automática

Instrução de Trabalho																										
Título: Partida de célula robotizada	Máquina: Ensacadeira Premier Tech	Operação Anterior: Engorduramento	Operação Seguinte: Armazenamento	Código:	Revisão: 03	Página: 1 de 1																				
PROCEDIMENTO																										
1 Ligar a ensacadeira Apenas no painel traseiro  Antes de ligar a máquina, verificar IT-15 Limpeza/Manut auton Abrir registro de ar comprimido localizado atrás do painel traseiro	2 Ligar a Seladora Ajustar parâmetros  Seguir IT - Seladora	3 Sacaria Abastecer as três fileiras de sacarias  Acompanhar as superfícies Aprox. 100 embalagens por deck	4 Tela Balança Ajustar parâmetros  Seguir IT - Balança	5 Tela inicial Selecionar menu de receitas 	6 Tela inicial Selecionar menu de receitas 																					
7 Selecionar a receita desejada e aperte "AUTO" para voltar a tela inicial  Seguir a Tabela de Parâmetros	8 Ao selecionar a nova receita, um aviso surgirá na tela para ajuste da pinça  Seguir a Tabela de Parâmetros	9 Ajuste a pinça receptora de sacos de acordo com a largura da sacaria  Ajustar de acordo com a Tabela Padrão de Sacarias	10 Tela inicial Selecionar para ajuste de velocidade de produção BPM (Sacos por minuto) 	11 Selecionar a velocidade produção desejada  Primeiros 10 sacos: 3 a 5 sacos por minuto A partir do 11º saco: 10 a 15 sacos por minuto	12 Iniciar o ensaque (Segurar "Reset" por alguns segundos e apertar "Start")  Botão de Reset Lembrete: A máquina só iniciará quando os parâmetros selecionados na Seladora forem atingidos																					
SEGURANÇA			QUALIDADE																							
O colaborador deve utilizar todos os EPI's necessários para a área ou atividade. <table border="1" data-bbox="1149 324 1212 851"> <thead> <tr> <th>EPI's</th> <th>Utilização</th> <th>Descrição</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Capacete</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Protetor respiratório</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Bota com biqueira de aço</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Protetor auditivo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Luvas de proteção</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Óculos</td> </tr> </tbody> </table>			EPI's	Utilização	Descrição		X	Capacete		X	Protetor respiratório		X	Bota com biqueira de aço		X	Protetor auditivo		X	Luvas de proteção		X	Óculos	Existem botões de emergência ao redor de toda a máquina (Ensacadeira e Seladora)  Botão de emergência		
EPI's	Utilização	Descrição																								
	X	Capacete																								
	X	Protetor respiratório																								
	X	Bota com biqueira de aço																								
	X	Protetor auditivo																								
	X	Luvas de proteção																								
	X	Óculos																								
O operador da área deve realizar os procedimentos de verificação e preencher os formulários de qualidade anotando os resultados e ocorrências da produção. <p>Check lists de partida e acompanhamento Formulários necessários: Controle de Pesos de Ensaque - 05 FOM-PRO-003 Verificação de balanças - 05 FOM-PRO-008 Plano de Limpeza Mensal - 05 FOM-PRO-012</p>																										

Para os indicadores de produção, existem itens como quantidade produzida, quantidade expedida, OEE, faltas de matéria-prima, entre outros. Tudo isso dividido por segmento de produtos. Para HQSE, há indicadores de umidade, atividade de água (para o segmento de peixes), acidentes, reclamações e desperdícios de produtos. Para suprimentos, existem

indicadores basicamente de atendimento de pedidos e carregamentos. Por fim, para consumo, a planilha indica o consumo de energia elétrica, de gases e biomassa.

Para manter e controlar o desempenho industrial, a empresa em questão também utiliza a metodologia Kamishibai. O termo kamishibai tem como significado de “teatro de papel”, origem no século XII, era utilizado para educar crianças. As figuras desenhadas em papéis coloridos tinham como objetivo o ensinamento de forma simples de qualquer tipo de história (BASTOS, 2012). No *Lean manufacturing*, o Kamishibai é utilizado como uma ferramenta de gerenciamento para realizar auditorias dentro da empresa.

Figura 28 - Indicadores padrão



Os quadros de Kamishibai são usados como controle visual para a realização de auditorias, como citado acima. A lógica é fixar cartões no quadro dizendo se o item auditado está de acordo ou não, segundo o auditor. Especificamente na empresa analisada, existem cartões de duas cores em cada lado com uma pergunta dividida por área. Ao pegar o cartão o auditor, no caso sempre os gestores das áreas, análise a pergunta e ao final da auditoria o coloca no quadro com a cor verde para frente se o item está ok e com a cor vermelha se não está. Um dos quadros juntamente com um modelo de cartão de uma das unidades da empresa está representado pela Figura 29.

Os quadros são analisados todos os dias durante a Reunião de Gemba Board, a qual acontece pela manhã. Para cada item vermelho, não conforme, do quadro, um responsável pela sua adequação é nomeado juntamente com o prazo e o que exatamente será realizado. Ao final do prazo, a análise do item é verificada pelo gestor da unidade para validar a remoção da não conformidade no quadro.

Figura 29 - Quadro e cartões Kamishibai



Para manter os engenheiros com o domínio de todos os conceitos da produção enxuta, a empresa também disponibiliza, em parceria com uma empresa de consultoria, um curso EAD sobre *Lean Manufacturing*. Os engenheiros possuem metas para mês a mês completarem os diversos módulos do curso. Conversando com alguns engenheiros, notou-se que muitas ideias de melhoria acabaram saindo do EAD. Portanto, ele também se tornou uma ferramenta poderosa de auxílio e complementação de conhecimento em *Lean*.

3.3 Resultados financeiros

Devido a todo o aumento de produtividade e as reduções de custos alcançados, a empresa conseguiu enormes ganhos financeiros ao longo deste ano fiscal, que começou em julho de 2016 e foi até julho de 2017. Os ganhos são calculados como *savings*, que por sua vez é calculado da seguinte forma:

$$Saving = (Ganho\ mensal) * 12$$

Assim, consegue-se analisar sempre o ganho financeiro durante um ano ou durante um ano fiscal.

Como citado anteriormente, a organização conseguiu um expressivo resultado financeiro com a área de Melhoria Contínua. Seguindo a mesma divisão de atuação anterior de produtividade, redução de custos fixos e redução de custos variáveis, a economia ou o *saving* total chegou a 12,8 milhões de reais ou MBRL neste último ano fiscal. Para produtividade, o *saving* foi de 4,4 MBRL, custos fixos foi um pouco abaixo, mas chegou a 1,9 MBRL e, por fim, os custos variáveis tiveram um ganho de 6,5 MBRL. Para ilustrar, foi criado a Tabela 2.

Tabela 2 - Savings referentes a área de Melhoria Contínua

Atuação	<i>Saving</i> total (MBRL)
Produtividade	4,4
Custos fixos	1,9
Custos variáveis	6,5
TOTAL	12,8

Nota-se assim, que a área de Melhoria Contínua foi extremamente bem sucedida em suas operações.

4 CONCLUSÕES

As exigências dos consumidores e o crescimento dos concorrentes obrigam as empresas a sempre buscar melhorias em sua área industrial e administrativa. Atualmente, as empresas devem produzir seus bens e serviços e entregá-los exatamente quando o cliente desejar com um mínimo custo possível e, é claro, com a maior qualidade. Para atingir tais objetivos, as organizações estão realizando esforços consideráveis e recursos no sentido de promover a melhorias em seus processos de manufatura, a fim de garantir uma sólida posição no exigente mercado atual.

Diante deste quadro, nota-se que qualidade, tempo e custo são objetivos que devem ser alcançados de forma conjunta. Sendo assim, a empresa que este trabalho analisa investiu na área de Melhoria Contínua para utilizar a fundo a filosofia *Lean Manufacturing* como recurso.

O *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta ou *Lean Thinking* é filosofia que, por meio de princípios e ferramentas visa reduzir desperdícios, entregar maior qualidade de produtos e reduzir o tempo de entrega ao cliente. Em outras palavras é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço, menos equipamento, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam

Com relação a empresa analisada, por meio de investimentos na área de Melhoria Contínua, engenheiros foram contratados para adotar da filosofia *Lean*, utilizando seus princípios e ferramentas, a empresa alcançou ótimos resultados, que justificaram o investimento realizado.

Para aplicar a filosofia, uma estratégia foi criada a qual possuía quatro passos principais, sendo eles: pipeline de ideias, análise da melhoria, implementação e controle. Resumidamente, iniciativas de melhorias ou ideias são adicionadas ao pipeline pelos engenheiros e são analisadas pelos gestores. As melhorias, classificados em três tipos, sendo eles: aumento de produtividade, redução de custos fixos e redução de custos variáveis, podem ser aceitas ou descartadas, dependendo efetividade ou estar de acordo com a estratégia atual da empresa. Se aceitas, são implementadas e, por fim, controladas para sempre se manterem operacionais.

Pode-se perceber que as melhorias trazem consigo um princípio ou ferramenta *Lean*. Foram utilizados mapeamento de processos, o 5S, o takt time para nivelamento de operadores, produção puxada, padronizações, SMED, entre outras. Dessa forma, a organização conseguiu

ganhar produtividade e reduzir seus custos, tanto fixos como variáveis, obtendo um *saving* de 12,8 milhões de reais ao longo de um ano.

Entretanto, para que a implementação desta filosofia seja realizada de maneira efetiva, deve-se haver uma mudança de mentalidade, o que acaba se tornando uma tarefa complicada. Deve-se aplicar estratégias de envolvimento das pessoas, pois por meio da participação e colaboração de todos as mudanças podem acontecer de maneira eficiente e, muito importante, sustentável.

Por fim, pode-se concluir que a aplicação do *Lean Manufacturing* é primordial para qualquer empresa que busca se manter no mercado. Ela propicia substantivos ganhos em termos de desempenho, performance e qualidade que geram altos retornos financeiros para a organização.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. A. C. **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizando os Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor**. São Carlos, 2004. 176p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BALLÉ, M.; EVESQUE, B. **A casa STP é uma luz orientadora para a empresa que deseja iniciar sua jornada lean**. Lean Institute Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/453/a-casa-stp-e-uma-luz-orientadora-para-a-empresa-que-deseja-iniciar-sua-jornada-lean.aspx>>
- BARBOSA, M, A. **Tradoff em Célula de Produção: Simulação e Estudo de diferentes configurações com base nos conceitos da Manufatura Enxuta**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/producao-academica/tradoff-em-celula-de-producao-simulacao-e-estudo-de-diferentes-configuracoes-com-base-nos-conceitos-da-manufatura-enxuta/1156/>>
- BASTOS, C, B. **Aplicação de Lean Manufacturing em uma Linha de Produção de uma empresa do setor automotivo**. Trabalho de Conclusão de Curso – UNITAU. Taubaté. 2012.
- COSTA, L, B, M. **Lean Health em países em desenvolvimento: evidências de hospitais brasileiros**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- CHIEVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2ºed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FERRO, J, R. **Processo de gerenciamento A3. Liderança**, Michigan, v. 3, p.2 0-22, nov. 2009. Disponível em: <http://www.lean.org.br/comunidade/clipping/rev_lideranca.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.
- GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso na engenharia de produção: Um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2012.
- GUEDES, D, B. **A Aplicabilidade do Kanban e suas Vantagens Enquanto Ferramenta de Produção Numa Indústria Calçadista da Paraíba**. XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. São Carlos, SP, 12 a15 de outubro de 2010.
- HINES, P.; TAYLOR, D. (2000). **Going Lean: A guide to implementation**. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK.
- KOSAKA, G. **Fluxo Contínuo**. Lean Institute Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/366/fluxo-continuo.aspx>>
- LÉXICO LEAN (2003). **Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil.

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

MARCOS, J, A, B. **Lean Manufacturing: Ferramentas e Aplicações em Processos Produtivos e Transacionais.** Semana de Qualidade e Gestão. UNICAMP: Limeira, 2011.

REALI, L, P, P. **Aplicação da técnica de eventos Kaizen na implantação de produção enxuta: estudo de casos em uma empresa de autopeças.** 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RIANI, A, M. **Estudo de Caso: O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson.** 2007. 52f. Monografia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2001.

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

SILVA, D, C. et al. Redução de Tempo de Setup Durante a Troca de Produto em uma Indústria Alimentícia Utilizando a Ferramenta SMED. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. João Pessoa/PB, de 03 a 06 de outubro de 2016.

SHIMOKAWA, K.; FUJIMOTO, T. **O nascimento do lean: conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão.** Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHOOK, J. **Gerenciando para o Aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SOARES, H, T, M. **Mudança organizacional e seus impactos no comportamento dos indivíduos em uma organização do terceiro setor.** 2007. 169 f. Dissertação (Mestrado), Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo.

SORDAN, J. Treinamento Green Belt: Lean Six Sigma. FUNPEC, Ribeirão Preto. 2017.

SUGAI, M.; McINTOSH, R, I.; NOVASKI, O. **Metodologia de Shingeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso.** Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago. 2007.

WOMACK, J, P.; JONES, D, T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 13 ed. Rio de Janeiro, Campus, 2004. COLOCAR EDIÇÃO

WOMACK, J, P.; JONES, D, T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking.** 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman. 2005.