

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ANA PAULA HAYASHI

Um levantamento das práticas de Manufatura Enxuta em pequenas e médias
empresas no Brasil

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
São Carlos para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Miller Devós Ganga

**São Carlos-SP
2014**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

H413Lp

Hayashi, Ana Paula.

Um levantamento das práticas de manufatura enxuta em pequenas e médias empresas no Brasil / Ana Paula Hayashi. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
69 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Engenharia de produção. 2. Produção enxuta. 3. Survey. I. Título.

CDD: 658.5 (20^a)



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Rod. Washington Luís, Km. 235 - CEP. 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil
Fone/Fax: (016) 3351-8236 / 3351-8237 / 3351-8238 (ramal: 232)
Email : ppgep@dep.ufscar.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Ana Paula Hayashi

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 29/05/2014 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Gilberto Miller Devós Ganga
Orientador(a) PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Moacir Godinho Filho
PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto
EESC/USP

Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGE/UFSCar

Este trabalho é dedicado a todos os stakeholders em Lean Production.

AGRADECIMENTOS

Agradeço á Deus e ao mestre, amigo Jesus.

A minha família pelo apoio e amor incondicional.

Em especial, gostaria de agradecer o meu orientador pelo companheirismo e experiência de como foi conduzido à orientação.

Aos membros da banca examinadora pela valiosa contribuição ao trabalho.

A CAPES, pela bolsa de estudo recebida durante o mestrado.

Ao CNPq pelo fomento ao projeto de pesquisa.

A Hominiss Consulting pela oportunidade e apoio em cursar o Programa de Treinamento em *Lean Production*.

Aos funcionários do PPGEP e todos os meus amigos pelo companheirismo, amizade e alegria no dia a dia.

“Sempre que houver um produto para um cliente, haverá um fluxo de valor. O desafio consiste em enxergá-lo.”

Mike Rother e John Shook

RESUMO

Os estudos qualitativos mostram que a implementação da Manufatura Enxuta em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) é realizada de maneira informal. Dentro deste contexto, o objetivo principal deste trabalho é investigar as práticas mais utilizadas de Manufatura Enxuta que estão sendo implementadas dentro das empresas da PMEs brasileira. Além disso, este trabalho também tem como objetivo apresentar como é a Manufatura Enxuta na visão das PMEs no Brasil. O método de pesquisa utilizado neste trabalho foi uma *survey* exploratória. Os resultados mostram que as empresas estudadas utilizam práticas de forma fragmentada, não tendo uma visão holística da Manufatura Enxuta, que é considerado como sendo uma das partes mais importantes de tal filosofia. Isto representa uma oportunidade para as empresas estudadas.

Palavras-chave: práticas de manufatura enxuta; *survey*; pequenas e médias empresas.

ABSTRACT

Qualitative studies show that Lean Manufacturing implementation in Small and Medium Enterprises (SME) is performed in an informal way. Within this context, the main goal of this paper is to investigate the most commonly used Lean Manufacturing practices that are being implemented within Brazilian SME's companies. In addition, this paper also aims at presenting what is lean manufacturing in the view of SME in Brazil. The research method used in this paper was an exploratory survey. The results show that the studied companies use practices in a fragmented way, not having a holistic view of lean manufacturing which is considered as being one of the most important part of such philosophy. This represents an opportunity for the studied companies.

Keywords: *lean manufacturing practices; survey; small and medium enterprises.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 O Sistema <i>Andon</i> - linha de montagem manual.....	25
Figura 2 Comprometimento exigido pela Alta Gerência	28
Figura 3 Representação esquemática dos passos seguidos durante o desenvolvimento e validação da escala.....	32
Figura 4 Mapeamento conceitual e empírico validado.....	33
Figura 5 Etapas de execução de um levantamento do tipo <i>survey</i>	43
Figura 6 Característica da empresa	45
Figura 7 Caraterística do respondente	45
Figura 8 Modelo Estrutural	53
Figura 9 <i>Bootstrapping</i> do Modelo	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Correlações, confiabilidade e validade discriminante amostra total (n = 280) *.....	35
Tabela 2 Teste de Friedman (ANOVA) e Kendall Coeficiente de concordância.....	48
Tabela 3 Medidas de qualidade estatística para o modelo estrutural por PLS	50
Tabela 4 Redução das variáveis e validade	51
Tabela 5 <i>Spearman</i> correlação entre os constructos de Manufatura Enxuta	52
Tabela 6 Indicadores de qualidade estatística do modelo.....	54
Tabela 7 Cargas Cruzadas	55
Tabela 8 Análise de Significância dos relacionamentos do modelo estrutural	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Categorias de desperdícios na ME	19
Quadro 2 Práticas de Manufatura Enxuta e sua descrição	33
Quadro 3 Práticas de Manufatura Enxuta e itens de medição	34
Quadro 4 Requisitos dos tipos de <i>Surveys</i>	42
Quadro 5 Práticas de Manufatura Enxuta	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4Ps	Filosofia; processos; pessoas/parceiros e solução de problemas
5S	<i>Seiri; seiton; seiso; seiketsu e shitsuke</i>
A3	Relatório em uma única folha de papel
ATO	<i>Assemble to order</i>
AVE	Média da variância extraída
BRI	Brasil, Rússia, Índia e China
CR	Confiabilidade Composta
CUSTINV	Envolvimento do cliente
EMPINV	Participação dos trabalhadores
ETO	<i>Enginnering to order</i>
FIFO	<i>First in, first out</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JIT	<i>Just-in-Time</i>
ME	Manufatura Enxuta
MTO	<i>Make to order</i>
MTS	<i>Make to stock</i>
MV	Número de itens por constructo
PDCA	<i>Plan, do, check, action</i>
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PLS	Método dos Mínimos Quadrados Parciais
SEM	Modelagem de Equações Estruturais
SPC	Controle Estatístico de Processo
SUPPDEVT	Desenvolvimento de fornecedores
SUPPFEED	<i>Feedback</i> fornecedor
SUPPJIT	JIT entrega pelos fornecedores
TMC	<i>Toyota Motor Company</i>
TPM	Manutenção Produtiva Total
STP	Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA.....	15
1.2 PROBLEMA E OBJETIVO DA PESQUISA	17
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
CAPÍTULO 2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 MANUFATURA ENXUTA E O CONCEITO DE DESPERDÍCIO.....	18
2.2 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA	20
2.2.1 PRINCÍPIO 1	21
2.2.2 PRINCÍPIO 2.....	22
2.2.3 PRINCÍPIO 3.....	23
2.2.4 PRINCÍPIO 4.....	23
2.2.5 PRINCÍPIO 5.....	24
2.2.6 PRINCÍPIO 6.....	25
2.2.7 PRINCÍPIO 7.....	26
2.2.8 PRINCÍPIO 8.....	27
2.2.9 PRINCÍPIO 9.....	28
2.2.10 PRINCÍPIO 10.....	29
2.2.11 PRINCÍPIO 11.....	29
2.2.12 PRINCÍPIO 12.....	30
2.2.13 PRINCÍPIO 13.....	30
2.2.14 PRINCÍPIO 14.....	30
2.3 MÉTODO PROPOSTO POR SHAH E WARD	31
2.4 LEVANTAMENTO (<i>SURVEY</i>) DAS PRÁTICAS DE MANUFATURA ENXUTA NAS EMPRESAS	36
2.5 PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS NO BRASIL.....	39

CAPÍTULO 3 MÉTODO DE PESQUISA	40
3.1 DETERMINAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA	40
3.2 O MÉTODO DE PESQUISA SURVEY	41
3.2.1 Dados do procedimento de coleta e amostra	44
3.2.2 Medidas adotadas como instrumento de pesquisa	45
3.2.2.1 Informação da Empresa e do Respondente.....	45
3.2.2.2 Práticas de Manufatura Enxuta.....	46
3.2.3 Análise dos dados	47
CAPÍTULO 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	48
4.1 PRÁTICAS DE MANUFATURA ENXUTA DAS PMES NO BRASIL: IMPLEMENTAÇÃO	48
4.2 MANUFATURA ENXUTA NAS PMES NO BRASIL: CONCEITO.....	49
CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A - Questionário da Pesquisa	67

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

Segundo Lander e Liker (2007), a *Toyota Motor Company* (TMC) começou a chamar a atenção, após a primeira crise do petróleo na década de 1970, quando as empresas perceberam que a Toyota sofreu menos durante a crise e se recuperou muito mais rápido do que seus concorrentes. Algumas das características do STP foram identificadas como produção *Just-in-Time* (sistema puxado, fluxo contínuo e nivelamento) e *jidoka* (autonomação) (LIKER, 2004).

No início da década de 1990, Womack, Jones e Roos (1990) introduziram o termo "*lean*", como o novo paradigma de produção. Womack e Jones (2003) definem o termo "*lean*" como uma maneira de fazer cada vez mais com menos, ou seja, menos esforço humano, menos equipamento, em menos tempo e menos espaço, alinhado sempre as necessidades dos clientes.

A Manufatura Enxuta (também conhecida como Produção Enxuta, *Lean Production* ou simplesmente *lean*) é reconhecida como um dos conceitos mais importantes para o aumento de competitividade das empresas (LIKER, 2004).

Originado da indústria automobilística, a implementação de diversas práticas enxutas têm apresentado um impacto profundo em uma ampla gama de indústrias, desde indústrias de fundição (SAHOO et al., 2008) às indústrias de processo (ABDULMALEK; RAJGOPAL, 2006), dentre outras.

Neste trabalho os termos Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2004), Produção Enxuta serão tratados como termos análogos para representar a Manufatura Enxuta (WARD; ZHOU, 2006).

A Manufatura Enxuta é considerada uma filosofia de gestão da produção e operações que reúne um conjunto de princípios, práticas e ferramentas cujo objetivo central é eliminar desperdícios presentes nos processos das empresas (OHNO, 1997; WOMACK; JONES, 1998; SLACK, CHAMBERS; JOHNSTON, 2002; ROTHER; SHOOK, 2003 e NASAB, BIOKI; ZARE, 2012).

Originado no Japão pela Toyota e disseminada para os EUA e Europa a Manufatura Enxuta tem sido aplicada nos países em desenvolvimento, exemplo: Indonésia (NAWANIR et al., 2013), Índia (ESWARAMOORTHY et al. , 2011), Malásia (NORDIN et al., 2010) e Tailândia (RAHMAN et al. , 2010). No Brasil, muitas empresas têm

implementado as práticas da Manufatura Enxuta, mas são poucos os trabalhos (FORRESTER et al., 2010) que visam avaliar a implementação destas práticas.

De acordo com Bonavia e Marin (2006), há um encantamento no desenvolvimento de pesquisas de implementação de Manufatura Enxuta em países que têm sido muito pouco estudados até agora.

Embora exista pesquisa sobre os chamados países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), quase nada se sabe sobre a situação das PME's, portanto, há uma necessidade de se realizar mais pesquisas, especificamente, em pequenas empresas de manufatura particularmente em economias em rápido crescimento, como os países supracitados (THÜRER et al. 2013).

Este trabalho tem como objetivo preencher esta lacuna, ou seja, investigar o as práticas mais utilizada da Manufatura Enxuta que estão sendo implementadas pelas pequenas e médias empresas brasileiras. Além disso, este trabalho também tem como objetivo apresentar o que é Manufatura Enxuta na visão das PMEs no Brasil.

As pequenas e micro empresas respondem por 53,4% do PIB no setor de comércio. No PIB da Indústria, a participação das micro e pequenas (22,5%) já se aproxima das médias empresas (24,5%). E no setor de Serviços, mais de um terço da produção nacional (36,3%) têm origem nos pequenos negócios (SEBRAE, 2014).

De acordo com o Sebrae (2014) os pequenos negócios na economia brasileira representam para a economia do Brasil:

- 27% do PIB;
- 52% dos empregos com carteira assinada;
- 40% dos salários pagos;
- 8,9 milhões de micro e pequenas empresas.

Já em relação às pequenas e médias empresas brasileiras estas representam 20% do PIB, são responsáveis por 60% dos 94 milhões de empregos no país (PORTAL BRASIL, 2012).

Além disso, não é apenas o valor econômico, mas também a importante função que essas empresas desempenham na economia, ou seja, abastecendo os pequenos mercados e prestando serviços que antes eram negligenciadas pelas grandes empresas. Desta forma, as pesquisas sobre PMEs são considerados extremamente importantes para o

crescimento do país e não devem ser negligenciadas (PERES; STUMPO, 2000; MOREIRA, 2007).

1.2 PROBLEMA E OBJETIVO DA PESQUISA

Baseado na contextualização anterior foram propostas as seguintes questões a serem respondidas com a realização desta pesquisa:

Quais são as práticas enxutas utilizadas pelas PMEs no Brasil?

Qual a visão das práticas da Manufatura Enxuta nas PMEs brasileiras?

A partir desta questão foi delineado o seguinte objetivo central da pesquisa:

Descrever as práticas de manufatura enxuta utilizadas pelas PMEs brasileiras.

Além disso, este trabalho tem como objetivo específico:

Mensurar o que é Manufatura Enxuta na visão das PMEs no Brasil.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta uma revisão de literatura em Manufatura Enxuta e também pesquisas que investigam a implementação de práticas enxutas em outros países; o Capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no estudo; No Capítulo 4 é realizada a apresentação e discussão dos resultados. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões do estudo realizado. São apresentados ainda as referências utilizadas na pesquisa e o questionário de pesquisa.

CAPÍTULO 2 REVISÃO DE LITERATURA

Será apresentado neste capítulo o que é Manufatura Enxuta e desperdício na produção baseado nos princípios da filosofia *lean*. Foram objeto de análise a demonstração dos catorze princípios da ME proposto por Liker. Em sequência, serão apresentados o levantamento das práticas de Manufatura Enxuta implementados em outros países.

2.1 MANUFATURA ENXUTA E O CONCEITO DE DESPERDÍCIO

O nascimento da Manufatura Enxuta (ME) no mundo ocorreu na fábrica de automóveis da Toyota, no Japão, no século XX. A Toyota definiu essa forma de abordar a produção de Sistema Toyota de Produção (STP), também denominado de Produção/Manufatura Enxuta ou *Lean Production/Manufacturing* (WOMACK; JONES, 1998).

Conforme comentado no primeiro capítulo esta pesquisa utilizará o termo Manufatura Enxuta para representar quaisquer denominações associada ao STP.

A Manufatura Enxuta consiste em uma filosofia de gerenciamento de trabalho para atender os clientes no menor tempo possível, na mais alta qualidade e com o menor custo possível (OHNO, 1997).

Já Womack e Jones (1998) a definem como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.).

Para Corrêa e Gianesi (1993), a Manufatura Enxuta é um sistema "ativo", na medida em que não assume passivamente a estabilidade de metas e variáveis de desempenho, incentivando o questionamento e o melhoramento contínuo das características de processo, apoiados no princípio da eliminação de desperdícios.

O desperdício pode ser entendido como toda atividade que consome algum tipo de recurso, e não agrega qualquer valor ao processo ou cliente (OHNO, 1997). Eles estão ocultos nos sistemas produtivos. Para evitá-los, deve-se compreender por completo o que são e suas causas (LIKER, 2004).

Para tanto, Ohno (1997), classifica-os em sete grandes categorias, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 Categorias de desperdícios na ME

Desperdício	Descrição
superprodução	provém, em geral, de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamentos, induzindo à produção de grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre as necessidades (demanda) e a produção, em termos de quantidades e momentos; grandes distâncias a percorrer com o material, em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para movimentação, entre outros. Desse modo, a filosofia Enxuta sugere a produção somente do necessário em cada momento e, para isso, que se reduzam os tempos de <i>setup</i> , que se sincronize a produção com a demanda, que se compacte o layout da fábrica, e assim por diante;
espera	resulta na formação de filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação deste tipo de desperdício;
transporte	encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso;
processamento	é comum que os gerentes se preocupem em como fazer algo mais rápido, sem antes questionar se aquilo deve realmente ser feito. Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessários para produzir determinado produto. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato a investigação e eliminação;
movimentação nas operações	aqui, justifica-se a importância das técnicas de estudo de tempos e métodos, pois a Manufatura Enxuta é um enfoque essencialmente de "baixa tecnologia", apoiando-se em soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Ainda que se decida pela automação, devem-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar. Caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício;
produzir produtos defeituosos	produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros;
estoque	significa desperdícios de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduz-se, por consequência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os <i>lead-times</i> de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos.

Fonte: Ohno (1997).

Para se atingir o objetivo central da ME, ou seja, eliminar desperdícios (WOMACK; JONES, 1998), é necessário que a empresa desenvolva, difunda e internalize um conjunto de filosofias, princípios, práticas e ferramentas, entre outras denominações, que serão tratadas neste texto “Princípios da Manufatura Enxuta”. O entendimento destes princípios possibilitará posteriormente definir as práticas de manufatura enxuta a serem definidas como modelo teórico-conceitual desta pesquisa.

2.2 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Esta seção se faz necessária para abordar conceitualmente os princípios e práticas da Manufatura Enxuta adotados pelas empresas.

Posteriormente, quando da definição do modelo teórico-conceitual, ou seja, da adoção de uma escala já validada em outras *surveys*, será utilizado o termo padrão “práticas de Manufatura Enxuta”.

Para compreensão dos *Princípios da Manufatura Enxuta* utilizou-se como referência o trabalho de Liker (2004), que abrange os 14 princípios do STP.

O Trabalho de Liker (2004) é resultado de um estudo de 20 anos da Toyota realizado no *Japan Technology Management* pelo Programa da Universidade de Michigan.

O autor define os princípios de gestão da Manufatura Enxuta como:

- a) Princípio 1: Basear as decisões de administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;
- b) Princípio 2: Criar um fluxo de processo contínuo;
- c) Princípio 3: Usar sistemas puxados para evitar superprodução;
- d) Princípio 4: Nivelar a carga de trabalho (*heijunka*);
- e) Princípio 5: Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa;
- f) Princípio 6: Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários;
- g) Princípio 7: Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto;
- h) Princípio 8: Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos;
- i) Princípio 9: Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho e que ensinem os outros;
- j) Princípio 10: Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa;
- k) Princípio 11: Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os a melhorar;
- l) Princípio 12: Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (*genchi genbutsu*);
- m) Princípio 13: Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções; implementa-las com rapidez;

n) Princípio 14: Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*).

As próximas seções detalham, sucintamente, os princípios da Manufatura Enxuta descritos por Liker (2004).

2.2.1 Princípio 1: Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;

Segundo Jim Press, vice-presidente da Toyota a finalidade do dinheiro não é vencer como empresa e sim com a finalidade de reinvestir no futuro para continuar a fazer isso e ainda contribuir para a sociedade.

Isso não quer dizer que a redução de custo não seja prioridade da empresa. Eles trabalham com a missão filosófica de elevar a empresa no longo prazo. Para eles a empresa é um organismo vivo, que nutre a si próprio, constantemente protegendo sua prole de forma que possa crescer e fortalecer. O ponto de partida de empresa é gerar valor para os clientes, a sociedade e a economia.

Fazendo a coisa certa para os clientes.

A Toyota procura satisfazer os clientes com produto de qualidade para isso o processo de aprendizagem deve-se por meio de pessoas que não estavam apenas para guiar o desenvolvimento da empresa, mas também para o desenvolvimento das pessoas.

Construir confiança com os funcionários. No início da década de 1980, a Toyota firmou um joint venture com a GM, a NUMMI (*New United Motor Manufacturing*). Nesse período ensinaram a GM os princípios do Sistema Toyota de Produção, eles fizeram isso porque a GM na época era a maior indústria de automóvel do mundo e estava com dificuldade nas operações de produção, a Toyota ajudou com objetivo de elevar o nível de produção na GM, pois dessa forma, estaria ajudando a sociedade e a comunidade local com a geração de empregos. A Toyota fez isso como forma de gratidão pelos EUA ter ajudado o Japão a reconstruir o país após a segunda guerra mundial.

Não deixar que as decisões administrativas destruam a confiança mútua. A Toyota compreende a necessidade de manutenção dos empregos dos seus colaboradores. Para a empresa, os funcionários satisfeitos com o emprego produzem com mais qualidade e eliminam as perdas no processo e é isso que impulsionam os lucros no longo prazo.

Usar a autoconfiança e a responsabilidade para decidir seu destino. Agir com autoconfiança e acreditar na capacidade de resolver os problemas, através de aceitar as responsabilidades pela conduta e pela manutenção e aperfeiçoamento das habilidades que possam acréscimo de valor.

2.2.2 Princípio 2: Criar um fluxo de processo contínuo;

O fluxo geralmente proporciona um aumento de qualidade ao produto, pois quando tentamos obter o fluxo unitário de peças também colocamos em práticas inúmeras ações para eliminar as perdas. Exemplo de benefícios de fluxo unitário (LIKER, 2004):

1. Acrescenta qualidade: aqui cada operador é um inspetor e trabalha para resolver qualquer problema em sua estação de trabalho antes de passa-lo para a próxima, porém se não forem detectado os defeitos e passar adiante eles rapidamente serão diagnosticados e corrigidos;

2. Criar flexibilidade real: equipamentos mais flexíveis que possa atender a demanda do cliente conforme a suas necessidades;

3. Cria maior produtividade: em uma célula de fluxo unitário de peças há muito pouca atividade sem agregação de valor, com deslocamento de materiais é fácil perceber o que está ocioso e muito ocupado, dessa forma, é fácil calcular o que agrega valor e perceber quantas pessoas são necessárias para atingir certa produção;

4. Libera espaço: em célula tudo fica perto e pouco espaço é ocupado pelo estoque;

5. Aumenta a segurança: Adoção de lotes menores significa eliminar as empilhadeiras que são fontes de acidentes;

6. Estimula a moral: no fluxo unitário de peças as pessoas executam mais trabalhos com agregação de valor o que proporcionam um senso de realização e satisfação no emprego;

7. Reduz o custo com o estoque: libera o capital para outros investimentos quando ele não esta sendo investido em estoques.

Como foi dito anteriormente, o fluxo contínuo elimina a formação de estoques em processos e espera por lotes. Para um melhor aproveitamento do fluxo contínuo recomenda-se o uso do *layout* celular, pois elimina a movimentação desnecessária dos operários e peças.

O objetivo da Manufatura Enxuta é tornar o fluxo contínuo para eliminar o desperdício (movimento e espera) na produção, caso isso não seja possível de ser utilizada recomenda-se utilizar neste caso específico o Sistema de Produção Puxada.

2.2.3 Princípio 3: Usar sistemas puxados para evitar superprodução;

Utilizar o Sistema Puxado para minimizar o estoque em processo e o armazenamento. Oferecer aos clientes somente o que desejam através do *just-in-time* (Liker, 2004).

De acordo com Dennis (2008) existem três tipos de Sistemas Puxados:

- Sistema Puxado - tipo A;
- Sistema Puxado – tipo B;
- Sistema Puxado – tipo C.

Dentre os três tipos de Sistemas Puxados o mais difundido é o tipo A, também conhecido como sistema de reposição; sistema puxado com supermercado. Este tipo de sistema exige reabastecimento de produtos ou peças. O cartão kanban fornece autorização de produção e a sequência através da caixa *heijunka*¹ (DENNIS, 2008).

Os sistemas do tipo B são usados quando existe baixa frequência do pedido e o *lead time* do cliente é alto (exemplo: produtos customizados). O fluxo do trabalho ocorre sequencialmente através do fluxo FIFO (*first in, first out*). Os *kanbans* fornecem autorização e a sequência de produção através de uma caixa *heijunka* do tipo B (DENNIS, 2008).

De acordo com Dennis (2008, p. 103) “os sistemas do tipo C é uma combinação dos tipos A e B funcionando paralelamente”.

2.2.4 Princípio 4: Nivelar a carga de trabalho (*heijunka*);

Segundo Liker (2004) atingir o nivelamento da produção é essencial para a e eliminar o desnivelamento (*mura*) que, por sua vez, é fundamental para a eliminação da sobrecarga (*muri*) e da perda (*muda*).

¹ Ferramenta utilizada para nivelar o mix de volume de produção, distribui o kanban em uma instalação em intervalos fixos. Também é conhecido como caixa de nivelamento (LÉXICO LEAN, 2003).

2.2.5 Princípio 5: Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa;

Baseado em foco no cliente, este princípio garante que o produto atenda às expectativas dos clientes em relação à qualidade de produto.

A Automação – denominado de *Jidoka*, ou seja, equipamento capaz de desligar automaticamente depois de detectado algum tipo de problema, desta forma, a qualidade na estação impede que o problema passe a diante. Este tipo de sistema é muito mais eficaz e onera menos do que a inspeção de peça por peça ou conserto posterior em função de problema na qualidade do produto (LIKER, 2004).

Automação é a força por trás da racionalização dos processos de fabricação para aumentar a competitividade e produtividade da empresa (Wadhwa, 2012).

Na Figura 1 é possível observar o sistema de *andon* de parada de linha em posição fixa em ação, ou seja, quando o operador da estação 4 acionar o *andon*, a estação mostrará a luz amarela, mas a linha continuará a funcionar. O líder de equipe tem um tempo suficiente para agir até que o veículo vá para a próxima estação, antes que o sinal fique vermelho e o segmento da linha seja automaticamente interrompido. É provável que isso leve no máximo 30 segundos em uma linha de montagem que produz um carro por minuto. Nesse período o líder de equipe poderá resolver o problema ou tomar alguma atitude que solucione enquanto o carro está sendo encaminhado para outra estação e então apertar novamente o botão para cancelar a interrupção (LIKER, 2004).

Figura 1 O Sistema *Andon* - linha de montagem manual



Fonte: Adaptado do Liker (2004).

Em relação às práticas de controle de qualidade. O JIT e o Controle de Qualidade Total (TQC) uniram a teoria à prática (CHASES, JACOBS; AQUILANO; 2006).

O TQC é a prática de construir qualidade no processo e não identificar a qualidade pela inspeção. Os funcionários são responsáveis pela qualidade dos seus próprios trabalhos, quando isso acontece o JIT funciona com força total, isto porque somente produtos de boa qualidade são puxados através do sistema e esta forma não há necessidade de ter estoque extra “*just in case*”. Uma base para a qualidade é o projeto do produto melhorado, ou seja, configurações-padrões do produto com poucas peças e peças padronizadas são elementos importantes no JIT (CHASES, JACOBS; AQUILANO; 2006).

2.2.6 Princípio 6: Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários;

Segundo o presidente da Toyota Sr. Cho a padronização da Toyota consiste basicamente em três elementos (LIKER, 2004):

1. *Takt-time* (tempo exigido para completar uma tarefa ao ritmo da demanda do cliente);
2. Sequência (sequência do processo ou a sequência da realização das atividades);

3. Estoque padronizado disponível (material necessário para que cada trabalhador possa realizar seu trabalho com perfeição).

Com base nesses três elementos é possível padronizar o trabalho e conseqüentemente aumentar a qualidade do produto.

A busca pelo atendimento ao cliente no menor tempo possível, na mais alta qualidade e com o menor custo possível, pode ser descrita como a busca da perfeição, e neste caso a ferramenta de *Kaizen* auxilia o alcance deste objetivo. A palavra *Kaizen* em japonês significa mudança para melhor, no ocidente ficou conhecida como melhoria contínua. É um conceito que parece ser bem simples, mas na prática as maiorias das indústrias têm dificuldade em conseguir. Isso porque a melhoria contínua exige o comprometimento de todos os envolvidos, ou seja, é um compromisso de melhorar persistentemente em todas as partes da organização desde o setor de *marketing*, vendas, engenharia, administração, comunicação, relação com o governo, qualidade, até o nível operacional (LIKER; FRANZ, 2011).

Para ajudar a alcançar o resultado esperado na melhoria contínua pode-se utilizar a abordagem do 5W, que consiste em identificar a causa-raiz do problema e corrigi-lo (LIKER, 2004).

2.2.7 Princípio 7: Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto;

De acordo com o *Lean Institute* Brasil (2009) a gestão visual é uma das principais práticas de apoio ao trabalho da liderança *lean*. A gestão visual permite a todos saberem como andam as coisas, sem precisar perguntar para alguém. Porém, muitas pessoas confundem gestão visual com “poluição visual”, aqui é importante ressaltar que são coisas totalmente diferentes, ou seja, a gestão visual possibilita entender e enxergar as anormalidades o mais próximo possível do local e momento em que acontecem e saber o que está sendo feito para corrigi-las.

A gestão visual pode ser definida como métodos e práticas que permitem realizar o *genchi genbutsu* (ver princípio 12), o “vá ver diretamente no local onde as coisas realmente acontecem com os seus próprios olhos”. Mas o que será que a liderança vai ver no *gemba* (?) provavelmente ver o trabalho padrão que consiste em atividades repetitivas que são projetadas (feitas para serem auditadas) para identificar situações anormais tais como: trabalho fora do padrão, estoques fora do padrão, níveis de entrega fora do padrão,

custos fora do padrão, nível de acidentes fora do padrão etc. E com isso identificar os *gaps* e desvios e estabelecer as ações corretivas (*LEAN INSTITUTE BRASIL*, 2009).

De acordo com Galsworth (1997) nas indústrias de manufaturas que utilizam as técnicas da gestão visual o local de trabalho é um ambiente auto-organizado e auto-explicativo e proporciona um *feedback* ao funcionário de tudo que está acontecendo em sua volta possibilitando, desta forma, agir rápido para eliminar qualquer tipo de anomalia na produção.

O gerenciamento visual no Sistema Toyota de Produção pode-se: por *kanban*², *andon*³, sinalização no chão, gabarito com indicado visual, diagramação da ficha de identificação, carrinho de abastecimento.

De acordo com Guerra (2008) a gestão visual é também utilizada no controle total da qualidade para alertar anormalidade no processo, ela pode ser utilizada de várias formas, uma delas é alertar os operários para tomar cuidado para que não aconteça nenhum acidente fatal. Exemplo: aviso de “perigo, não ligue, há gente trabalhando neste equipamento”.

E para manter a organização do ambiente de trabalho, o 5S é a ferramenta mais utilizada dentro do contexto da Manufatura Enxuta, e consiste em uma maneira de organizar e gerenciar o espaço de trabalho com o propósito de melhorar a eficiência através da eliminação de materiais não mais usados, melhorando o fluxo de trabalho e mitigando os processos desnecessários (DENNIS, 2008).

Os 5S são palavras-chaves que começam todas com “S” em japonês são elas: *seiri* (organização); *seiton* (arrumação); *seiso* (ato de limpar), *seiketsu* (o estado de limpeza) e *shitsuke* (a prática da disciplina) (SHINGO, 2003).

2.2.8 Princípio 8: Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos;

² Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) o termo *kanban*² é muitas vezes utilizado erroneamente como sendo equivalente a “planejamento e controle do JIT” ou ainda para todo o JIT, que é considerado um equívoco ainda maior. O certo seria estas pessoas dizer que o *kanban* é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado.

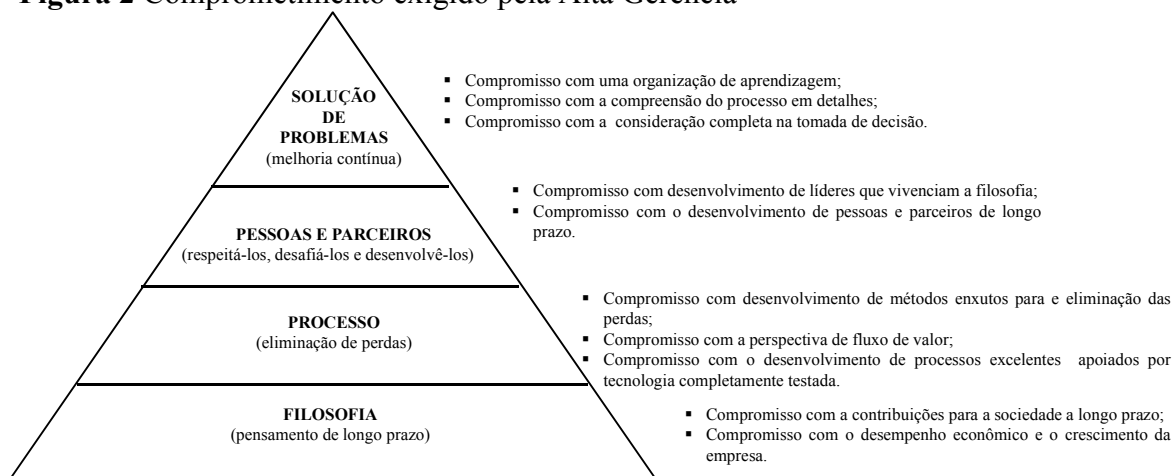
³ De acordo com Kamada (2013) o *andon* é uma poderosa ferramenta que identifica quando ocorre algum tipo de anormalidade na produção. Em japonês significa “lâmpada”, é um placar luminoso com números que correspondem às estações de trabalho ou máquinas.

Na Toyota, adoção de nova tecnologia deve apoiar as pessoas, processos e valores. A nova tecnologia só é inserida no sistema produtivo só depois de ter sido aprovada na área piloto e analisada se esta nova tecnologia que agrega valor ao processo, está de acordo com a filosofia e princípios operacionais da empresa (LIKER, 2004).

2.2.9 Princípio 9: Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho e que ensinem os outros;

O comprometimento da alta gerência é fundamental para a sobrevivência da filosofia *lean* de um modo sistemático, pode ser visualizado através da Figura 2, os compromissos que os líderes devem estar preparados para assumir aparecem sintetizados no modelo 4Ps. Todos os administradores da Toyota fazem um treinamento abrangente para auxiliar os líderes a pensar de acordo com o Modelo Toyota, este treinamento leva cerca de seis meses (LIKER; MEIER, 2007).

Figura 2 Comprometimento exigido pela Alta Gerência



Fonte: Liker e Meier (2007, p. 44).

A base de sustentação do modelo 4Ps é a filosofia, “basear as decisões administrativas em filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento das metas financeiras de curto prazo” O que impressiona é a consistência dos valores e a ideia de missão da Toyota. O foco externo: esta em agregar valor aos clientes e a sociedade como um todo e o foco interno: em desenvolver pessoas capazes de superar quaisquer obstáculos (LIKER; FRANZ, 2011).

2.2.10 Princípio 10: Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa;

A Manufatura Enxuta tem como filosofia envolver todos os funcionários e contar com a colaboração de todos para que este sistema possa ser implementado e funcione eficientemente. O segredo de sucesso do Sistema Toyota de Produção é o respeito pelas pessoas. É proporcionar aos funcionários motivação no ambiente de trabalho. Dessa forma, as pessoas impulsionam a melhoria contínua (LIKER, 2004).

2.2.11 Princípio 11: Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os a melhorar;

Esse princípio tem como objetivo encontrar parceiros (fornecedores) fortes e ser capaz de crescer junto com eles para benefício mútuo no longo prazo. Uma forma de fazer isso é trabalhar em projeto comum entre eles, pois a Toyota necessita que as entregas de componentes sejam de alta qualidade e em *just-in-time*. Além disso, a Toyota não tem como reduzir custos se os fornecedores não os reduzem. Um método utilizado pela Toyota é selecionar os principais fornecedores e reuni-los com eles ao longo do ano para compartilhar: práticas; informações e até mesmos as preocupações. Estes são denominados os *jishuken* ou grupo de estudo voluntário (LIKER, 2004).

A melhoria na relação cliente-fornecedor, como foi dito anteriormente, isto se faz necessário porque na manufatura enxuta supõem que os estoques sejam mínimos, ou seja, suficiente apenas para atender a demanda imediata, eliminando dessa forma, o desperdício com superprodução e estoques. É importante ressaltar, que para isso, os lotes tem que ser mínimos. Uma maneira amigável e saudável para não gerar aborrecimento na relação cliente e fornecedor e vice-versa é adotar o sistema de *Milk Run*.

O sistema *milk run* consiste acelerar o fluxo de materiais entre plantas na qual os veículos seguem uma rota para fazer múltiplas cargas e entregas em muitas plantas, para que isso aconteça é necessário ter um sistema de parceria fornecedor e cliente e vice-versa. O *Milk Run* pode gerar uma redução no custo logístico (custo de transporte, custo de estoques e armazenagem). O sistema de *Milk Run* é dinâmico se comparado com método tradicional.

2.2.12 Princípio 12: ver por si mesmo para compreender completamente a situação (*genchi Genbutsu*);

Uma forma prática de compreender este princípio é através do que foi dito no exemplo explicado no princípio 7 (gestão visual), ou seja, resolver os problemas indo até a origem, analisando pessoalmente o ocorrido.

O *gemba* serve também para os executivos de alto nível para compreender a situação real das coisas indo até o local para tirar as próprias conclusões, ou seja, observar e pensar por si (LIKER, 2004).

2.2.13 Princípio 13: Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções; implementá-las com rapidez;

De acordo com Liker (2004) a tomada de decisão na Toyota está baseada em cinco elementos principais, são eles:

- I. Descobrir o que realmente está acontecendo (incluir o *genchi genbutsu*);
- II. Compreender as causas subjacentes que explica a pergunta “por quê?” (cinco vezes);
- III. Levar em consideração todas as alternativas de solução e desenvolver um raciocínio detalhando para a solução que melhor se ajusta a resolver o problema;
- IV. Usar veículo de comunicação eficiente e conciso, de preferência em apenas um lado de uma folha de papel (exemplo: Relatório A3).

2.2.14 Princípio 14: Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*).

Uma prática da manufatura enxuta muito utilizada no princípio 14 é o Ciclo da Aprendizagem Planejamento-Execução-Verificação-Ação (PDCA). O PDCA (*plan, do, check, action*) foi introduzido por Walter Shewhart em 1939, em um livro sobre controle de qualidade (LIKER; FRANZ, 2011).

O PDCA na Toyota é aplicado em todos os níveis, desde o projeto, grupo, empresa e mesmo entre as empresas (LIKER, 2004).

2.3 MÉTODO PROPOSTO POR SHAH E WARD

O modelo teórico-conceitual adotado neste trabalho foi baseado na pesquisa realizada por Shah e Ward (2007) que propuseram uma escala de 48 itens para medir as práticas de Manufatura Enxuta e seus principais componentes (itens ou variáveis manifestas).

A amostra considerada neste trabalho foi composta por empresas de manufatura (SIC 20-39), retiradas da lista de contatos da Produtividade Inc., empresa de consultoria, treinamento e implementação da Manufatura Enxuta.

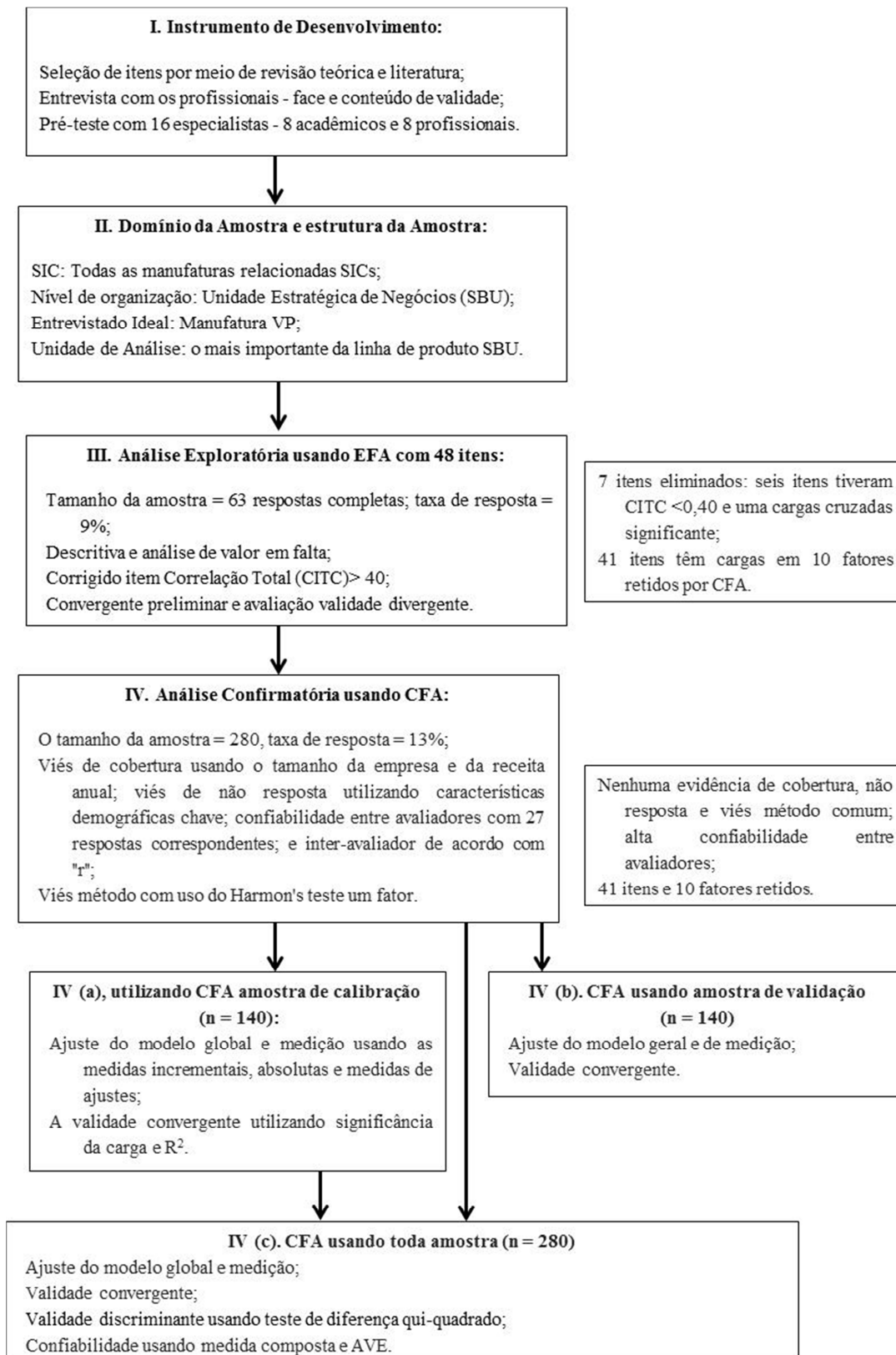
Para isso foram utilizados dois critérios para selecionar empresas na amostragem:

- (1) a empresa tinha de pertencer a um código de fabricação SIC;
- (2) o número mínimo de funcionários superior a 100.

Em uma pesquisa anterior, os mesmos autores (SHAH; WARD, 2003) mostraram que as empresas maiores são mais propensas à implementação da Manufatura Enxuta, por isso adotou-se este critério na coleta da amostra. O inverso desta constatação, levou justamente à proposição desta pesquisa, por tentar compreender quais as práticas de manufatura enxuta mais adotadas pelas pequenas e médias empresas.

A Figura 3 ilustra os procedimentos seguidos pelos autores para o desenvolvimento e validação da escala.

Figura 3 Representação esquemática dos passos seguidos durante o desenvolvimento e validação da escala



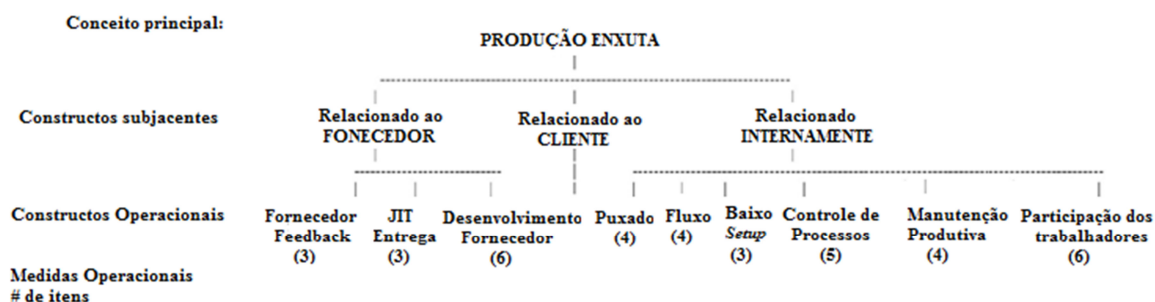
Fonte: Shah e Ward (2007, p.793).

A pesquisa de Shah e Ward (2007) proporcionou um avanço na área acadêmica ao esclarecer o conceito de Manufatura Enxuta, ou seja, desenvolveram e validaram uma medida multidimensional de Manufatura Enxuta. Para isso, foram objetos de análise:

- A identificação dos fatores críticos;
- Como estão correlacionados;
- Por que são correlacionados.

O primeiro item está relacionado com o conceito da Manufatura Enxuta, ou seja, foi definido uma medida operacional do conteúdo e os objetivos das raízes históricas do STP. Para o efeito, foram identificadas 48 práticas/ferramentas que representam o espaço operacional da Manufatura Enxuta. A Figura 4 e o Quadro 2 resumem, respectivamente o mapeamento das práticas enxutas.

Figura 4 Mapeamento conceitual e empírico validado



Fonte: Shah e Ward (2007, p.799).

Quadro 2 Práticas de Manufatura Enxuta e sua descrição

Prática/Sigla	Descrição
1 <i>Feedback</i> ao fornecedor/ SUPPFEED	fornecer regularmente <i>feedback</i> aos fornecedores sobre o seu desempenho
2 Entrega JIT pelos fornecedores/ SUPPJIT	garantir que fornecedores entreguem a quantidade certa, na hora certa no lugar certo
3 Desenvolvimento de fornecedores/ SUPPDEVT	desenvolver fornecedores para que eles possam ser mais envolvidos no processo de produção da empresa focal
4 Envolvimento com o cliente/CUSTINV	atender as necessidades dos clientes.
5 Produção puxada/PULL	facilitar a produção JIT incluindo cartões kanban, que serve como um sinal para iniciar ou parar produção
6 Fluxo contínuo/FLOW	estabelecer mecanismos que permitir e facilitar o fluxo contínuo de produtos
7 Setup/ SETUP	redução no tempo de <i>setup</i>
8 Manutenção Produtiva e preventiva total/ TPM	atingir um alto nível de a disponibilidade dos equipamentos
9 controle estatístico de processo/SPC	garantir que cada processo vai fornecer unidades livres de defeitos de processo subsequente
10 Participação dos trabalhadores/EMPINV	O papel dos funcionários: na resolução de problemas

Fonte: Shah e Ward (2007).

O Quadro 3 resume as práticas e os respectivos itens de medição.

Quadro 3 Práticas de Manufatura Enxuta e itens de medição

Práticas Enxuta	Item	Código
Feedback ao consumidor (suppfeed)	Nós temos contato frequente com nossos fornecedores	Suppfeed_01
	Nossos fornecedores frequentemente visitam nossa empresa	Suppfeed_02
	Nós frequentemente visitamos nossos fornecedores	Suppfeed_03
	Nós damos retorno aos fornecedores sobre o desempenho deles em qualidade e entregas	Suppfeed_04
	Nós trabalhamos intensamente para estabelecer relacionamentos duradouros com nossos fornecedores	Suppfeed_05
Entrega JIT pelos fornecedores (suppJIT)	Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos	SuppJIT_01
	Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa <i>Just in Time</i> - JIT	SuppJIT_02
	Nós temos um programa formal de certificação de fornecedores	SuppJIT_03
Desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt)	Nossos fornecedores estão contratualmente compromissados em cada ano para redução de custos	Suppdevt_01
	Nossos fornecedores-chave estão localizados próximos à(s) nossa(s) empresa(s)	Suppdevt_02
	Nós temos um canal de comunicação claro e direto com nossos fornecedores-chave	Suppdevt_03
	Nós nos esforçamos para reduzir o número de fornecedores em cada categoria (ABC, por exemplo)	Suppdevt_04
	Nossos fornecedores-chave gerenciam nossos estoques	Suppdevt_05
	Nós avaliamos nossos fornecedores com base no custo total e não por preço unitário	Suppdevt_06
Envolvimento do Cliente (Custinv)	Nós temos contato frequente com nossos clientes	Custinv_01
	Nossos clientes frequentemente visitam nossa empresa	Custinv_02
	Nossos clientes nos dão retorno sobre o nosso desempenho em qualidade e entrega	Custinv_03
	Nossos clientes estão ativamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	Custinv_04
	Nossos clientes estão diretamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	Custinv_05
	Nossos clientes frequentemente compartilham informações de demanda atual e futura com o departamento de <i>marketing</i>	Custinv_06
	Nós conduzimos regularmente pesquisas de satisfação com nossos clientes	Custinv_07
Produção Puxada (Pull)	A produção é "puxada" pela expedição de produtos acabados	Pull_01
	A produção nas estações de trabalho é "puxada" pela demanda atual da próxima estação	Pull_02
	Nós usamos kanbans, quadros ou contenedores com cartões para controlar a produção	Pull_03
Fluxo Contínuo (Flow)	Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de processamento similares	Flow_01
	Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de programação (sequenciamento) similares	Flow_02
	Os equipamentos são agrupados para produzir em fluxo contínuo uma família de produtos	Flow_03
	As famílias de produtos determinam o <i>layout</i> da fábrica	Flow_04
	O ritmo de produção está diretamente relacionado com a taxa de demanda dos clientes	Flow_05
Redução no Setup (Setup)	Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de <i>setup</i>	Setup_01
	Nós trabalhamos com baixos tempos de setup em nossa fábrica	Setup_02
	Os equipamentos de nossa fábrica possuem baixo tempo de <i>setup</i>	Setup_03
	<i>Lead times</i> curtos permitem responder rapidamente às solicitações dos clientes	Setup_04
Controle Estatístico de Processo (SPC)	Grande quantidade de equipamentos/processos no chão de fábrica encontram-se sob controle (da qualidade)	SPC_01
	Nós utilizamos extensivamente técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo	SPC_02
	Painel visual com gráficos e cartas de controle que ilustram taxa de defeitos são usados como ferramentas no chão de fábrica	SPC_03
	Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade	SPC_04
	Nós conduzimos estudos de capacidade de processo antes de lançar um novo produto	SPC_05
Envolvimento dos funcionários (Empinv)	Os empregados de chão de fábrica são fundamentais para compor as equipes de solução de problemas	Empinv_01
	Os empregados de chão de fábrica direcionam os programas de sugestões de melhorias	Empinv_02
	Os empregados de chão de fábrica conduzem os esforços de melhoria de produtos e processos	Empinv_03
Manutenção preventiva total (TPM)	Nós dedicamos uma considerável parcela de cada dia para planejar atividades relacionadas à manutenção dos equipamentos	TPM_01
	Nós realizamos manutenção regularmente em todos nossos equipamentos	TPM_02
	Nós mantemos excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	TPM_03
	Nós disponibilizamos e compartilhamos entre os empregados de chão de fábrica excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	TPM_04

Fonte: Shah e Ward (2007)⁴.

Dos 10 fatores identificados (1. SUPPFEED (feedback ao fornecedor); 2. SUPPJIT (entrega JIT pelos fornecedores); 3. SUPPDEVT (desenvolvimento de fornecedores); 4. CUSTINV (envolvimento com o cliente); 5. PULL (Produção puxada); 6.

⁴ Traduzido pela autora.

FLUXO (fluxo contínuo); 7. SETUP; 8. TPM (Manutenção Produtiva total); 9. SPC (controle estatístico de processo); 10. EMPINV (participação dos trabalhadores) neste estudo, três estão correlacionados com o envolvimento do fornecedor com o cliente, e os seis fatores restantes estão ligados às questões internas da empresa. Juntos, esses 10 fatores constituem o mapeamento das práticas de Manufatura Enxuta.

Em relação à análise estatística pode-se dizer que os 10 fatores derivados durante a análise empírica são positiva e significativamente correlacionadas entre si ($p < 0,001$), proporcionando assim um apoio para a multidimensional e natureza integrada do sistema de Manufatura Enxuta (Tabela 1).

Tabela 1 Correlações, confiabilidade e validade discriminante amostra total ($n = 280$) *

	Latent Variable	# of items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	SUPPFEED	3	0.77 (.53)	32.4	38.3	64.6	34.7	21.6	29.4	38.4	14.8	56.8
2	SUPPJIT	3	0.53	0.66 (.39)	48.7	69.1	14.6	27.2	33.5	41.0	30.8	52.6
3	SUPPDEVT	6	0.65	0.76	0.74 (.33)	61.8	41.8	43.5	29.8	31.8	29.8	57.5
4	CUSTINV	5	0.29	0.22	0.43	0.85 (.55)	53.6	62.3	44.6	46.3	66.3	66.6
5	PULL	4	0.26	0.56	0.38	0.22	0.88 (.66)	9.5	25.2	41.4	27.8	29.6
6	FLOW	4	0.36	0.43	0.35	0.15	0.49	0.75 (.45)	15.5	32.2	18.8	30.4
7	SETUP	3	0.38	0.46	0.52	0.36	0.48	0.55	0.75 (.51)	11.2	8.4	44.5
8	SPC	5	0.42	0.45	0.66	0.44	0.31	0.37	0.61	0.86 (.60)	16.1	49.1
9	EMPINV	4	0.48	0.49	0.59	0.28	0.42	0.42	0.64	0.62	0.83 (.50)	46.0
10	TPM	4	0.19	0.30	0.26	0.12	0.31	0.27	0.19	0.25	0.17	0.77 (.45)

* O triângulo inferior mostra as correlações; todas as correlações são significativas em $p < 0,001$. Confiabilidade composta e variância média extraída (em parênteses) estão na diagonal em caixas fechadas. O triângulo superior mostra a diferença na estatística χ^2 teste entre um fixo e um modelo de livre CFA; todas as diferenças χ^2 são significativas para $p < 0,003$.

Fonte: Shah e Ward (2007, p.798).

O *Cronbach Alpha* excedeu 0,70 para todos os 10 fatores e a confiabilidade composta ultrapassou 0,70 em nove dos 10 fatores. AVE excedeu o valor de 0,50 para 6 de 10 fatores. *Cronbach Alpha* designa confiabilidade adequada para todos os constructos, a confiabilidade composta e a variância extraída também apresentam valores aceitáveis.

O resultado estatístico e empírico associado com o modelo de CFA sugere que a Manufatura Enxuta pode ser representada desta forma pelos 10 constructos estabelecidos pelos autores.

Segundo os autores, a escala desenvolvida possui três contribuições importantes: em primeiro lugar, enxergar a Manufatura Enxuta em seu contexto histórico com uma lente evolutiva ajuda a conciliar a sobreposição entre os seus diversos componentes. Argumenta-se que, considerar isoladamente, nenhum dos componentes serão equivalentes ao do sistema, mas juntos é que constituem o sistema como um todo. A Manufatura Enxuta não é um conceito singular, e que não pode ser equiparado a unicamente a eliminação de desperdícios ou melhoria contínua, que constituem seus princípios orientadores, nem JIT, produção puxada, Kanban, TQM, ou o envolvimento dos trabalhadores, que se tornam alguns de seus componentes subjacentes. A Manufatura Enxuta é conceitualmente multifacetada, e sua definição abrange as características da filosofia *lean* muitas vezes difícil de medir diretamente. Além disso, as práticas/ferramentas utilizadas para medir a Manufatura Enxuta, mesmo quando associado exclusivamente com um único componente, indicam apoio mútuo para vários componentes. Por justapor a evolução histórica da Manufatura Enxuta e a perspectiva com que é descrita, pode-se começar compreender a multiplicidade de termos associados à Manufatura Enxuta e tentar resolver alguns das confusões em torno dela.

Em segundo lugar, destaca-se uma definição conceitual de Manufatura Enxuta que capta a natureza integrada do sistema *lean*. Esta definição inclui tanto as pessoas e os componentes do processo, por um lado, e interna (relacionada para a empresa) e externa (relacionada ao fornecedor e componentes do cliente), por outro lado. Neste sentido, esta definição de Manufatura Enxuta destaca mecanismos necessários para alcançar o objetivo central de eliminar os desperdícios.

Finalmente, os dez constructos propostos e seus indicadores constituem uma base para a pesquisa em Manufatura Enxuta e deve ser útil para permitir que pesquisadores cheguem em um acordo sobre uma definição. É imperativo chegar a um acordo sobre uma definição tanto conceitual e uma medida operacional, porque, se a história serve de guia, conceitos antigos continuarão a evoluir e a comunidade acadêmica vai ficar mais para trás prática.

2.4 LEVANTAMENTO (*SURVEY*) DAS PRÁTICAS DE MANUFATURA ENXUTA NAS EMPRESAS

A seguir, serão apresentados alguns estudos em *survey* sobre a implementação da Manufatura Enxuta em diversos setores e países ao redor do mundo.

A pesquisa de Sohal e Egglestone (1994) realizada na Austrália investigou a implementação das práticas de Manufatura Enxuta nas empresas. Os dados foram coletados através de uma *survey*, realizada por telefone em 51 empresas de vários setores da economia. O estudo constatou que a grande maioria das empresas implementaram as práticas enxutas.

Panizzolo (1998) estudou o resultado da implementação da Manufatura Enxuta em 27 excelentes empresas que operam nos mercados internacionais. Os resultados deste estudo sugerem que para uma implementação completa dos princípios de Manufatura Enxuta, o fator mais crítico parece ser a gestão das relações externas em vez de operações internas.

Nightingale e Mize (2002) descreveram a estrutura de um instrumento de avaliação criado pela Iniciativa *Lean Aerospace*. Cinquenta e quatro práticas enxutas foram incluídas na avaliação. Testes de campo extensivos em mais de 20 empresas nos EUA e Reino Unido demonstrou a utilidade das práticas em termo de eficácia e facilidade de uso.

Doolen e Hacker (2005) também desenvolveram um instrumento para avaliar a implementação de práticas enxutas dentro de uma organização. A pesquisa foi aplicada em um conjunto de fabricantes de eletrônicos no noroeste do Pacífico dos Estados Unidos, com objetivo de identificar os fatores que contribuem para a implementação da Manufatura Enxuta no setor pesquisado.

Shah e Ward (2003) investigaram a relação da implementação de 22 práticas de Manufatura Enxuta nos EUA. E a influência de tais práticas em três variáveis (tamanho da planta; sindicalização das empresas e idade da planta).

Outro estudo que apresenta uma relação forte entre o tamanho da empresa e Manufatura Enxuta foi o trabalho proposto por Bonavia e Marin (2006). Estes autores identificaram as mais utilizadas práticas de Manufatura Enxuta mais representativa nas indústrias espanholas de revestimentos cerâmicos. Concluíram que existe um conjunto de práticas que foram pouco implementadas (tecnologia de grupo; *kanban*; redução de *setup*; o desenvolvimento de funcionários multifunção e gestão visual) e identificaram outro conjunto cujo uso é bastante difundido (padronização de operações, manutenção produtiva total e controle de qualidade).

Hodge et al. (2011) identificaram as diferentes práticas de Manufatura Enxuta implementado nas empresas do setor têxtil de EUA. O uso de ME foi examinado nesta pesquisa através de entrevistas, visitas a empresas e estudos de caso. A partir dos

resultados, foi desenvolvido um modelo para a implementação de práticas de Manufatura Enxuta o ambiente têxtil.

Nordin et al. (2010) apresentaram um estudo de implementação de Manufatura Enxuta em 60 empresas automotivas da Malásia. Os resultados mostram que as maiores das empresas respondentes são classificadas como iniciantes, ou seja, em transição para a prática de Manufatura Enxuta. Essas empresas acreditam que os fatores que impulsionam a implementação de ME são o desejo de se concentrar nos clientes e atingir uma melhoria contínua da organização. As principais barreiras para a implementação da ME é a falta de compreensão de conceitos da Manufatura Enxuta e a atitude dos funcionários de chão de fábrica.

Eswaramoorthi et al. (2011) realizaram uma pesquisa para avaliar as práticas enxutas mais utilizadas nas empresas de máquinas-ferramenta na Índia. Os resultados mostraram que o *status* da implementação nas empresas desse país ainda está em fase inicial. Esses autores também identificaram as razões para tal situação e as medidas para resolver este problema.

Dora et al. (2013) analisaram a aplicação da Manufatura Enxuta em empresas das PMESem processamento de alimentos na Bélgica, Alemanha e Hungria. Estes autores concluíram que a implementação das práticas de Manufatura Enxuta nas empresas de alimentos desses países ainda está em sua fase inicial, uma vez que as PMEs de processamento de alimentos nesses países coloca muito mais ênfase na segurança alimentar do que em métodos de melhoria de processos.

Muitos outros estudos avaliaram o nível de implementação das práticas de ME em empresas a fim de apresentar uma relação entre esta e desempenho. Alguns exemplos tais como: Fullerton et al. (2003), Mackelprang e Nair (2010), Rahman, et al. (2010), Yang et al. (2011), Hofer et al. (2012), Nawanir et al. (2013) e Bortolotti et al. (2013).

Especificamente para o Brasil, Forrester et al. (2010) investigaram a relação da implementação da Manufatura Enxuta sobre a Gestão da Qualidade Total, em participação de mercado e criação de valor em 37 empresas do setor de Máquinas e Implementos Agrícolas no Brasil. Estes autores concluíram que as empresas que implementaram as práticas de Manufatura Enxuta estão conseguindo um melhor desempenho.

Apesar de o presente trabalho analisar o Brasil. Este trabalho difere do estudo da Forrester, da seguinte forma:

(i) no estudo das 10 práticas de Manufatura Enxuta proposto por Shah e Ward, (2007);

(ii) o objetivo aqui não é apenas identificar as práticas de Manufatura Enxuta mais utilizada na implementação, mas também estudar a importância de cada prática enxuta para toda a filosofia de manufatura enxuta;

(iii) a amostra é formada por empresas de PMEs do Brasil.

O próximo capítulo detalha os procedimentos técnicos utilizados neste trabalho.

2.5 AS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (PMEs) NO BRASIL

As pequenas e médias empresas são fundamentais para promover o crescimento econômico, criar empregos e renda e melhorar as condições de vida da população. Os indicadores desse segmento empresarial mostrado no primeiro capítulo demonstram sua importância na economia, não só no Brasil, mas em todo o mundo (PORTAL BRASIL, 2012).

As PMEs atendem às necessidades locais podendo assim adaptar produtos e serviços às diversas comunidades existentes no país (FLORIANE, 2010).

A capacidade de inovação das PMEs é outro ponto forte, já que essas empresas possuem um potencial inovador maior do que das grandes empresas, isto por causa da estrutura flexível e capaz de responder às mudanças do mercado mais rapidamente (PIORE; SABEL, 1984; SOUZA, 1995).

Porém, é preciso salientar que as PMEs são formadas por um conjunto de empresas heterogêneas e seu potencial inovador depende muito do ambiente tecnológico em que atua (LA ROVERE, 2001).

Segundo o Portal Brasil (2012) o faturamento das PMEs cresceu consideravelmente nos últimos anos. Em 2010 (primeiro semestre), a receita real registrou aumento de 10,7% comparado ao mesmo período de 2009. Este indicador aponta que as pequenas empresas superam o ritmo de crescimento da economia brasileira. Essa é a maior taxa de crescimento de faturamento desde que o Sebrae iniciou a pesquisa, em 1998.

Desde o ano de 2000 a participação das MPEs no total de empreendimentos produtivos brasileiros aumentou consideravelmente. Enquanto a taxa de crescimento anual foi de 4% para o total de empresas, independente do porte, para as pequenas empresas foi de 6,2%, e 3,8% para as micro, entre 2000 e 2008. Nesse mesmo período, as MPEs foram responsáveis por aproximadamente metade dos postos e trabalho formais criados, ou seja, 4,5 milhões de empregos (PORTAL BRASIL, 2012).

CAPÍTULO 3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentado o método utilizado na pesquisa. Os procedimentos de coleta e amostra, as métricas adotadas e para finalizar o capítulo serão apresentados às análises dos dados.

3.1 DETERMINAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Ganga (2012, p.190) “[...] a determinação do procedimento técnico de pesquisa que melhor responda a questão da pesquisa e operacionalize o objetivo da mesma deve ser uma atividade criteriosa e bem planejada”. Para o autor, a condução desse processo pode ser auxiliado pela identificação de algumas características de pesquisa, tais como os propósitos e abordagens de pesquisa utilizadas na área de gestão da produção e operações.

Conforme descrito no primeiro capítulo, as questões de pesquisas que norteiam este trabalho são:

Quais são as práticas enxutas que as PME’s implementaram no Brasil?

Qual a visão das práticas da Manufatura Enxuta nas PMEs brasileiras?

O propósito de pesquisa que melhor se adequa às características deste trabalho é a pesquisa descritiva por resumir em um conjunto de medidas estatísticas as práticas de manufatura enxutas implantadas pelas pequenas e médias empresas no Brasil (GANGA, 2012).

“Dentre os métodos de pesquisa na área de Engenharia de Produção e Gestão de Operações, para conduzir uma pesquisa descritiva de caráter quantitativo, são: a *survey*; a modelagem e simulação e a pesquisa experimental” (MARTINS⁵, 2010 apud GANGA, 2012, p.210).

Como as variáveis de pesquisa não podem ser manipuladas pelo pesquisador o método mais adequado para este trabalho é o levantamento ou *survey*.

O próximo capítulo procura detalhar os procedimentos metodológicos relativos ao levantamento do tipo *survey*.

⁵MARTINS, R. A. Abordagem quantitativa e qualitativa. In: MIGUEL, P.A.C. (coord.) **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Campus elsevier, 2010. (Capítulo3, p.45-61, Coleção Abepro).

3.2 O MÉTODO DE PESQUISA *SURVEY*

Segundo Miguel (2010), uma *survey* compreende um levantamento de dados em uma amostra significativa acerca de um determinado problema a ser estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obter-se as conclusões correspondentes aos dados coletados. Os levantamentos tipo *survey* têm como objetivo contribuir para o conhecimento em uma área particular de interesse por meio da coleta de informações sobre indivíduos ou sobre os ambientes desses indivíduos.

De acordo com Forza (2002, p.155) a *survey* pode ser de três tipos:

- a) *Exploratória*: ocorre durante as fases iniciais da pesquisa sobre um fenômeno, quando o objetivo é obter uma visão preliminar do assunto pesquisado e fornece base mais aprofundada da pesquisa. Nas fases preliminares, a pesquisa exploratória pode ajudar a determinar os conceitos a serem medidos em relação ao fenômeno de interesse, a melhor forma de medi-los, e como descobrir novas facetas do fenômeno em estudo. Posteriormente, ele pode ajudar a descobrir ou fornecer evidências preliminares de associação entre conceitos;
- b) *Confirmatória (ou teste de teoria ou explanatória)*: ocorre quando o conhecimento de um fenômeno tem sido articulado de forma teórica, utiliza conceitos bem definidos, modelos e proposições. Nesse caso, a escolha de dados é efetuada com o objetivo específico de testar a adequação dos conceitos desenvolvidos em relação ao fenômeno de ligações hipotéticas entre os conceitos e do limite de validade dos modelos;
- c) *Descritiva*: tem como objetivo compreender a relevância de um determinado fenômeno e descrever a distribuição do fenômeno em uma população. Seu objetivo principal não é o desenvolvimento da teoria, embora através dos fatos descritos possa fornecer dicas úteis tanto para a construção de teoria e para o refinamento teoria (DUBIN, 1978; MALHOTRA; GROVER, 1998; WACKER, 1998).

O levantamento (*survey*) realizado nesta pesquisa assume uma postura exploratória de acordo com os critérios destacados por Forza (2002), no Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 Requisitos dos tipos de *Surveys*

Tipo de <i>Survey</i>	Exploratória	Confirmatória	Descritiva
Unidade(s) de análise	Claramente definida	Claramente definidas e apropriadas às hipóteses da investigação	Claramente definidas e apropriadas às questões e hipóteses da investigação
Respondentes	Representativo da unidade de análise	Representativos da unidade de análise	Representativos da unidade de análise
Hipóteses da Pesquisa	Não necessária	Hipóteses claramente estabelecidas e associadas ao nível teórico	Questões claramente definidas
Crítérios de Seleção da amostra	Aproximação	Explícito com argumento lógico; escolha embasada entre alternativas.	Explícitos com argumento lógico; escolha embasada entre alternativas.
Representante da Amostra	Não é necessário	Sistemática com propósitos definidos; escolha aleatória.	Sistemática com propósitos definidos; escolha aleatória.
Tamanho da Amostra	Suficiente para incluir uma gama de fenômeno de interesse	Suficiente para representar a população de interesse e realizar testes estatísticos	Suficiente para representar a população de interesse e realizar testes estatísticos
Pré-teste do questionário	Realizado com uma parte da amostra	Realizado com uma parte substancial da amostra	Realizado com uma parte substancial da amostra
Taxa de Retorno	Não tem mínimo	Maior que 50% da população investigada	Maior que 50% da população investigada
Uso de outros métodos para coleta dos dados	Múltiplos métodos	Múltiplos métodos	Não é necessário

Fonte: Forza (2002, p.188).

Para a condução do processo de planejamento e execução de uma *survey* foi adotado nesta pesquisa o modelo sugerido por Forza⁶ (2009) apud Ganga (2012) mais detalhe ver a Figura 5.

⁶ FORZA, C. *Surveys*. In: KARLSSON, C. (ed.). *Researching operations management*. New York: Routledge, 2009.

Figura 5 Etapas de execução de um levantamento do tipo *survey*



Fonte: Ganga (2012, p. 224).

O modelo teórico-conceitual adotado nesta pesquisa foi o trabalho de Shah e Ward (2007). Esta escolha se justificou por tratar-se de uma escala validada internacionalmente e publicada num dos principais periódicos da área de gestão de operações. Dessa forma, assegurou-se a validade de conteúdo dos constructos.

Para responder a estas questões de pesquisa foi realizado um levantamento em Pequenas e Médias Empresas em sete Estados no Brasil. Os sete Estados foram: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Bahia.

Os procedimentos de seleção da amostra e coleta de dados são descritos a seguir na Seção 3.2.1. O desenvolvimento do instrumento de pesquisa esta descrito na seção 3.2.2, que incluem as dez práticas de manufatura enxuta (SHAH; WARD, 2007). Finalmente, a abordagem de análise de dados é descrita na Seção 3.2.3.

3.2.1 Dados do procedimento de coleta e amostra

Foram objeto de análise as Pequenas e Médias Empresas de manufatura registradas pela Associação das Indústrias do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Bahia.

Os setores analisados foram de Máquinas e Equipamentos, Metalúrgica, Borracha, Máquinas Ferramenta, Plástico, Geração de Energia, Móveis, Alimentício, Bens de Capital, Cimento e Mineração, Eletrônica e Comunicação, Equipamento Médico, Máquinas Agrícolas, Máquinas Rodoviárias, Metal Mecânico, Química e Derivados foram primeiramente considerados para esta pesquisa.

Nota-se que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) definem as Pequenas Empresas que tem menos de 100 empregados e Médias Empresas com menos de 500 funcionários.

Esta pesquisa identificou 2.868 empresas nesses Estados, todos com endereço de *e-mail* aparentemente válido.

Estas empresas foram contatadas em 2013 via *e-mail*; foram recebidas 956 notificações de falha na entrega, resultando em uma estimativa conservadora final do tamanho da população de 1.912 empresas.

O primeiro contato resultou em 33 respostas, das quais 27 eram válidas ou utilizáveis. Mais três lembretes foram enviados para as empresas que não responderam, resultando em um adicional de 35 respostas, das quais 25 foram consideradas válidas. No total, 52 respostas válidas foram recebidas, o que resulta numa taxa de resposta conservadora de 2,7%.

Os perfis dos respondentes das empresas estão resumidos nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 Característica da empresa

(a) Setor	freq	%	(b) Estado	freq	%	(c) Objetivo de estratégia	%
Máquinas e equipamentos	23	44%	SP	23	44%	Qualidade	87%
Metalúrgica	6	12%	RJ	8	15%	Custo	77%
Borracha	4	8%	MG	6	12%	Confiança	69%
Máquinas ferramentas	3	6%	SC	6	12%	Responsabilidade	54%
Plástico	3	6%	RS	4	8%	Agilidade	38%
Geração de energia	2	4%	BA	3	6%	Flexibilidade	37%
Móveis	2	4%	PR	2	4%	Ambiental	17%
Alimentício	1	2%	Total	52	100%	Inovação	17%
Bens de Capital	1	2%				Social	8%
Cimento e Mineração	1	2%				Sustentabilidade	6%
Eletrônica e Comunicação	1	2%				Assistência Técnica	6%
Equipamento Médico	1	2%					
Máquinas Agrícolas	1	2%					
Máquinas Rodoviária	1	2%					
Metal Mecânico	1	2%					
Química e Derivados	1	2%					
Total	52	100%					

(d) Nº funcionário	freq	%
20 a 99 funcionários	32	62%
100 a 499 funcionários	18	35%
Não respondeu	2	4%
Total	52	100%

(e) Tipos de Produção	freq	%
MTO	38	73%
MTS	9	17%
ATO	2	4%
ETO	1	2%
Não respondeu	2	4%
Total	52	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 7 Característica do respondente

(a) Posição Hierárquica	freq	%	(b) Tempo na Empresa	freq	%	(c) Setor	freq	%
Gerente	20	38%	Superior a 10 anos	26	50%	Produção	11	21%
Diretor	16	31%	3-5 anos	12	23%	Marketing e Vendas	8	15%
Presidente	5	10%	7-10 anos	5	10%	Desenvolvimento de Produtos	8	15%
Supervisor	5	10%	1-3 anos	4	8%	Compras	6	12%
Não informou	6	12%	5-7 anos	3	6%	Qualidade	4	8%
Total	52	100%	Não respondeu	2	4%	Finança	3	6%
			Total	52	100%	Logística	3	6%
						Não respondeu	9	17%
						Total	52	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

3.2.2 Medidas adotadas como instrumento de pesquisa

A *survey* foi dividida em duas seções: Informação da empresa/entrevistados e práticas de Manufatura Enxuta. A escolha das medidas de cada seção, ou seja, os itens de escala individual para cada construto será discutido no próximo capítulo.

Note-se que as métricas foram baseadas nas práticas de Manufatura Enxuta pesquisados por Shah e Ward (2007). Espera-se dessa forma que os resultados esperados sejam confiáveis.

3.2.2.1 Informação da Empresa e do Respondente

Na primeira seção foi dividida em duas partes:

- (1) informação da empresa;
- (2) informação do entrevistado.

A primeira parte concentra-se em três questões sobre a empresa: localização; setor; número de funcionários; objetivos estratégicos e tipo de produção.

De acordo com Slack (2002) os tipos de produção podem ser classificados da seguinte forma: Produção para Estoque (MTS); Produção sob Encomenda (MTO); Engenharia sob Encomenda (ETO) e Montagem sob encomenda (ATO).

A segunda parte centra-se em três questões sobre as informações entrevistado: posição hierarquia, tempo na empresa, e departamento. Os resultados destas duas partes são mostrados nas Figuras 3 e 4, visualizado anteriormente.

3.2.2.2 Práticas de Manufatura Enxuta

A prática de Manufatura Enxuta analisadas nesta pesquisa baseou-se no trabalho de Shah e Ward (2007). Os entrevistados foram solicitados a classificar o nível de cada aplicação de prática por meio de uma escala de Likert de sete pontos, com valores que variam de 1 a 7. Zero significa que a empresa não sabe ou usa a prática.

O Quadro 5 resume as práticas e os respectivos itens de medição.

Quadro 5 Práticas de Manufatura Enxuta

Práticas Enxuta	Item	Código
<i>feedback</i> ao consumidor (suppfeed)	Nós temos contato frequente com nossos fornecedores	Suppfeed_01
	Nossos fornecedores frequentemente visitam nossa empresa	Suppfeed_02
	Nós frequentemente visitamos nossos fornecedores	Suppfeed_03
	Nós damos retorno aos fornecedores sobre o desempenho deles em qualidade e entregas	Suppfeed_04
	Nós trabalhamos intensamente para estabelecer relacionamentos duradouros com nossos fornecedores	Suppfeed_05
Entrega JIT pelos fornecedores (suppJIT)	Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos	SuppJIT_01
	Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa <i>Just in Time</i> - JIT	SuppJIT_02
	Nós temos um programa formal de certificação de fornecedores	SuppJIT_03
Desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt)	Nossos fornecedores estão contratualmente compromissados em cada ano para redução de custos	Suppdevt_01
	Nossos fornecedores-chave estão localizados próximos à(s) nossa(s) empresa(s)	Suppdevt_02
	Nós temos um canal de comunicação claro e direto com nossos fornecedores-chave	Suppdevt_03
	Nós nos esforçamos para reduzir o número de fornecedores em cada categoria (ABC, por exemplo)	Suppdevt_04
	Nossos fornecedores-chave gerenciam nossos estoques	Suppdevt_05
	Nós avaliamos nossos fornecedores com base no custo total e não por preço unitário	Suppdevt_06
Envolvimento do Cliente (Custinv)	Nós temos contato frequente com nossos clientes	Custinv_01
	Nossos clientes frequentemente visitam nossa empresa	Custinv_02
	Nossos clientes nos dão retorno sobre o nosso desempenho em qualidade e entrega	Custinv_03
	Nossos clientes estão ativamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	Custinv_04
	Nossos clientes estão diretamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	Custinv_05
	Nossos clientes frequentemente compartilham informações de demanda atual e futura com o departamento de <i>marketing</i>	Custinv_06
	Nós conduzimos regularmente pesquisas de satisfação com nossos clientes	Custinv_07
Produção Puxada (Pull)	A produção é "puxada" pela expedição de produtos acabados	Pull_01
	A produção nas estações de trabalho é "puxada" pela demanda atual da próxima estação	Pull_02
	Nós usamos <i>kanbans</i> , quadros ou contenedores com cartões para controlar a produção	Pull_03
Fluxo Contínuo (Flow)	Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de processamento similares	Flow_01
	Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de programação (sequenciamento) similares	Flow_02
	Os equipamentos são agrupados para produzir em fluxo contínuo uma família de produtos	Flow_03
	As famílias de produtos determinam o <i>layout</i> da fábrica	Flow_04
	O ritmo de produção está diretamente relacionado com a taxa de demanda dos clientes	Flow_05
Redução no <i>Setup</i> (Setup)	Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de <i>setup</i>	Setup_01
	Nós trabalhamos com baixos tempos de <i>setup</i> em nossa fábrica	Setup_02
	Os equipamentos de nossa fábrica possuem baixo tempo de <i>setup</i>	Setup_03
	<i>Lead times</i> curtos permitem responder rapidamente às solicitações dos clientes	Setup_04
Controle Estatístico de	Grande quantidade de equipamentos/processos no chão de fábrica encontram-se sob controle (da	SPC_01

Práticas Enxuta	Item	Código
Processo (SPC)	qualidade)	
	Nós utilizamos extensivamente técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo	SPC_02
	Painel visual com gráficos e cartas de controle que ilustram taxa de defeitos são usados como ferramentas no chão de fábrica	SPC_03
	Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade	SPC_04
	Nós conduzimos estudos de capacidade de processo antes de lançar um novo produto	SPC_05
Envolvimento dos funcionários (Empinv)	Os empregados de chão de fábrica são fundamentais para compor as equipes de solução de problemas	Empinv_01
	Os empregados de chão de fábrica direcionam os programas de sugestões de melhorias	Empinv_02
	Os empregados de chão de fábrica conduzem os esforços de melhoria de produtos e processos	Empinv_03
Manutenção preventiva total (TPM)	Nós dedicamos uma considerável parcela de cada dia para planejar atividades relacionadas à manutenção dos equipamentos	TPM_01
	Nós realizamos manutenção regularmente em todos nossos equipamentos	TPM_02
	Nós mantemos excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	TPM_03
	Nós disponibilizamos e compartilhamos entre os empregados de chão de fábrica excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	TPM_04

Fonte: Shah e Ward (2007).

3.2.3 Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio de estatísticas não paramétricas. O teste de Friedman (ANOVA) e o coeficiente de concordância de Kendall foram utilizados para classificar as práticas enxutas. O Método dos Mínimos Quadrados Parciais - Modelagem de Equações Estruturais - (PLS-SEM) foram utilizados para estimar a práticas de Manufatura Enxuta. Os resultados desta abordagem serão apresentados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas as principais práticas de Manufatura Enxuta implementadas pelas PMEs no Brasil.

4.1 PRÁTICAS DE MANUFATURA ENXUTA DAS PMES NO BRASIL: IMPLEMENTAÇÃO

Para classificar as práticas de Manufatura Enxuta mais utilizadas pelas empresas foi utilizado o teste não paramétrico para k amostras relacionadas. A Tabela 2 resume a classificação.

Tabela 2 Teste de Friedman (ANOVA) e Kendall Coeficiente de concordância

Item	Código do item	Posto (rank)	Média	Desvio Padrão	Mediana	Min.	Max.
Nós temos contato frequente com nossos fornecedores	Suppfeed_01	1907,00	6,1	1,12	7,0	3	7
Nós temos contato frequente com nossos clientes	Custinv_01	1831,00	5,9	1,27	6,0	0	7
O ritmo de produção está diretamente relacionado com a taxa de demanda dos clientes	Flow_05	1763,00	5,9	1,45	6,0	1	7
Nós trabalhamos intensamente para estabelecer relacionamentos duradouros com nossos fornecedores	Suppfeed_05	1633,50	5,4	1,51	6,0	2	7
Lead times curtos permitem responder rapidamente às solicitações dos clientes	Setup_04	1573,00	5,0	2,03	5,0	0	7
Nossos clientes nos dão retorno sobre o nosso desempenho em qualidade e entrega	Custinv_03	1554,50	5,1	1,46	5,0	2	7
Nós temos um canal de comunicação claro e direto com nossos fornecedores-chave	Suppdevt_03	1549,00	5,1	1,79	5,0	0	7
Os empregados de chão de fábrica são fundamentais para compor as equipes de solução de problemas	Empinv_01	1434,00	4,6	2,01	5,0	0	7
Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de <i>setup</i>	TPM_02	1426,50	4,9	1,79	5,0	1	7
Nós damos retorno aos fornecedores sobre o desempenho deles em qualidade e entregas	Suppfeed_04	1416,00	4,9	1,54	5,0	1	7
Nossos fornecedores frequentemente visitam nossa empresa	Suppfeed_02	1390,00	4,6	1,59	4,0	0	7
Grande quantidade de equipamentos/processos no chão de fábrica encontram-se sob controle (da qualidade)	SPC_01	1388,00	4,5	2,14	5,0	0	7
Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de processamento similares	Flow_01	1383,00	4,7	2,02	5,0	0	7
Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de programação (sequenciamento) similares	Flow_02	1380,00	4,6	2,15	5,0	0	7
Nossos clientes estão ativamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	Custinv_04	1361,00	4,4	1,84	4,0	0	7
Nossos clientes frequentemente visitam nossa empresa	Custinv_02	1360,50	4,5	1,77	5,0	1	7
Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de <i>setup</i>	Setup_01	1319,00	4,2	2,07	5,0	0	7
Os equipamentos são agrupados para produzir em fluxo contínuo uma família de produtos	Flow_03	1318,50	4,4	2,10	5,0	0	7
Nossos clientes estão diretamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	Custinv_05	1272,00	4,3	1,86	5,0	0	7
As famílias de produtos determinam o <i>layout</i> da fábrica	Flow_04	1270,50	4,4	2,15	5,0	0	7
Nós trabalhamos com baixos tempos de <i>setup</i> em nossa fábrica	Setup_02	1242,50	3,9	2,00	4,0	0	7
Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos	SuppJIT_01	1240,50	4,2	1,96	4,0	0	7
Nós conduzimos regularmente pesquisas de satisfação com nossos clientes	Custinv_07	1237,00	4,0	2,27	4,0	0	7
Nós mantemos excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	TPM_03	1226,00	4,3	1,86	4,0	0	7
Os equipamentos de nossa fábrica possuem baixo tempo de <i>setup</i>	Setup_03	1179,50	3,9	1,88	4,0	0	7
Nós avaliamos nossos fornecedores com base no custo total e não por preço unitário	Suppdevt_06	1156,50	4,0	2,05	4,0	1	7
Nós nos esforçamos para reduzir o número de fornecedores em cada categoria (ABC, por exemplo)	Suppdevt_04	1146,00	4,0	1,91	4,0	0	7
A produção é "puxada" pela expedição de produtos acabados	Pull_01	1110,00	3,6	2,24	4,0	0	7
Os empregados de chão de fábrica conduzem os esforços de melhoria	Empinv_03	1089,00	3,8	1,84	4,0	0	7

de produtos e processos							
Nós frequentemente visitamos nossos fornecedores	Suppfeed_03	1082,50	3,8	1,91	4,0	0	7
Nossos fornecedores-chave estão localizados próximos à(s) nossa(s) empresa(s)	Suppdevt_02	1004,50	3,6	2,07	4,0	0	7
Os empregados de chão de fábrica direcionam os programas de sugestões de melhorias	Empinv_02	1002,00	3,5	1,88	4,0	0	7
Nós disponibilizamos e compartilhamos entre os empregados de chão de fábrica excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	TPM_04	976,00	3,4	2,00	3,0	0	7
Nossos clientes frequentemente compartilham informações de demanda atual e futura com o departamento de <i>marketing</i>	Custinv_06	972,50	3,4	2,04	3,0	0	7
A produção nas estações de trabalho é "puxada" pela demanda atual da próxima estação	Pull_02	968,00	3,4	2,18	3,0	0	7
Nós temos um programa formal de certificação de fornecedores	SuppJIT_03	942,00	3,3	2,58	3,0	0	7
Nós dedicamos uma considerável parcela de cada dia para planejar atividades relacionadas à manutenção dos equipamentos	TPM_01	894,00	3,2	1,95	3,0	0	7
Nós conduzimos estudos de capacidade de processo antes de lançar um novo produto	SPC_05	868,50	2,7	2,33	2,0	0	7
Nós usamos kanbans, quadros ou contenedores com cartões para controlar a produção	Pull_03	838,50	3,0	2,28	2,0	0	7
Nós utilizamos extensivamente técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo	SPC_02	814,00	2,9	2,29	2,0	0	7
Painel visual com gráficos e cartas de controle que ilustram taxa de defeitos são usados como ferramentas no chão de fábrica	SPC_03	732,00	2,9	2,16	3,0	0	7
Nossos fornecedores estão contratualmente compromissados em cada ano para redução de custos	Suppdevt_01	719,00	2,7	2,21	2,0	0	7
Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade	SPC_04	709,50	2,7	2,26	2,0	0	7
Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa <i>Just in Time</i> - JIT	SuppJIT_02	690,00	2,5	2,11	2,0	0	7
Nossos fornecedores-chave gerenciam nossos estoques	Suppdevt_05	450,00	1,4	1,52	1,0	0	7

ANOVA Chi Sqr. (N = 52, df = 44) = 542,2764 p = 0,00000 Coeff. of Concordance = 0,23701 Aver. rank r = 0,22205

Fonte: Dados da Pesquisa.

A partir da Tabela 2, pode-se notar que três itens são os mais utilizados pelas empresas. Esses itens apresentaram uma média de utilização superior a 5,9 e mediana igual ou superior a 6. Esses itens estão relacionados com as seguintes práticas enxutas, respectivamente *feedback* ao consumidor (suppfeed); Envolvimento do Cliente (Custinv) e de Fluxo Contínuo (Flow).

Alguns itens relacionados ao desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt) (gestão de fornecedores de inventário da empresa), a entrega JIT por fornecedores (como entrega dos produtos pelos principais fornecedores para a empresa com base no JIT) ou Controle Estatístico de Processo (como uso de diagramas do tipo Ishikawa, gráficos que mostram as taxas de defeito no chão de fábrica e uso extensivo de técnicas estatísticas para reduzir a variância do processo) são muito pouco utilizada pelas empresas.

4.2 MANUFATURA ENXUTA NAS PMES NO BRASIL: CONCEITO

Um processo de redução e de validação das variáveis manifestas (MV) em cada constructo foi realizado antes de testar o modelo estrutural. Nesta análise foi utilizado o método dos Mínimos Quadrados Parciais - Modelagem de Equações Estruturais - (PLS-SEM).

As análises foram obtidas usando o *software* Smart PLS 2,0 M3 (RINGLE; WENDE; WILL, 2005).

A Modelagem de Equações Estruturais com o uso conjunto do Método dos Mínimos Quadrados Parciais é recomendada geralmente para alcançar altos níveis de poder estatístico com tamanhos pequenos de amostras e que não assumir os pressupostos da distribuição. Esta é uma técnica estatística não paramétrica (HAIR JR; ANDERSON; BLACK, 2005).

Os parâmetros de Qualidade Estatística usado em cada um dos elementos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Medidas de qualidade estatística para o modelo estrutural por PLS

Medida de Qualidade Estatística	Critério	Referência
Média da variância extraída (AVE)	$\geq 0,5$	Fornell e Larcker (1981),
Confiabilidade composta (CR)	$\geq 0,7$	Chin (1998),
Comunalidade	$\geq 0,5$	Peng e Lai (2012) e
<i>Loading</i> de MV	$\geq 0,7$	Hair Jr; Anderson; Black. (2005)
Cronbach's alfa	$\geq 0,5$	
Número de itens (MV) por constructo	3 (mínimo)	Shah e Goldstein (2006)

Fonte: Dados da Pesquisa.

A média da variância extraída (AVE) é uma medida de validade de convergência. Ela representa o grau em que uma variável latente (constructo) explica a variância das medidas. Já a Confiabilidade Composta (CR) é uma medida de consistência interna.

A Comunalidade representa a quantidade de variação que um item é explicado pela estrutura e é referido como variância extraída a partir do item (HAIR JR; ANDERSON; BLACK, 2005). Um procedimento de *bootstrap* com 1000 subamostras foi também realizado. A exclusão de uma MV esteve condicionada ao atendimento dos critérios ilustrados na Tabela 3. Por exemplo, se determinado constructo, composto de 6 MV apresentasse AVE menor que 0,5, eram excluídas as MV com menor carga até que atingisse o índice desejado.

Outro critério de exclusão de uma MV era não ser significativa a um dado valor de t values (1,65 para $\alpha=0,10$; 1,96 para $\alpha=0,05$ e 2,57 para $\alpha=0,01$). Quando um constructo apresentasse $AVE \geq 0,5$ e mais que três MV, estas permaneciam caso sua carga (*loading*) fosse maior que 0,6.

A Tabela 4 ilustra o resultado do processo de redução e validação das MV por constructo.

Tabela 4 Redução das Variáveis e validade

Constructo ou Variável Latente	AVE	CR	Cronbach's Alfa	Comunalidade	Variável Manifesta	Carga	T-valor
suppdvt	0,590	0,810	0,660	0,590	suppdvt1	0,766	12,560
					suppdvt3	0,737	14,320
					suppdvt6	0,807	18,460
SPC	0,560	0,860	0,800	0,560	SPC1	0,737	14,820
					SPC2	0,857	26,680
					SPC3	0,804	12,860
					SPC4	0,725	10,450
					SPC5	0,601	5,180
custinv	0,652	0,882	0,819	0,652	custinv2	0,704	9,985
					custinv3	0,782	16,508
					custinv4	0,898	47,742
					custinv5	0,835	27,765
empinv	0,760	0,904	0,840	0,760	empinv1	0,788	15,233
					empinv2	0,918	67,974
					empinv3	0,903	42,039
flow	0,619	0,866	0,793	0,619	flow1	0,818	19,261
					flow2	0,843	26,038
					flow3	0,711	6,763
					flow4	0,769	14,022
pull	0,605	0,816	0,658	0,605	pull1	0,856	26,503
					pull2	0,879	24,004
					pull3	0,557	4,682
setup	0,742	0,895	0,821	0,742	setup1	0,746	8,249
					setup2	0,948	127,617
					setup3	0,879	33,536
TPM	0,641	0,877	0,811	0,641	TPM1	0,700	8,994
					TPM2	0,793	19,285
					TPM3	0,875	35,459
					TPM4	0,828	23,047
suppJIT	0,502	0,744	0,486	0,502	suppJIT1	0,504*	2,598
					suppJIT2	0,751	8,082
					suppJIT3	0,829	22,090
suppfeed	0,658	0,852	0,739	0,658	suppfeed1	0,797	24,290
					suppfeed4	0,805	14,841
					suppfeed5	0,831	27,077

Fonte: Dados da Pesquisa.

Na Tabela 4 pode-se observar que todas as condições foram atendidas, exceto a MV suppJIT1 do constructo SuppJIT. Neste caso, optou-se pela permanência desse item para obedecer à regra de três MV por constructo.

Para avaliar a carga das práticas de Manufatura Enxuta nas PMEs foi necessário construir um Modelo Estrutural de ordem superior (WETZELS; ODEKERKEN-SCHRÖDER; VAN OPPEN, 2009).

Os Modelos de ordem superior são tipicamente aplicáveis em pesquisa em que os contextos de instrumentos de medições avaliam vários constructos relacionados, sendo que cada um é medido por múltiplas variáveis manifestas.

O modelo de ordem superior representa a hipótese de que esses constructos aparentemente distintos, mas relacionados entre si, podem ser explicados por uma ou mais constructo(s) de ordem superior. Em comparação com modelos de primeira ordem com constructos correlacionados, os modelos de segunda ordem ou superiores podem fornecer mais parcimônia e modelo interpretável quando pesquisadores acreditam que fatores de ordem superior fundamentam os seus dados (CHEN, SOUSA; OESTE, 2005).

Nesta pesquisa, a variável latente de ordem superior, neste caso de segunda ordem, denominada Manufatura Enxuta foi formada pelos dez constructos (variáveis latentes de primeira ordem), propostos por Shah e Ward (2007).

O objetivo aqui ao empregar esta técnica foi analisar quais os constructos que mais representam a Manufatura Enxuta na visão das pequenas empresas pesquisadas.

Da mesma forma, avaliar quais práticas (itens) que mais representam cada constructo. Trata-se de um procedimento que permite reduzir a complexidade do modelo (EDWARDS, 2001; LAW et al. 1998).

Edwards (2001) resume esse argumento como utilidade teórica; a teoria requer constructos gerais que consistem em dimensões específicas ou facetas.

Desta forma, a variável latente de segunda ordem Manufatura Enxuta foi gerada por meio de um modelo de construção reflexiva. A percepção deste tipo de modelagem se dá para o qual todas as variáveis latentes de primeira ordem estão correlacionadas (BOLLEN, 1987; GUINOT et al., 2001; HUNTER; GERBING, 1982; MARSH; HOCEVAR, 1985; RINDSKOPF; ROSE, 1988).

A Tabela 5 ilustra as correlações entre as variáveis de primeira ordem.

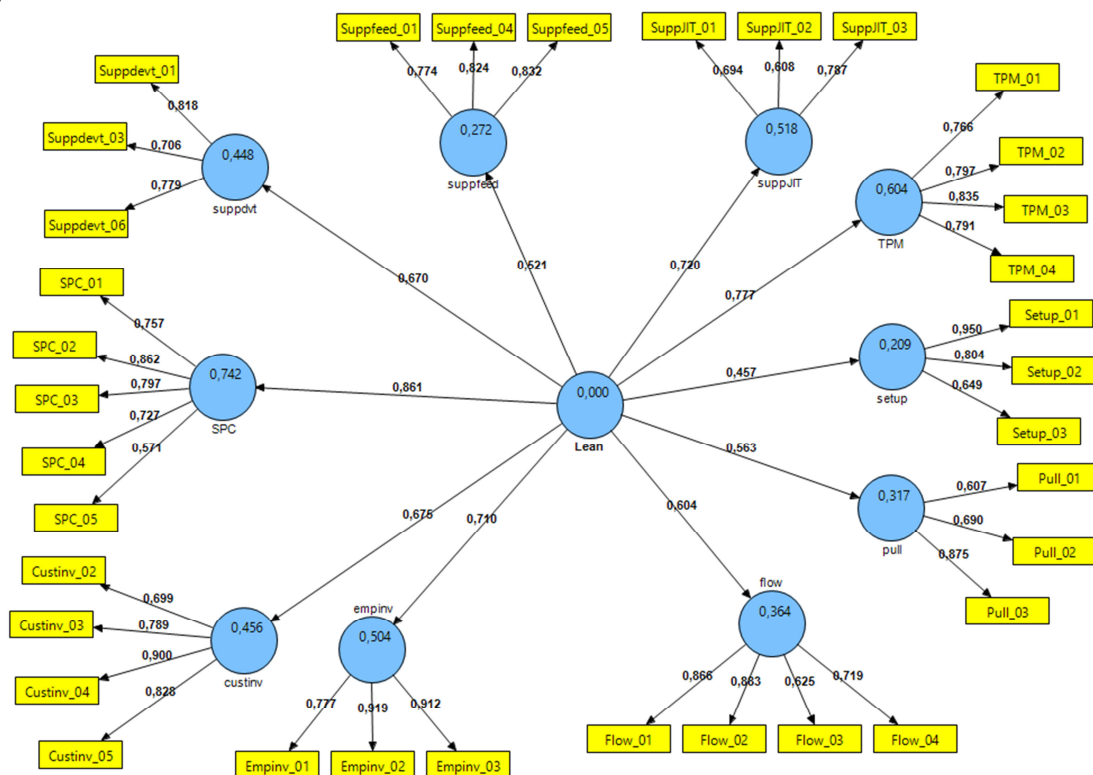
Tabela 5 Spearman correlação entre os constructos de Manufatura Enxuta (* $p < 0,05$)

Constructs	SPC	TPM	custinv	empinv	flow	pull	setup	suppJIT	suppdvt	suppfeed
SPC	1,00									
TPM	0,67*	1,00								
custinv	0,52*	0,36*	1,00							
empinv	0,61*	0,46*	0,43*	1,00						
flow	0,36*	0,36*	0,29*	0,38*	1,00					
pull	0,48*	0,49*	0,28*	0,28*	0,45*	1,00				
setup	0,36*	0,32*	0,30*	0,44*	0,36*	0,25	1,00			
suppJIT	0,62*	0,44*	0,44*	0,36*	0,36*	0,38*	0,30*	1,00		
suppdvt	0,55*	0,37*	0,44*	0,43*	0,26*	0,11	0,21	0,62*	1,00	
suppfeed	0,31*	0,36*	0,36*	0,12	0,30*	0,16	-0,02	0,55*	0,54*	1,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

Das 45 possíveis correlações, 87% são significativas a um *p* valor de 0,05. Isto evidencia a possibilidade da existência de uma variável latente de ordem superior. A Figura 8 ilustra o Modelo Estrutural contendo a variável latente de ordem superior Manufatura Enxuta.

Figura 8 Modelo Estrutural



Fonte: Dados da Pesquisa.

Para avaliar o ajustamento do modelo de forma geral foram utilizados os critérios descritos na Tabela 4 e também a Validade discriminante.

A validade discriminante para que um constructo seja verdadeiramente distinto de outros constructos em termos de quanto isso se correlaciona com outros constructos bem como a quantidade de medidas representam apenas um único constructo. Uma forma de avaliar a validade discriminante é verificar se as variáveis possuem carga mais elevada em seus fatores de origem do que nos outros constructos (HAIR JR; ANDERSON; BLACK, 2005).

As Tabelas 6 e 7 ilustram o Desempenho do Modelo Estrutural frente aos indicadores adotados.

Tabela 6 Indicadores de qualidade estatística do modelo

Constructo	AVE	Confiabilidade Composta (CR)	R Quadrado	Cronbach Alpha	Comunalidade
SPC	0,561	0,863	0,742	0,801	0,561
TPM	0,636	0,875	0,604	0,811	0,636
custinv	0,652	0,881	0,456	0,819	0,652
empinv	0,760	0,904	0,504	0,840	0,760
flow	0,609	0,860	0,364	0,793	0,609
pull	0,536	0,772	0,317	0,658	0,536
setup	0,656	0,848	0,209	0,821	0,656
suppJIT	0,490*	0,740	0,518	0,486*	0,490*
suppdvt	0,591	0,812	0,448	0,657	0,591
suppfeed	0,657	0,852	0,272	0,739	0,657

Fonte: Dados da Pesquisa.

Percebe-se que o constructo suppJIT não atingiu os índices desejáveis, apesar de estar muito próximo. Isto leva a crer que nas empresas pesquisadas, por se tratarem de pequenas e médias empresas, o conceito de abastecimento JIT não seja uma exigência tão evasiva dos clientes destas empresas. No entanto, é necessário avaliar os relacionamentos entre a variável latente de ordem superior e demais constructos quanto a significância estatística.

A análise das cargas cruzadas evidenciou resultados adequados de validade discriminante, conforme ilustrado na Tabela 7.

Tabela 7 Cargas Cruzadas

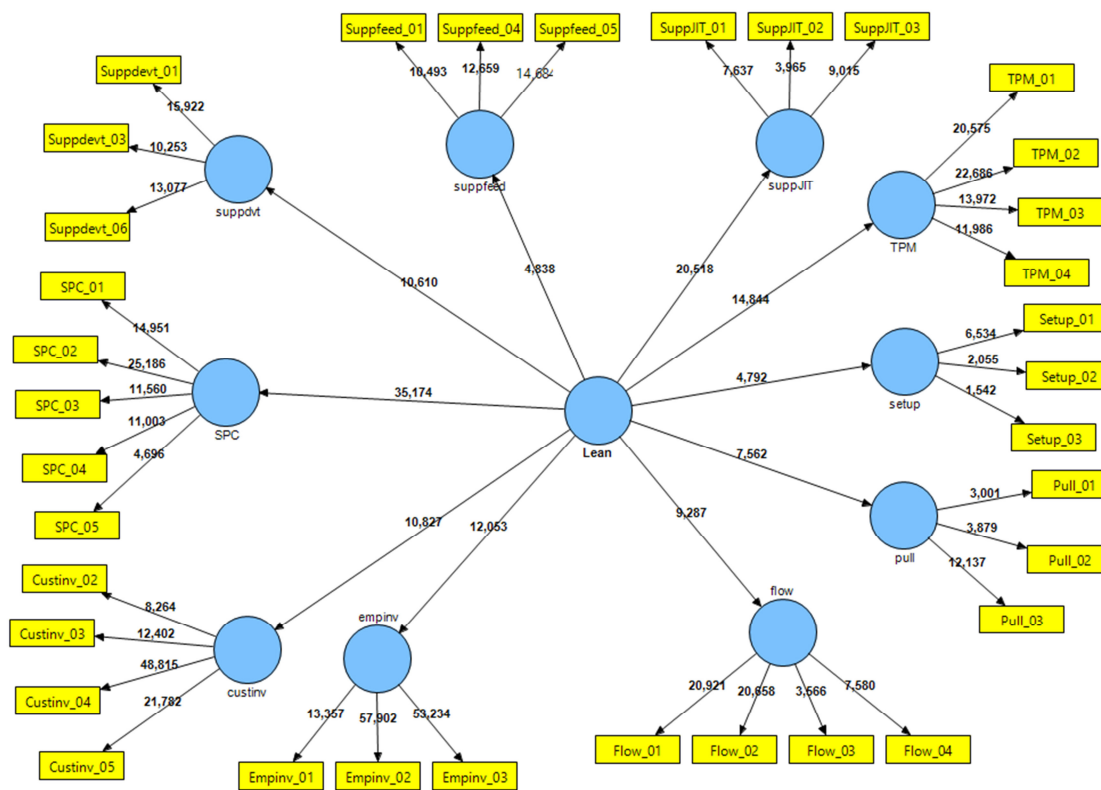
MV	custinv	empinv	flow	pull	SPC	setup	suppJIT	suppdevt	suppfeed	TPM
Custinv_02	0,699*	0,318	0,134	0,121	0,410	0,201	0,226	0,140	0,224	0,349
Custinv_03	0,789*	0,361	0,116	0,129	0,435	0,127	0,317	0,426	0,348	0,363
Custinv_04	0,900*	0,445	0,335	0,325	0,466	0,269	0,444	0,419	0,230	0,326
Custinv_05	0,828*	0,290	0,252	0,296	0,390	0,140	0,431	0,311	0,197	0,221
Empinv_01	0,361	0,777*	0,283	0,113	0,399	0,265	0,349	0,429	0,065	0,320
Empinv_02	0,351	0,919*	0,321	0,374	0,602	0,426	0,252	0,288	0,029	0,456
Empinv_03	0,443	0,912*	0,427	0,343	0,539	0,445	0,336	0,393	0,096	0,478
Flow_01	0,325	0,364	0,866*	0,455	0,324	0,306	0,340	0,274	0,264	0,389
Flow_02	0,293	0,417	0,883*	0,377	0,378	0,277	0,374	0,345	0,354	0,400
Flow_03	0,032	0,082	0,625*	0,200	0,111	0,392	0,150	0,001	0,058	0,085
Flow_04	0,022	0,253	0,719*	0,349	0,182	0,477	0,138	0,107	0,048	0,139
Pull_01	-0,017	0,046	0,175	0,607*	0,144	0,269	0,260	0,039	-0,077	0,066
Pull_02	0,173	0,031	0,290	0,690*	0,170	0,152	0,165	-0,072	0,034	0,323
Pull_03	0,308	0,424	0,448	0,875*	0,476	0,224	0,345	0,185	0,235	0,525
SPC_01	0,466	0,419	0,218	0,271	0,757*	0,268	0,528	0,483	0,384	0,593
SPC_02	0,427	0,593	0,393	0,431	0,862*	0,561	0,468	0,475	0,243	0,615
SPC_03	0,422	0,377	0,181	0,341	0,797*	0,035	0,324	0,314	0,240	0,613
SPC_04	0,428	0,430	0,306	0,342	0,727*	0,048	0,489	0,447	0,309	0,513
SPC_05	0,165	0,388	0,193	0,204	0,571*	0,443	0,418	0,183	-0,097	0,139
Setup_01	0,340	0,483	0,375	0,358	0,412	0,950*	0,283	0,223	0,040	0,339
Setup_02	-0,049	0,227	0,328	0,058	0,153	0,804*	0,047	0,031	-0,188	-0,037
Setup_03	-0,080	0,172	0,390	-0,053	0,088	0,649*	0,113	0,005	-0,189	-0,118
SuppJIT_01	0,438	0,374	0,598	0,390	0,310	0,170	0,694*	0,332	0,417	0,247
SuppJIT_02	0,038	0,138	0,121	0,117	0,417	0,324	0,608*	0,419	0,171	0,186
SuppJIT_03	0,373	0,199	-0,024	0,210	0,534	0,067	0,787*	0,539	0,486	0,420
Suppdevt_01	0,327	0,488	0,207	0,215	0,475	0,320	0,617	0,818*	0,357	0,331
Suppdevt_03	0,323	0,166	0,218	-0,036	0,332	-0,079	0,395	0,706*	0,484	0,326
Suppdevt_06	0,307	0,261	0,238	0,053	0,394	0,097	0,352	0,779*	0,434	0,238
Suppfeed_01	0,246	-0,002	0,188	0,086	0,249	-0,124	0,358	0,480	0,774*	0,289
Suppfeed_04	0,376	0,092	0,180	0,139	0,277	0,008	0,433	0,432	0,824*	0,363
Suppfeed_05	0,123	0,078	0,309	0,170	0,252	-0,004	0,513	0,409	0,832*	0,391
TPM_01	0,358	0,648	0,392	0,530	0,632	0,278	0,426	0,370	0,307	0,766*
TPM_02	0,285	0,255	0,400	0,288	0,465	0,211	0,317	0,379	0,449	0,797*
TPM_03	0,363	0,220	0,231	0,326	0,569	0,138	0,312	0,257	0,389	0,835*
TPM_04	0,204	0,358	0,128	0,434	0,519	0,056	0,243	0,202	0,221	0,791*

*maior loading

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com vistas ao teste de robustez do modelo, um *bootstrapping* de 5.000 subamostras foi utilizado para estimar a significância estatística dos relacionamentos existente no modelo, conforme pode ser observado na Figura 9 e Tabela 8.

Figura 9 Bootstrapping do Modelo



Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 8 Análise de Significância dos relacionamentos do modelo estrutural

Relação	Carga	t valor	Sig.
Lean → SPC	0,861	35,17	*
Lean → TPM	0,777	14,84	*
Lean → custinv	0,675	10,83	*
Lean → empinv	0,710	12,05	*
Lean → flow	0,604	9,29	*
Lean → pull	0,563	7,56	*
Lean → setup	0,457	4,79	*
Lean → suppJIT	0,720	20,52	*
Lean → suppdvt	0,670	10,61	*
Lean → suppfeed	0,521	4,84	*
Custinv_02 ← custinv	0,699	8,26	*
Custinv_03 ← custinv	0,789	12,40	*
Custinv_04 ← custinv	0,900	48,81	*
Custinv_05 ← custinv	0,828	21,78	*
Empinv_01 ← empinv	0,777	13,36	*
Empinv_02 ← empinv	0,919	57,90	*
Empinv_03 ← empinv	0,912	53,23	*
Flow_01 ← flow	0,866	20,92	*
Flow_02 ← flow	0,883	20,66	*
Flow_03 ← flow	0,625	3,57	*
Flow_04 ← flow	0,719	7,58	*
Pull_01 ← pull	0,607	3,00	*
Pull_02 ← pull	0,690	3,88	*
Pull_03 ← pull	0,875	12,14	*
SPC_01 ← SPC	0,757	14,95	*

Relação	Carga	t valor	Sig.
SPC_02 ← SPC	0,862	25,19	*
SPC_03 ← SPC	0,797	11,56	*
SPC_04 ← SPC	0,727	11,00	*
SPC_05 ← SPC	0,571	4,70	*
Setup_01 ← setup	0,950	6,53	*
Setup_02 ← setup	0,804	2,06	**
Setup_03 ← setup	0,649	1,54	N.S.
SuppJIT_01 ← suppJIT	0,694	7,64	*
SuppJIT_02 ← suppJIT	0,608	3,96	*
SuppJIT_03 ← suppJIT	0,787	9,01	*
Suppdevt_01 ← suppdvt	0,818	15,92	*
Suppdevt_03 ← suppdvt	0,706	10,25	*
Suppdevt_06 ← suppdvt	0,779	13,08	*
Suppfeed_01 ← suppfeed	0,774	10,49	*
Suppfeed_04 ← suppfeed	0,824	12,66	*
Suppfeed_05 ← suppfeed	0,832	14,68	*
TPM_01 ← TPM	0,766	20,58	*
TPM_02 ← TPM	0,798	22,69	*
TPM_03 ← TPM	0,835	13,97	*
TPM_04 ← TPM	0,791	11,99	*

*p value < 0,01; ** p value < 0,05. ; N. S. (Non Significant)

Fonte: Dados da Pesquisa.

A maior parte das relações do modelo é estatisticamente válida ao nível de significância (p valor < 0,01) conforme ilustrado na Tabela 8. Porém, somente quatro constructos possuem uma carga relevante (acima de 0,7) e que, portanto, representam o que as PMEs brasileiras entendem como sendo os pontos principais da Manufatura Enxuta.

É o caso dos seguintes construtos: Controle Estatístico de Processos (SPC); Manutenção Produtiva Total (TMP); Envolvimento de Funcionários (Empinv), e a entrega JIT por fornecedores (SuppJIT).

É importante ressaltar que é intrínseco a cada um desses quatro constructos, nem todos os itens possuem uma carga relevante (maior que 0,7). Ou seja, as PMEs do Brasil tendem a entender e implantar as práticas de menor complexidade e custo em seus processos de negócio, deixando de lado algumas ferramentas.

É o caso das seguintes situações:

- Relativo ao constructo Controle Estatístico de Processo, o item de SPC_05 (Realizamos estudos de capacidade do processo antes do lançamento do novo produto);
- Relativo a entrega do constructo JIT pelos fornecedores, os itens Supp_JIT01 (Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos) e Supp_JIT02 (Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa *Just-in-Time*).

Os constructos: envolvimento do cliente, Fluxo Contínuo, Produção Puxada, redução do *setup*, desenvolvimento de fornecedores e de nossos fornecedores apresentaram carga menor que 0,7. Isso fornece indícios de que tais constructos e suas práticas não são entendidos como parte central da Manufatura Enxuta para as PMEs brasileiras. Mesmo assim, algumas práticas (itens) dentro desses constructos são bastante utilizados pelas empresas, como se pode ver na Tabela 8.

É o caso, por exemplo, da prática (item) Suppfeed_01 (nós estamos frequentemente em contato com os nossos fornecedores), cujas estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 2 obtiveram os maiores valores.

O mesmo ocorre com as práticas (itens) Custinv_01, Flow_05, Suppfeed_05, Setup_04, Custinv_03, Suppdvt_03, and Suppfeed_04. Todos esses itens estão entre as 10 práticas mais utilizadas pelas empresas, porém seus constructos, em termos de modelo estrutural, apresentam cargas não relevantes.

Portanto, essas práticas, apesar de bastante utilizadas não são entendidas como parte da Manufatura Enxuta pelas PMEs brasileira.

O próximo capítulo traz as conclusões acerca do levantamento realizado.

CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou as práticas de Manufatura Enxuta mais utilizada e que estão sendo implementadas dentro das PMEs brasileiras. Além disso, este trabalho também teve como objetivo apresentar o que é Manufatura Enxuta na visão de PMEs no Brasil.

A pesquisa revelou quais práticas de Manufatura Enxuta estão sendo implementadas pelas PMEs no Brasil. Na Tabela 8 apresenta uma lista completa de tais itens.

O presente trabalho conclui que as PMEs no Brasil têm uma visão estreita do que é realmente Manufatura Enxuta. Somente os constructos Controle Estatístico de Processo, Manutenção Produtiva Total, Envolvimento de Funcionários, a entrega JIT por fornecedores representam as PMEs no Brasil.

As PMEs no Brasil não consideram os outros constructos importantes, tais como o envolvimento do cliente, Fluxo Contínuo, Produção Puxada, redução do tempo de *Setup*, desenvolvimento de fornecedores e de nossos fornecedores como parte do sistema de manufatura enxuta. Embora estas práticas sejam muito importantes para as empresas, elas não representam os constructos de um sistema de empresa enxuta como um todo. Isto representa uma oportunidade para as PMEs brasileiras, uma vez que a implementação de práticas enxutas de forma integrada é considerada um dos pontos-chave para o sucesso da filosofia *lean*.

A pergunta que fica para pesquisas futuras. Se implementar quatro constructos *lean* de forma integrada, as PMEs brasileiras terão resultados positivos com a implementação da Manufatura Enxuta. Além disso, replicar tal estudo em diferentes países e com amostras maiores é um caminho interessante para estudos futuros.

Todas essas conclusões foram resultado do método de Mínimos Quadrados Parcial e de modelagem de equações estruturais (PLS-SEM), que avalia a carga de cada construção (variável latente) em vez de medidas individuais usadas na maioria dos levantamentos descritivos.

REFERÊNCIAS

ABDULMLEK, F.A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal of Production Economics**, n.107, p. 223-236, 2006.

ACHANGA, Pius; SHEHAB, Esam; ROY, Rajkumar; NELDER, Geoff. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Vol. 17 No. 4, 2006, pp. 460-471.

Bollen, K. A. Outliers and improper solutions: A confirmatory factor analysis example. **Sociological Methods and Research**, 15, p.375–384, 1987.

Bonavia, T.; Marin, A.M. An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. **International Journal of Operations and Production Management**, v.26, n.5, p. 505-531, 2006.

Bortolotti, T.; Danese, P.; Romano, P. Assessing the impact of just in time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. **International Journal of Production Research**, v.51, n.4, p.1117-1130, 2013.

Browning, T.R.; Heath, R.D. Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. **Journal of Operations Management**, v.27, n.1, p. 23-44, 2009.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. Londres: Uniwin Hyman, 1989.

CHASE, Richard B.; AQUILANO, Nicholas J.; JACOBS, F. Robert. *Administração da Produção para vantagens competitivas*. São Paulo: Bookman, 2006.

CHAVEZ, Robert ; GIMENEZ, Cristina ; FYNES, Brian ; WIENGARTEN, Frank ; YU, Wantao. Internal lean practices and operations performance; The contingency perspective of industry clockspeed. **International Journal of Operations & Production Management**, v.33, n.5, p.562-588, 2013.

CHEN, F. C.; SOUSA, K. H.; WEST, S. G. Testing measurement invariance of Second Order Factor Models. **Structural Equation Modeling**, v.12 n.3, p.471-492, 2005.

CORREA, H, L.; GIANESI, I. G. N. **Just-in-Time, MRP II e OPT – um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada**. 2ª ed. Rio Grande do Sul: Bookman, 2008.

DONG, Yan; CARTER, Craig R.; DRESNER, Martin E. JIT purchasing and performance: an exploratory analysis of buyer and supplier perspectives. **Journal of Operations Management**, v.19, p.471-483, 2001.

DOOLEN, T.L.; HACKER, M.E. A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. **Journal of Manufacturing Systems**, v.24, n.1, p.55-67, 2005.

DORA, M.; KUMAR, M.; VAN GOUBERGEN, D.; Molnar, A.; Gellynck, X. Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs. **Trends in Food Science & Technology**, n.31, p.156-164, 2013.

ESWARAMOORTHY, M et al. A survey on lean practices in Indian machine tool industries. **International Journal Advanced Manufacturing Technology**, n. 52 , p.1091-1101, 2011.

FLORIANE, D. E. **O grau de internacionalização, as competências e desempenho da PME Brasileira**. 2010. 307 f. Tese (Doutorado em Administração) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FORRESTER, P.L. et al. Lean production, market share and value creation in the agricultural machinery sector in Brazil. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.21, n.7, p.853-871, 2010.

FORZA, C. Surveys. In: KARLSSON, C. (Editor). **Researching operations management**. New York: Routledge, 2009.

FORZA, Cipriano. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 22, Nº2, pp.152-194, 2002.

FULLERTON, R.R.; MC WATTERS, C.S.; FAWSON, C. An examination of the relationship between JIT and financial performance. **Journal of Operations Management**, n.21, p.383-404, 2003.

GALSWORTH, Gwendolyn D.. **Virtual systems: harnessing the power of the visual workplace**. New York: American Management Association, p.320, 1997.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**. São Paulo: Altas, 2012.

GARVIN. D.A. **Manufacturing Strategic Planning**. California Management Review, Summer 1993.

GUERRA, M. **Visão de algumas ferramentas da qualidade total**. Material de aula disponível em 8/2008. Disponível em: <http://www.uscs.edu.br/comu/aacc/material_disponivel/curso2_ferramentas_da_qualidade.pdf>. Acesso: 19 jul. 2013.

HAIR. J. JR; ANDERSON, R. E.; BLACK, W. C. **Análise Multivariada de dados**. 5 ed. São Paulo: Bookman, 2005.

HAJMOHAMMAD, Sara ; VACHON, Stephan ; KLASSEN, Robert D. ; GAVRONSKI, Iuri. Lean management and supply management: their role in green practices and performance. **Journal of Cleaner Production**, v.39, p.312-320, 2013.

HAYES, R., PISANO, G. UPTON, D.; WEELWRIGHT, S. **Operations, Strategy, and Techonology**. United State of America: John Wiley & Sons, p.369, 2004.

HODGE, G.L et al. Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. **Production Planning and Control**, v.22, n.3, p.237-247, 2011.

HOFER, C.; EROGLU, C.; HOFER, A.R. The effect of lean production on financial performance: the mediating role of inventory leanness. **International Journal of Production Economics**, n.128, p.2542-2653, 2012.

INMAN, R. Anthony ; SALE, R. Samuel ; GREEN, Kenneth W. ; WHITTEN, Dwayne. Agile manufacturing: Relation to JIT, operational performance and firm performance. **Journal of Operations Management**, v.29, n.4, p.343-355, 2011.

JAYARAM, J.; VICKERY,S.; DROGE, C. Relationship building, lean strategy and firm performance: an exploratory study in the automotive supplier industry. **International Journal of Production Research**, v.46, n.20, p. 5633–5649, 2008.

KAMADA, S. **Como operar um “andon”**. Lean Institute Brasil. Disponível em:<http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_36.pdf>. Acesso: 19 jul. 2013.

KLINGENBERG, B.; TIMBERLAKE, R.; GEURTS, T. G.; BROWN, R. J. The relationship of operational innovation and financial performance -A critical perspective. **Internacional Jornal of Production Economics**, v.142, n.2, p.317–32, April 2013.

LA ROVERE, R. Perspectivas das micro, pequenas e médias empresas no Brasil.**Rev. Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro: UFRJ, v. 5, 2001.

LANDER, E.; LIKER, J.K. The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. **International Journal of Production Research**, v.45, n.16, p.3681-3698, 2007.

LAWSON, B.; COUSINS, P.D.; HANDFIELD, R.B.; PETERSEN, K.J. Strategic purchasing, supply management practices and buyer performance improvement: an empirical study of UK manufacturing organizations. **International Journal of Production Research**, v.47, n.10, p. 2649-2667, 2009.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças**. Publicado: jul/2009. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/leanmail/74/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padrao-das-liderancas.aspx>>. Acesso: 19 jul. 2013.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação: um guia prático para implantação dos 4 PS da Toyaoata. Porto Alegre: Bookman, p.432, 2007.

LIKER, J.K. **The Toyota Way**: 14 management principles from the world's greatest manufacturer, 1st Edition, Mc Graw Hill: New York, NY. 2004.

LIKER, J.K.; FRANZ, J.K. **O Modelo Toyota de Melhoria Contínua**. Estratégia + experiência operacional = desempenho superior. Porto Alegre: Bookman, 2011.

LIMA, M. L. C.; ZAWISLAK, P. A. Manufatura Enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. **Revista Produção** v. 13 n. 2 2003.

MACKELPRANG, A.W.; NAIR, A. Relationship between just in time manufacturing practices and performance: a meta-analytic investigation. **Journal of Operations Management**, n.28, p.283-302, 2010.

MARCONI, M. de A.; Lakatos, E.M. **Técnicas de Pesquisa**. 7ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARÔCO, J. **Análise de Equações Estruturais**. Fundamentos Teóricos, Software & Aplicações. Report Number. Pêro Pinheiro, 2010.

MARSH, H.W.; HOCEVAR, D. Application of confirmatory factor analysis to the study of self-concept: First- and higher order factor models and their invariance across groups. **Psychological Bulletin**, n.97, p.362-582, 1985.

MEIER-SORIANO, H.; FORRESTER, P. L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Intregrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p.104-109, 2002.

MIGUEL, Paulo A. C.; HO, Linda L. Levantamento tipo survey. In: MIGUEL, Paulo A.M (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, p.73-99, 2010.

MOREIRA, M.M. Fear of China: Is there a future for manufacturing in Latin America?, **World Development**, v.35, n.3, p.355-376, 2007.

NASAB, H. H.; BIOKI, T. A.; ZARE, H. K. Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v.73 n.81, p.29-30, 2012.

NAWANIR, G.; TEONG, L.K.; OTHMAN, S.N. Impact of lean practices on operations performance and business performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.24, n.7, p.1019-1050, 2013.

NIGHTINGALE, D. J.; MIZE, J. H. Development of a Lean Enterprise Transformation Maturity Model. **Information Knowledge Systems Management**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2002.

NORDIN, N.; DEROS, B.;WAHAB, D.Z. A Survey on Lean Manufacturing Implementation in Malaysian Automotive Industry. **International Journal of Innovation, Management and Technology**, v.1, n.4, p. 374-379, 2010.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PANIZZOLO, R. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationship management. **International Journal of Production Economics**, n.55, p.223-240, 1998.

PERES, W., STUMPO, G. Small and medium-sized manufacturing enterprises in Latin America and the Caribbean under the New Economic Model, **World Development**, v.28, n.9, p.1643-1655, 2000.

PÉREZ, M.P.; SANCHEZ, A.M. Lean Production and supplier relations: a survey of practices in the Aragonese automotive industry. **Technovation**, v.20, n.12, p.665-676, 2000.

PIORE M. J.; SABEL, C. F. **The second industrial divide: possibilities for prosperity.** New York: Basic Books, 1984.

PORTAL BRASIL. **Economia e Emprego: Mapa das micro e pequenas empresas.** 2 de fevereiro de 2012. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/02/o-mapa-das-micro-e-pequenas-empresas>> Acessado: janeiro de 2014.

RAHMAN, S.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SOHAL, A. S. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 7, p. 839-852, 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar : Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SAHOO, A.K.; SINGH, N.K.; SHANKAR, R.; TIWARI, M.K. Lean Philosophy: implementation in a forging industry. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, n.36, p.451-462, 2008.

SALE, M.L.; INMAN, R.A. Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC. **International Journal of Production Research**, v. 41, n.4, p.829-844, 2003.

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

SEBRAE, **Critérios de Classificação de Empresas: Ei - Me – Epp.** Disponível em: < <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso: 24 de jul. 2013.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil.** Disponível em:<

- <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/Micro-e-pequenas-empresas-geram-27%25-do-PIB-do-Brasil>>. Acessado: janeiro de 2014.
- SHAFERA, S. M.; MOELLERB, S.B. The effects of Six Sigma on corporate performance: An empirical investigation. **Journal of Operations Management**. 30, 521–532, 2012.
- SHAH, R.; WARD, P.T. Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance. **Journal of Operations Management**, v.21, n.2, p.129-149, 2003.
- SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, n.25, p.785–805, 2007.
- SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, p.327, 2003.
- SIPPER, D.; BULFIN, R. L. JR. **Production**: Planning, Control, And Integration. New York: Mcgraw-Hill, 1997.
- SLACK, N.; CHARNBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOHAL, A. S.; EGGLESTONE, A. Lean Production: Experience among Australian Organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 11, p.35-51, 1994.
- SOUZA, M. C. A. F. **Pequenas e médias empresas na reestruturação industrial**. Brasília: SEBRAE, 1995.
- TAJ, S.; MOROSAN, C. The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.22, n.2, p.223-240, 2011.
- THURER, M.; GODINHO FILHO, M.; STEVENSON, M.; FREDENDALL, L.D. Competitive priorities of small manufacturers in Brazil. **Industrial Management & Data Systems**, v.113 n.6, p.856-874, 2013.
- WADHWA, Rhythm Suren. Flexibility in manufacturing automation: A living lab case study of Norwegian metalcasting SMEs. **Journal of Manufacturing Systems**, n.31, p.444-454, 2012.
- WAGNER, S. M.; GROSSE-RUYKENA, P. T.; ERHUNB, F. The link between supply chain fit and financial performance of the firm. **Journal of Operations Management**, n.30, p. 340–353. 2012.
- WARD, P., ZHOU, H. Impact of information technology integration and lean/ just-in-time practices in lead-time performance. **Decision Sciences**, v.37, n2,p.177-302, 2006.

WETZELS, M.; ODEKERKEN-SCHRÖDER, G.; VAN OPPEN, C. Using PLS Path Modeling for Assessing Hierarchical Construct Models: Guidelines and Empirical Illustration, **Management Information Systems Research Center**, v. 33, n.1, p.177-195, 2005.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **LeanThinking**. Free Press, New York, NY, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T., **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts of Technology sobre o futuro do automóvel. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **The Machine that changed the world**. Raeson Associates, New York, 1990.

YAMANE, T. **Statistics**: an introductory analysis. 2. ed. New York: HarperCollins, 1967.

YANG, M. G.; HONG, P.; MODI, S. B. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: an empirical study of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v.129, p.251-261, 2011.

APÊNDICE A - Questionário da Pesquisa

Instruções de Preenchimento

- Somente as áreas hachuradas em **amarelo** deverão ser respondidas;
- O questionário é composto predominantemente por questões fechadas a fim de facilitar seu preenchimento. Utilize somente um **X** para escolher a opção desejada;
- Do lado direito das questões consta a coluna "Status do Preenchimento". A cor **verde** indica o correto preenchimento, enquanto a **vermelha** indica erro. Fique atento!

BLOCO 1 – IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE SUA EMPRESA E DO RESPONDENTE

1.1 EM RELAÇÃO À EMPRESA OU UNIDADE EM QUE VOCÊ COLABORA, ASSINALE A OPÇÃO QUE A DESCREVE:

1.1.1 **Opcional: Nome da empresa** (Não será divulgado!)

email para contato, se desejar participar do sorteio do livro:

1.1.2 **Número de funcionários atual (SELECIONE APENAS UMA ALTERNATIVA):**

Até 19 20 a 99 100 a 499 mais de 500 empregados

Status do preenchimento

Selecione uma opção !

1.1.3 **Composição do capital:**

Nacional % Estrangeiro %

Selecione uma opção !

1.1.4 **Localização:**

Estado → Capital OU Interior País origem:

1.1.5 **Sector (SELECIONE APENAS UMA ALTERNATIVA):**

Alimentos e bebidas Edição e impressão Indústria Extrativa Minerais Não Metálicos Produtos têxteis
 Artefatos de couro Eletrônicos e Comunicações Máquinas e Equipamentos Montagem Aeronáutica Refino de Petróleo
 Borracha e Plásticos Equipamentos de Informática Material Elétrico Produtos metálicos Veículos Automotores
 Celulose e papel Equipamentos Médicos Metalurgia Básica Produtos Químicos Vestuário e acessórios
 Outro:

Selecione uma opção !

1.1.6 **Destino das vendas (% faturamento total):**

Mercado Interno: % Mercado Externo: (se for o caso)

1.2 NOS ÚLTIMOS 5 ANOS:

		Discordo Totalmente							Concordo Totalmente							Status do preenchimento				
		1	2	3	4	5	6	7	Concordo Totalmente							0				
1.2.1	Nossa empresa adotou formalmente a produção enxuta como referência para configuração do sistema produtivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	A produção enxuta não é adotada formalmente em nossa empresa	Selecione uma opção !
1.2.2	Nossa empresa como um todo foi afetada por uma crise econômico-financeira NACIONAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	A crise não influenciou nossa empresa	Selecione uma opção !	
1.2.3	Nossa empresa como um todo foi afetada por uma crise econômico-financeira INTERNACIONAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	A crise não influenciou nossa empresa	Selecione uma opção !	
1.2.4	O número de empregados diminuiu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Não ocorreu em nossa empresa	Selecione uma opção !	

1.3 EM RELAÇÃO A VOCÊ, PONTUE, POR FAVOR:

1.3.1 **Nível Hierárquico (SELECIONE APENAS UMA ALTERNATIVA):**

Supervisão Gerência Diretoria Presidência Outro:

Status do preenchimento

Selecione uma opção !

1.3.2 **Área em que atua (SELECIONE APENAS UMA ALTERNATIVA):**

Manufatura Qualidade Logística Compras Desenvolvimento do produto Marketing Outra:

Selecione uma opção !

1.3.3 **Tempo em que atua na empresa (SELECIONE APENAS UMA ALTERNATIVA):**

< 3 anos 3 - 5 anos 5 - 7 anos 7 - 10 anos > 10 anos

Selecione uma opção !

BLOCO 2 – LEVANTAMENTO DAS PRÁTICAS DE MANUFATURA ENXUTA ADOTADAS POR SUA EMPRESA

2.1 Que objetivo(s) estratégico(s) os clientes esperam de sua empresa? Marque quantas alternativas precisar.

Custo Ambiental Agilidade Flexibilidade Outro: _____
 Confiabilidade de entrega Qualidade Social Velocidade de Entrega/Responsividade

Status do preenchimento
 Seleccione uma opção !

2.2 Qual a Tipologia Produtiva Principal adotada pela empresa:

Produção para estoque (MTS) Produção sob Encomenda (MTO) Montagem sob Encomenda (ATO) Engenharia sob Encomenda (ETO)

Status do preenchimento
 Seleccione uma opção !

2.3 Em relação à utilização de práticas de manufatura enxuta adotadas em sua empresa assinale de acordo com a escala a seguir o seu nível de concordância:

Práticas de Manufatura Enxuta nas Empresas		Marque um "X" na opção que mais descreve sua empresa							Status do preenchimento			
		Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	6	7	Concordo Totalmente		
me1	Nós temos contato frequente com nossos fornecedores										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me2	Nossos fornecedores frequentemente visitam nossa empresa										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me3	Nós frequentemente visitamos nossos fornecedores										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me4	Nós damos retorno aos fornecedores sobre o desempenho deles em qualidade e entregas										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me5	Nós trabalhamos intensamente para estabelecer relacionamentos duradouros com nossos fornecedores										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me6	Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me7	Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa Just in Time (JIT)										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me8	Nós temos um programa formal de certificação de fornecedores										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me9	Nossos fornecedores estão contratualmente comprometidos em cada ano para redução de custos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me10	Nossos fornecedores-chave estão localizados próximos à(s) nossa(s) empresa(s)										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me11	Nós temos um canal de comunicação claro e direto com nossos fornecedores-chave										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me12	Nós nos esforçamos para reduzir o número de fornecedores em cada categoria (ABC, por exemplo)										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me13	Nossos fornecedores-chave gerenciam nossos estoques										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me14	Nós avaliamos nossos fornecedores com base no custo total e não por preço unitário										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me15	Nós nos temos contato frequente com nossos clientes										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me16	Nossos clientes frequentemente visitam nossa empresa										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me17	Nossos clientes nos dão retorno sobre o nosso desempenho em qualidade e entrega										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me18	Nossos clientes estão ativamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me19	Nossos clientes estão diretamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me20	Nossos clientes frequentemente compartilham informações de demanda atual e futura com o departamento de marketing										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me21	Nós conduzimos regularmente pesquisas de satisfação com nossos clientes										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me22	A produção é "puxada" pela expedição de produtos acabados										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me23	A produção nas estações de trabalho é "puxada" pela demanda atual da próxima estação										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me24	Nós usamos kanbans, quadros ou contenedores com cartões para controlar a produção										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me25	Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de processamento similares										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me26	Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de programação (sequenciamento) similares										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me27	Os equipamentos são agrupados para produzir em fluxo contínuo uma família de produtos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me28	As famílias de produtos determinam o layout da fábrica										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me29	O ritmo de produção está diretamente relacionado com a taxa de demanda dos clientes										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me30	Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de setup										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me31	Nós trabalhamos com baixos tempos de setup em nossa fábrica										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me32	Os equipamentos de nossa fábrica possuem baixo tempo de setup										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me33	Lead times curtos permitem responder rapidamente às solicitações dos clientes										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me34	Grande quantidade de equipamentos/processos no chão de fábrica encontram-se sob controle (na qualidade)										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me35	Nós utilizamos extensivamente técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me36	Painéis visuais com gráficos e cartas de controle que ilustram taxa de defeitos são usados como ferramentas no chão de fábrica										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me37	Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me38	Nós conduzimos estudos de capacidade de processo antes de lançar um novo produto										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me39	Os empregados de chão de fábrica são fundamentais para compor as equipes de solução de problemas										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me40	Os empregados de chão de fábrica direcionam os programas de sugestões de melhorias										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me41	Os empregados de chão de fábrica conduzem os esforços de melhoria de produtos e processos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me42	Nós dedicamos uma considerável parcela de cada dia para planejar atividades relacionada à manutenção dos equipamentos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me43	Nós realizamos manutenção regularmente em todos nossos equipamentos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me44	Nós mantemos excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !
me45	Nós disponibilizamos e compartilhamos entre os empregados de chão de fábrica excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos										<input type="checkbox"/>	Seleccione uma opção !