

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

LÉONY LUIS LOPES NEGRÃO

CARACTERIZAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN*
***MANUFACTURING* NA REGIÃO AMAZÔNICA: IDENTIFICAÇÃO DO**
GRAU DE ADOÇÃO E SEU EFEITO NO DESEMPENHO
EMPRESARIAL

TESE DE DOUTORADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

LÉONY LUIS LOPES NEGRÃO

CARACTERIZAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN*
***MANUFACTURING* NA REGIÃO AMAZÔNICA: IDENTIFICAÇÃO DO**
GRAU DE ADOÇÃO E SEU EFEITO NO DESEMPENHO
EMPRESARIAL

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Planejamento e Controle de Sistemas Produtivos.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Godinho Filho

São Carlos/SP

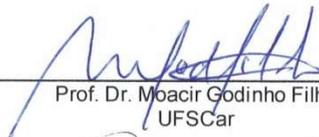
2016



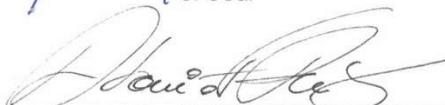
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado do candidato Léony Luis Lopes Negrão, realizada em 13/12/2016:



Prof. Dr. Moacir Godinho Filho
UFSCar



Prof. Dr. Antônio Freitas Rentés
USP



Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza
UNESP



Prof. Dr. Gilberto Miller Devos Ganga
UFSCar

Prof. Dr. Luis Antonio de Santa Eulalia
USHERBROOKE

Certifico que a sessão de defesa foi realizada com a participação à distância do membro Luis Antonio de Santa Eulalia e, depois das arguições e deliberações realizadas, o participante a distância está de acordo com o conteúdo do parecer da comissão examinadora redigido no relatório de defesa do(a) aluno(a) Léony Luis Lopes Negrão.



Prof. Dr. Moacir Godinho Filho
Presidente da Comissão Examinadora
UFSCar

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Lino e Francisca Negrão pela educação e caráter que me acompanham no dia a dia, às minhas inspiradoras filhas Emmile e Eva e ao meu filho Léony Filho (*in memoriam*), à minha esposa Railene pela dedicação, aos meus sobrinhos Brendo e Glenda e aos meus irmãos Lédson e Lizieth pelos momentos felizes que já passamos e que ainda vamos passar juntos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre me acompanhou, me manteve motivado e com saúde plena, desde o início até hoje, por ocasião da defesa de minha Tese de Doutorado.

Aos meus pais, esposa, filhas, irmãs e sobrinhos pela paciência, motivação e compreensão em face das minhas escolhas e dedicação aos estudos e pesquisas para realização deste trabalho.

Ao Professor Orientador Dr. Moacir Godinho Filho, por toda a condução e contribuição para a realização deste trabalho, principalmente pela amizade e incentivo durante o doutoramento. E não podia deixar de agradecer pelas agradáveis partidas de futebol durante esse intenso período de estudos.

Ao Professor Dr. Gilberto Miller Devós Ganga pelas valiosas aulas de estatísticas, sugestões de referências que contribuíram não só para a realização desta pesquisa, mas para minha formação acadêmica/profissional.

Aos Professores Dr. Antônio Freitas Rentes, Dr. Luis Antonio de Santa-Eulália, Dr. Fernando Bernardi de Souza e Dr. Gilberto Miller Devós Ganga por todas as observações, críticas e recomendações sugeridas durante o exame de qualificação e defesa final para melhoria desta tese.

À Universidade do Estado do Pará, ao Governo do Estado do Pará e à CAPES pela oportunidade e incentivo financeiro para cursar Doutorado.

Aos profissionais do DEP/UFSCar, professores e demais colaboradores, pela experiência vivenciada no Doutorado. Em especial aos professores Dr. Moacir, Dr. Mário Batalha, Dr. Roberto Martins, Dr. Alceu, Dr. Menegon, Dr. Camaroto, Dr. Toledo. Estes professores contribuíram muito para o meu aprimoramento profissional.

Aos Professores Ariluze (Corrente do Saber), Lucilene (Grupo Escolar Ângelo Cesarino Doce), Barata e Beth (E.E.E.F.M Joé Elias Emim), Otoni, Nivaldo, Daniel Palheta, Rendenção, Cinira e Valdez (E.E.E.M Prof. Orlando Bitar), Manoel Maximiano (UEPA), Ichihara (UFPA) pelos ensinamentos educacionais, exemplo de dedicação ao magistério e por fortalecer em mim o interesse pela carreira docente.

Aos meus Tios Dionísio, Almeida e Manoel por todo o incentivo direcionado aos meus estudos.

Aos meus grandes amigos Relson, Robi, Adriano, Almirzinho, Aluizinho, Kadu, Cy, Jairo (Bobô), Neto pelas parcerias desde a infância e que permanecem até hoje nas partidas de

futebol que já jogamos e que ainda vamos jogar e nas cervejadas que já bebemos e que ainda vamos beber.

Ao Francisco Sena, ou simplesmente Sena, que, por meio da escolhinha de futsal na quadra de esportes Petrolima, despertou em mim o interesse e gosto pelos estudos. Tal apreço me levou até a conquista do Título de Doutor em Engenharia de Produção.

Aos amigos da família Seu França e D. Suely pelo incentivo e orações direcionadas às mim durante o período de Doutorado.

Aos meus amigos do Campus XX da UEPA, Prof. Dr. Rubens Cardos, Profa. Mariana, Prof. Anderson Costa e D. Rosalba e demais colaboradores por todo incentivo e *feedback* ao longo desta jornada.

Aos colegas da turma de Doutorado da UFSCar, em especial aos amigos Mariana, Leila, Erlindo, Iedo, Fábria, Fabrício e Admilson.

A todos os meus primos e tios, em especial aos integrantes do Negrão FS, Barroca (Hélio), Danielson, Marinho, Clay, Márcio, Jaison, Marivan, Serginho, Jefferson, João, Célio, Janeson, Jeidson, Mayk, Itamar, Tio João e Tio Mário pela parceria e momentos felizes em nossas partidas de futebol.

RESUMO

Os objetivos desta tese foram identificar o caminho de implementação de práticas *Lean* na indústria manufatureira localizada em uma região de recursos escassos de um país em desenvolvimento, avaliar o grau de adoção de tais práticas conforme determinadas variáveis de controle (tamanho da empresa, setor industrial e tipologia produtiva principal) e avaliar o efeito da implementação de *Lean Manufacturing* no desempenho das empresas pesquisadas. Por meio de um *Survey*, foi possível investigar a implementação da manufatura enxuta com o uso de técnicas estatísticas robustas para definição do modelo de mensuração estabelecido como o caminho de adoção da manufatura enxuta pela indústria pesquisada e avaliar o efeito de tal adoção no desempenho empresarial. Os resultados mostram um elevado grau de adoção do *Lean*, porém de forma parcial, evidenciada pela identificação do seu caminho de implementação, composto por seis práticas internas (troca rápida de ferramentas, gestão de recursos humanos, fluxo contínuo, manutenção produtiva total, processo puxado e controle estatístico do processo) e duas externas (feedback de fornecedor e envolvimento de cliente). Além disso, duas importantes práticas *Lean* (fornecimento Just In Time e desenvolvimento de fornecedores) não vem sendo implementadas, provavelmente em função das características da região do país onde as empresas estão inseridas, a saber: fornecedores distantes e falta de infraestrutura de transporte/logística somada a grande extensão territorial da região estudada. Além disso, tal implementação tem ocorrido de forma fragmentada, visto que dentre as 36 medidas operacionais que compreendem as oito práticas consideradas como o caminho de implantação do *Lean*, 13 não foram implementadas. Verificou-se também que o grau de adoção das práticas *Lean* muda conforme o tamanho das empresas (empresas maiores tendem a implementar mais práticas comparada às empresas menores) e o setor industrial. Entretanto, não houve variação no grau de adoção conforme a tipologia produtiva principal. Por fim, observou-se que o modelo estrutural de inter-relação de *Lean Manufacturing*, apresenta efeito positivo sobre o desempenho empresarial nos âmbitos operacional, financeiro e ambiental.

Palavras-chave: Lean. Just in Time. Desempenho. Indústria. Sistema de Produção Enxuta. Manufatura Enxuta. Sistema Toyota de Produção.

ABSTRACT

The objectives of this thesis were to identify the path of implementation of lean practices in the manufacturing industry located in a region of scarce resources from a developing country, to evaluate the insertion degree such means according certain control variables (company size, industrial sector and the main productive typology) as well as to evaluate the effects of the lean manufacturing implementation on the performance of the companies studied. By means of a Survey, it was possible to investigate the lean manufacturing implementation using robust statistical techniques to define the measurement model defined as the mean of lean manufacturing adoption by the industry researched and to evaluate the effect of such adoption on performance. The results show a high, but partial, degree of lean adoption, which is observed by the identification of its implementation path composed of six internal practices (Single-Minute Exchange of Dies, Human Resource Management, Continuous Flow, Total Productive Maintenance, and Statistical Process Control) and two external (Supplier feedback and Customer engagement). Two other important lean practices (Just In Time delivery and Supplier development) have not been implemented, probably due to the region and country characteristics in where the companies are located such as: remote suppliers and lack of transport/logistics infrastructure plus the great territorial extension. In addition, such adoption has occurred in a fragmented way, as from 36 operational measures that comprise the eight practices considered as the lean implementation path, 13 have not been implemented. Moreover, it was verified the degree of adoption of the lean practices changes according to the company's size (bigger companies tend to incorporate more practices compared to smaller companies) and the industrial sector. However, there has been no variation in the degree of adoption considering the main productive typology. Finally, it was observed the Lean Manufacturing interrelationship model has a positive effect on operational, financial and environmental performances.

Keywords: Lean. Just in Time. Performance. Industry. Lean Production System. Lean Manufacturing. Toyota Production System.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Valores médios de crescimento econômico de 2003 a 2014...	26
FIGURA 1.2	Crescimento econômico de 2003 a 2014.....	27
FIGURA 1.3	Ranking dos Estados no PIB em 2012.....	28
FIGURA 1.4	Número de indústria por mesorregião.....	29
FIGURA 1.5	Resumo da estrutura da tese.....	33
FIGURA 2.1	Diagrama do Sistema Toyota de Produção.....	39
FIGURA 2.2	Etapas do VSM.....	43
FIGURA 2.3	Princípio do não custo.....	47
FIGURA 3.1	Passos para a realização do presente estudo.....	57
FIGURA 3.2	Percentual de artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas <i>lean</i> por país.....	75
FIGURA 3.3	Percentual de artigos que relacionam o grau de adoção de práticas <i>lean</i> ao desempenho empresarial por país.....	77
FIGURA 3.4	Ranking de utilização das práticas <i>lean</i> (artigos que tratam do grau de adoção).....	78
FIGURA 3.5	Ranking de utilização das práticas <i>lean</i> (artigos que relacionam o grau de adoção ao desempenho).....	79
FIGURA 4.1	Caminho de implementação do <i>lean</i>	115
FIGURA 5.1	Modelo para investigação empírica de H4	135
FIGURA 5.2	Caminho de implementação do <i>lean</i>	146
FIGURA 5.3	Modelo estrutural de impacto da adoção do <i>lean manufacturing</i> no desempenho das empresas	149
FIGURA 5.4	Resultado do modelo estrutural de impacto da adoção do <i>lean manufacturing</i> no desempenho das empresas	150
FIGURA 5.5	Resultado do modelo estrutural de impacto da adoção do <i>lean manufacturing</i> no desempenho das empresas, após a exclusão do EP	152

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1	Classificação de artigos que estudaram o grau de adoção de práticas <i>lean</i>	63
TABELA 3.2	Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas <i>lean</i> com desempenho da empresa.....	68
TABELA 3.3	Relação de práticas <i>lean</i> com o desempenho operacional....	84
TABELA 3.4	Relação de práticas <i>lean</i> com o desempenho financeiro.....	88
TABELA 3.5	Relação de práticas <i>lean</i> com o desempenho ambiental....	89
TABELA 4.1	Protocolo de busca e seleção da literatura	97
TABELA 4.2	Estudos mapeados na literatura que caracterizam a adoção de práticas <i>lean</i> em países em desenvolvimento	98
TABELA 4.3	Caracterização das empresas	105
TABELA 4.4	Caracterização dos respondentes	106
TABELA 4.5	Estatísticas descritiva e ANOVA de Friedman	109
TABELA 4.6	Rotação dos fatores, comunalidade e variância total explicada pelos fatores.....	111
TABELA 4.7	Validação dos fatores conforme a CFA	114
TABELA 4.8	Medidas de qualidade de ajustes	114
TABELA 4.9	Estatística descritiva das oito práticas em função as variáveis de controle e Testes M de Box e da MANOVA	120
TABELA 5.1	Estudos mapeados na literatura que relacionam a adoção de práticas <i>lean</i> com desempenho empresarial nos países em desenvolvimento	133
TABELA 5.2	Caracterização das empresas	137
TABELA 5.3	Caracterização dos respondentes	137
TABELA 5.4	Estatísticas descritiva e ANOVA de Friedman	142
TABELA 5.5	Rotação dos fatores, comunalidade e variância total explicada pelos fatores.....	144
TABELA 5.6	Validação dos fatores conforme a CFA	145
TABELA 5.7	Medidas de qualidade de ajustes	145
TABELA 5.8	Rotação dos fatores, comunalidade e variância total explicada pelos fatores.....	148
TABELA 5.9	Validade convergente dos fatores conforme a SEM	151

TABELA 5.10	Validade convergente dos fatores conforme a SEM	153
TABELA 5.11	Medidas de qualidade de ajustes	153
TABELA 6.1	Resumos dos resultados empíricos das hipóteses de investigação	161

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1	Tipos e definição de desperdícios.....	40
QUADRO 3.1	Protocolo de busca e seleção da literatura.....	58
QUADRO 3.2	Relação e codificação dos setores industriais identificados nos artigos.....	59
QUADRO 3.3	Relação e codificação das práticas <i>lean</i> estudadas.....	60
QUADRO 3.4	Relação e codificação das técnicas estatísticas.....	61
QUADRO 3.5	Relação e codificação dos indicadores de desempenho.....	62
QUADRO 5.1	Relação de indicadores de desempenho.....	148

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

SPE	Sistem de Produção Enxuta
JIT	<i>Just in time</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística
FMI	Fundo Monetário Internacional
EUA/USA	Estados Unidos da América / United State of America
PIB	Produto Interno Bruto
RMB	Região Metropolitana de Belém
FIEPA	Federação das Indústria do Estado do Pará
WIP	<i>Work in process</i>
VSM	<i>Value Steam Mapping</i> /Mapeamento de Fluxo de Valor
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> /Manutenção Produtiva Total
Suppfeed	<i>Supplier Feedback/Feedback</i> de fornecedor
SuppJIT	<i>JIT Delivery by Supplier</i> /Entrega JIT pelos Fornecedores
Suppdevt	<i>Supplier Development</i> /Desenvolvimento de fornecedores
Custinv	<i>Customer Involvement</i> /Envolvimento do cliente
Flow	Fluxo contínuo
Pull	Processo puxado
SMED/TRF	<i>Single Minute Exchange of Die</i> /Troca Rápida de Ferramentas
TPI	Tempo de Preparação Interno
TPE	Tempo de Preparação Externo
TQC	<i>Total Quality Control</i>
HRM	<i>Human Resource Management</i> /Gestão de Recursos Humanos
Cellmanf	Manufatura Celular
Heijk	Heijunka
Pokyok	Poka Yoke
Invred	Redução de Estoque
Newprod	Desenvolvimento de Novos Produtos
Standz	Padronização
Vismang	Gestão Visual
CEP/SPC	Controle Estatístico do Processo/ <i>Statistical Process Control</i>

CNAE	Código Nacional de Atividade Econômica
BP	Desempenho Empresarial
OP	Desempenho Operacional
FP	Desempenho Financeiro
EP	Desempenho Ambiental
Prodt	Produtividade
Custsats	Satisfação dos Clientes
LT	<i>Lead Time</i>
OTD	Entrega no Prazo
Flex	Flexibilidade
Invles	Nível de Estoque
Spered	Redução de Espaço
Emplsats	Satisfação dos Funcionários
SNPI	Velocidade de Desenvolvimento de Novos Produtos
PR	Relação Positiva
NR	Relação Negativa
UCM	Custo Unitário de Produção
ROI	Retorno Sobre Investimento
Proft	Rentabilidade
Accosimp	Simplificação da Contabilidade
Markshr	Participação no Mercado
OC	Cultura Organizacional
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
ILP	Práticas lean interna
TT	Turbulência Tecnológica
MAP	Práticas de Gestão Contábil
SCM	Gestão da Cadeia de Suprimentos
LE	Grande Empresa
WM	Minimização de Resíduos
FM	Gestão de Fluxo
NFMP	Medida não Financeira de Desempenho
EFA	Análise Fatorial Exploratória

CFA	Análise Fatorial Confirmatória
MANOVA	Análise de Variância Multivariada
SEM	Modelagem de Equações Estruturais
MTS	<i>Make to stock</i>
MTO	<i>Make to order</i>
ETO	<i>Engineering to order</i>
CPA	Análise de Componentes Principais
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
CA	Alfa de Cronbach
CITC	Correlação Total do Item Corrigido
MSA	Medida de Adequação da Amostra
AVE	Variância Média Extraída
CR	Confiabilidade Composta
MSV	Máxima Variância Quadrada Compartilhada
ASV	Média Variância Quadrada Compartilhada
RMSEA	Média da Raíz Quadrada do Erro de Aproximação
SRMR	Média da Raíz dos Resíduos Padronizados
GFI	Índice de Qualidade de Ajuste
CFI	Índice de Ajuste Comparativo
IFI	Índice de Ajuste Incremental
TLI	Índice de Tucker-Lewis
PNFI	Índice de Ajuste Parcimônio Normal
PCFI	Índice de Ajuste Parcimônio Comparativo
PME	Pequenas e Médias Empresas
FGS	Níveis de Estoque de Produto Acabado
RMS	Níveis de Estoque de Matéria Prima
Rewrate	Taxa de Retrabalho
Perford	Pedido Perfeito
Sales	Vendas
Conhazmat	Consumo de Materiais Perigosos/Nocivos/Tóxicos
Energy	Consumo de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 Caracterização do tema de pesquisa	21
1.2 Formulação das questões e objetivos de pesquisa	23
1.2.1 <i>Questões de pesquisa</i>	23
1.2.2 <i>Objetivos de pesquisa.....</i>	24
1.3 Justificativa.....	25
1.4 Estrutura do trabalho.....	31
2 SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA.....	35
2.1 Origens do Sistema de Produção Enxuta.....	35
2.2 Contextualização	37
2.2.1 <i>Os conceitos e tipos de desperdícios.....</i>	38
2.3 Os Princípios do Sistema de Produção Enxuta	40
2.3.1 <i>Valor para o cliente.....</i>	41
2.3.2 <i>Cadeia de valor</i>	41
2.3.3 <i>Fluxo contínuo.....</i>	43
2.3.4 <i>Produção puxada</i>	45
2.3.5 <i>Busca da perfeição</i>	46
2.4 Práticas do Sistema de Produção Enxuta	47
2.4.1 <i>Feedback para os fornecedores (Suppfeed)</i>	48
2.4.2 <i>Entrega JIT pelos fornecedores (SuppJIT)</i>	48
2.4.3 <i>Desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt)</i>	48
2.4.4 <i>Envolvimento do cliente (Custinv)</i>	48
2.4.5 <i>Processo puxado (Pull)</i>	48
2.4.6 <i>Fluxo contínuo (Flow).....</i>	48
2.4.7 <i>Redução do tempo de setup ou troca rápida de ferramenta (Setup/SMED).....</i>	49
2.4.8 <i>Manutenção produtiva total (TPM)</i>	50
2.4.9 <i>Controle estatístico do processo (SPC)</i>	51

2.4.10	<i>Envolvimento do trabalhador (Empinv)</i>	51
2.5	Considerações finais do capítulo	52
3	A ADOÇÃO DE PRÁTICAS <i>LEAN</i> E SEU EFEITO NO DESEMPENHO: REVISÃO DA LITERATURA	55
3.1	Introdução	55
3.2	Método de pesquisa da revisão da literatura	57
3.3	Classificação da literatura revisada	59
3.4	Análise e discussão da literatura revisada	74
3.4.1	<i>Países estudados</i>	74
3.4.1.1	<i>Artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas lean</i>	74
3.4.1.2	<i>Artigos que relacionaram a adoção de práticas lean com desempenho empresarial</i>	76
3.4.2	<i>Práticas lean estudadas</i>	78
3.4.2.1	<i>Artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas lean</i>	78
3.4.2.2	<i>Artigos que relacionaram a adoção de práticas lean com desempenho organizacional</i>	79
3.4.3	<i>Resultados alcançados pelos estudos revisados</i>	80
3.4.3.1	<i>Artigos que estudaram o grau de adoção de práticas lean</i>	80
3.4.3.2	<i>Artigos que relacionaram a adoção de práticas lean com desempenho organizacional</i>	82
3.5	Conclusão	89
3.5.1	<i>Contribuições acadêmicas</i>	90
3.5.2	<i>Contribuições gerenciais</i>	91
3.5.3	<i>Limitações do estudo e diretrizes para futuras pesquisas</i>	92
4	O CAMINHO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE <i>LEAN MANUFACTURING</i> EM UMA REGIÃO COM RECURSOS ESCASSOS: UM <i>SURVEY</i> NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL	95

4.1	Introdução.....	95
4.2	Revisão da literatura.....	97
4.2.1	<i>Adoção do lean em países em desenvolvimento</i>	97
4.2.2	<i>Discussão da literatura – desenvolvimento de hipóteses</i>	102
4.3	Método de pesquisa.....	104
4.3.1	<i>Amostra e procedimentos de coleta de dados</i>	104
4.3.1.1	<i>Caracterização das empresas e respondentes</i>	105
4.3.2	<i>Análise dos dados</i>	106
4.4	Resultados e discussão	108
4.4.1	<i>Análise da adoção dos elementos de cada prática lean.....</i>	108
4.4.2	<i>Avaliando a organização dos elementos lean dentro de cada prática</i>	110
4.4.3	<i>O caminho de implementação do lean na região estudada</i>	113
4.4.4	<i>A influência de variáveis de controle no caminho de implementação do lean ..</i>	118
4.5	Conclusão	123
4.5.1	<i>Contribuições acadêmicas</i>	123
4.5.2	<i>Contribuições gerenciais.....</i>	124
4.5.3	<i>Limitação do estudo e diretrizes para futuras pesquisas.....</i>	125
5	O EFEITO DO LEAN MANUFACTURING NO DESEMPENHO EMPRESARIAL EM UMA REGIÃO COM RECURSOS ESCASSOS: UMA SURVEY NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL	127
5.1	Introdução.....	127
5.2	Revisão da literatura.....	128
5.2.1	<i>Adoção de lean manufacturing na indústria ao redor do mundo</i>	129
5.2.2	<i>Relação da adoção de lean manufacturing com desempenho empresarial em países desenvolvidos</i>	130
5.2.3	<i>Relação da adoção de lean manufacturing com desempenho empresarial em países em desenvolvimento e desenvolvimento de hipóteses</i>	132
5.3	Método de pesquisa.....	136
5.3.1	<i>Amostra e procedimentos de coleta de dados</i>	136

5.3.2	<i>Medidas incluídas no instrumento de pesquisa</i>	136
5.3.2.1	<i>Caracterização das empresas e respondentes</i>	137
5.3.2.2	<i>Práticas lean e indicadores de desempenho</i>	137
5.3.3	<i>Análise dos dados</i>	139
5.4	Resultados e discussão	140
5.4.1	<i>A implementação do lean manufacturing na região estudada</i>	141
5.4.2	<i>O impacto de lean manufacturing no desempenho empresarial (hipótese H4)</i> 147	
5.4.2.1	<i>Avaliando a estrutura de correlação dos indicadores de desempenho</i>	147
5.4.2.2	<i>Avaliando o modelo estrutural de inter-relação de lean com o desempenho empresarial</i>	148
5.5	Conclusão	155
5.5.1	<i>Contribuições acadêmicas</i>	155
5.5.2	<i>Contribuições gerenciais</i>	156
5.5.3	<i>Limitação do estudo e diretrizes para futuras pesquisas</i>	157
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE	160
	REFERÊNCIAS	164
	APÊNDICES	182
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	183
	APÊNDICE B - MATRIZ DE CÁLCULO DA ANÁLISE POST HOC DO TESTE DE FRIEDMAN	188
	APÊNDICE C - ANÁLISE <i>POST HOC</i> DA MANOVA DO GRUPO TAMANHO DAS EMPRESAS	189
	APÊNDICE D - ANÁLISE <i>POST HOC</i> DA MANOVA DO GRUPO DE SETORES EMPRESARIAIS	190
	APÊNDICE E - ANÁLISE <i>POST HOC</i> DA MANOVA DO GRUPO TIPOLOGIA PRODUTIVA PRINCIPAL	194

APÊNDICE F – MATRIZ DE CÁLCULO DA ANÁLISE POST HOC DO TESTE DE FRIEDMAN.....	195
---	------------

1 INTRODUÇÃO

A presente tese aborda o estudo de adoção das práticas de *lean manufacturing* na indústria de transformação localizada na Região Amazônica do Brasil, em especial no Estado do Pará, e o efeito que tais práticas apresentam no desempenho empresarial das empresas pesquisadas. Para melhor compreensão deste capítulo, o mesmo encontra-se estruturado da seguinte forma: na Seção 1.1, encontra-se a caracterização do tema desta tese, tendo como suporte o estudo da literatura com o objetivo de apresentar inicialmente a lacuna e motivação da pesquisa; a Seção 1.2 apresenta a formulação das questões e dos objetivos centrais desta pesquisa; a Seção 1.3 detalha as principais motivações quanto ao objeto de análise para o desenvolvimento deste trabalho; o capítulo foi finalizado com a Seção 1.4, que apresenta e detalha as interligações entre os capítulos desta tese.

1.1 Caracterização do tema de pesquisa

Para superar os desafios do mundo dos negócios globalizados as organizações vêm investindo cada vez mais em práticas (por exemplo, seis *sigma*, manufatura enxuta, *benchmarking*, qualidade total, e gestão da cadeia de suprimentos) que visem tornar os sistemas de produção mais enxutos, flexíveis e responsivos, e resultem na melhoria do nível de serviço ao cliente, redução de custos, inovação em produtos e processos, mais investimentos em tecnologia de informação, capacitação de recursos humanos e melhor utilização de ativos.

Dentre essas práticas, merece destaque o Sistema de Produção Enxuta – SPE, conhecido também por Manufatura Enxuta (WOMACK; JONES; ROSS, 2004; WOMACK; JONES, 1998; WOMACK; JONES; ROSS, 1991). Tal abordagem é considerada muito mais do que apenas um sistema de administração da produção, por incluir conceitos, filosofias, práticas/ferramentas relativos à qualidade total, planejamento, programação e controle da produção, gestão integrada do fornecedor, desenvolvimento de produto e capacitação de recursos humanos (LIKER; HOSEUS, 2009; LIKER, 2004). Shah e Ward (2007) caracterizaram a manufatura enxuta a partir de dez subdimensões originais e o conceituaram como sendo um sistema sócio técnico integrado cujo principal objetivo é eliminar resíduos, simultaneamente reduzindo ou minimizando variabilidade interna, cliente e fornecedor.

A mentalidade enxuta é hoje uma referência mundial de práticas gerenciais a serem seguidas, e vem sendo utilizado pelas indústrias de bens de consumo e de capital com o

intento de melhorar a produtividade por meio da eliminação de desperdícios e consequente redução dos custos operacionais. Alguns estudos mapeados na literatura têm explorado este contexto (por exemplo, LUCATO et al., 2014; BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; YANG; YANG, 2013; FULLERTON; McWATTERS, 2002). A manufatura enxuta busca atenuar a variabilidade de fornecimento, produção e demanda (HOPP; SPEARMAN, 2004; TRÉVILLE; ANTONKIS, 2006), fazendo uso de um conjunto de práticas/ferramentas de gestão do processo de produção e de toda a cadeia de valor (SHAH; WARD, 2007).

Os estudos que abordam a implementação da manufatura enxuta pela indústria tanto de países desenvolvidos como de países em desenvolvimento têm evidenciado o uso de práticas internas e externas (PANWAR et al., 2015; DORA et al., 2014; HERZOG; TONCHIA, 2014; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; KULL et al., 2014; DORA et al., 2013; GHOSH, 2013; KUMAR et al., 2013; CHEN; TAN, 2012; FUENTES-MOYANO; DÍAZ-SACRISTÁN; JURADO-MARTÍNEZ, 2012; HOFER; EROGLU; HOFER, 2012; YANG; HONG; MODI, 2011; RAHMAN; LAOSIRIHONGTHONG; SOHAL, 2010; SHAH; WARD, 2007; WARD; ZHOU, 2006; SHAH; WARD, 2003). Por exemplo, Shah e Ward (2007) pesquisaram a indústria dos Estados Unidos e caracterizaram a produção enxuta a partir de dez subdimensões originais, sendo quatro fatores externos (três relacionadas ao fornecedor, uma relacionada ao cliente) e seis fatores internos. A ligação entre as práticas de gestão interna e externa das empresas é de vital importância para o sucesso de adoção da manufatura enxuta (PANIZZOLO, 1998). Na Índia, por exemplo, as pesquisas de Ghosh (2013) e Kumar et al. (2013) mostraram níveis elevados de adoção de algumas práticas *lean* (principalmente internas) assim como Hum e Hg (1995) em Singapura, em contraste com o estudo de Panwar et al. (2015), também na Índia, que analisou um segmento específico da indústria (produção contínua) e concluíram que poucas práticas *lean* internas foram implementadas devidos as características do sistema de produção.

Especificamente com relação aos estudos realizados em países desenvolvidos, Fuentes-Moyano, Díaz-Sacristán e Jurado-Martínez (2012) mediram o impacto que as relações com os agentes da cadeia de suprimentos têm sobre o progresso operacional da manufatura enxuta na indústria automobilística (montadoras e fornecedores de primeira camada) na Espanha. Seus resultados mostraram que o maior nível de cooperação com os fornecedores não estão positivamente relacionados com a intensidade de adoção do *lean*, mas a intensidade de adoção de práticas enxutas aumenta conforme melhora a relação de cooperação direta com os clientes. Com o mesmo foco de estudo, mas nos Estados Unidos e

em vários setores da indústria, Green JR. et al. (2014) mostraram a relação entre práticas enxutas e gestão da cadeia de suprimentos.

Outros estudos mediram o efeito cultural da indústria e da nação em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento, mostrando que a eficácia da manufatura enxuta é sensível às dimensões culturais, por exemplo, com forte impacto das práticas enxutas sobre o desempenho operacional tanto na indústria como em países com altos níveis de coletivismo em comparação às indústrias e países com orientação individualista (WIENGARTEN et al., 2015; KULL et al., 2014).

Ainda em relação às aplicações em países desenvolvidos, alguns estudos reduziram as práticas *lean* em internas e externas, mostrando que as práticas internas apresentam alto grau de adoção e melhoram o desempenho organizacional da indústria em contra ponto às práticas externas, as quais tem baixo grau de adoção com impacto no desempenho das empresas no longo prazo (FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; CHEN; TAN, 2012; HOFER; EROGLU; HOFER, 2012; FURLAN; VINELLI; PONT, 2011; FULLERTON; WEMPE, 2009; PONT; FURLAN; VINELLI, 2008; MATSUI, 2007; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001). Outras pesquisas evidenciaram que a maior aplicação de práticas enxutas externas (principalmente, fornecimento Just in Time – JIT) melhora o desempenho financeiro das empresas (INMAN et al., 2011; YANG; HONG; MODI, 2011; FULLERTON; MCWATTERS; FAWSON, 2003; CALLEN; FADER; KRINSKY, 2000).

1.2 Formulação das questões e objetivos de pesquisa

Diante do exposto buscou-se caracterizar empiricamente como as práticas *lean* estão sendo implementadas na indústria de transformação localizada em uma região de baixo desenvolvimento econômico de um país em desenvolvimento, por meio das seguintes questões e objetivos de pesquisa, embasados pela extensa discussão da literatura ao redor do mundo.

1.2.1 Questões de pesquisa

Toda essa conjuntura do momento suscitou em um questionamento maior, no âmbito da indústria de transformação no Brasil, formulado por meio de três questões, a saber:

QUESTÃO 01: *Qual o caminho de implementação do lean na indústria de transformação localizada em uma região de baixo desenvolvimento econômico de um país em desenvolvimento?*

QUESTÃO 02: *O grau de adoção das práticas que compreende o atual caminho de implementação do lean na indústria de transformação estudada é influenciado pelo tamanho da empresa, setor industrial e tipo de operação?*

QUESTÃO 03: *Qual o efeito de adoção do lean manufacturing no desempenho empresarial da indústria de transformação estudada?*

Por meio desses questionamentos de pesquisa, esta tese apresenta os objetivos centrais que delimitaram sua abrangência de desenvolvimento. Assim como, essas questões foram investigadas por meio de hipóteses de pesquisa que estão formuladas nos capítulos 4 e 5 da presente tese.

1.2.2 Objetivos de pesquisa

- a. Identificar o caminho de implementação de práticas *lean* adotado pela indústria de transformação localizada na Região Amazônica/Brasil;
- b. Analisar o grau de adoção das práticas *lean* pelas empresas estudadas, conforme o tamanho da empresa, setor industrial e tipo de operação;
- c. Analisar o efeito no desempenho empresarial das empresas estudadas, resultante da adoção das práticas *lean*.

O desenvolvimento desta tese para atender as questões e objetivos supracitados e possibilitar a divulgação irrestrita de seus resultados e análises empíricas, se deu em formato de artigo. Assim sendo, o capítulo 3 (Revisão da Literatura) serviu de base teórica para os capítulos 4 (Definição e Análise de Adoção das Práticas Lean) e 5 (Relação de Adoção das Práticas Lean com o Desempenho Empresarial). Logo, as Seções “Introdução”, “Revisão da Literatura” e “Método de Pesquisa” ficaram, em alguns pontos, idênticas, diferenciando-os nas Seções “Resultados e Discussão” e “Conclusão”, para cada um desses capítulos 4 e 5.

O objeto de análise deste trabalho é a indústria de transformação localizada em uma região de recursos escassos, especificamente, o Estado do Pará. Portanto, na Seção 1.3 são apresentadas algumas características e dados que possam explicar as razões para essas definições de análises nesta tese.

1.3 Justificativa

Nesta Seção buscou-se caracterizar e contextualizar o objeto de pesquisa sob o ponto de vista da importância na geração de conhecimento que possam contribuir com o estado da arte do tema estudado.

Até o ano de 2014, o reconhecimento do Brasil como uma das grandes forças da economia internacional era enfatizada pelas agências de risco e imprensa internacional, migrando da posição de um país emergente para uma economia de influência global, e que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE –, nos últimos 10 anos (de 2003 a 2013) apresentou um crescimento médio exato de 3,5%. No entanto, em 2014 a economia brasileira ficou estagnada com alta de 0,1% (IBGE, 2015).

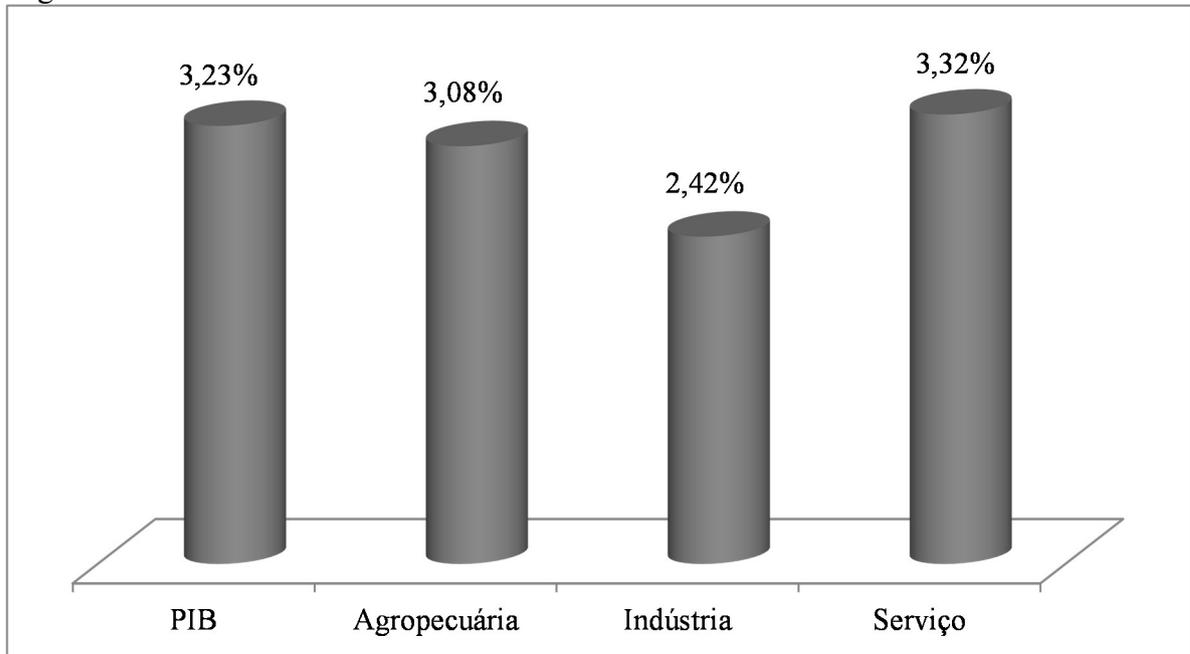
Ainda conforme o IBGE (2015) e FMI (2015), na América do Sul o Brasil foi o país com a economia que menos cresceu em 2014, sendo que ainda tiveram a Argentina e a Venezuela com queda no desempenho de suas economias (1,7% e 3%, respectivamente), e a Bolívia como sendo a economia que mais cresceu em 2014 (5,2%). Esse mesmo indicador para as principais economias da Europa, quem mais cresceu em 2014 foi a da Irlanda (3,6%) e a que menos cresceu foi a da Rússia com 0,2%. Ainda destaca-se o Reino Unido com crescimento de 3,2%, mas a Alemanha cresceu somente 1,4%, a França 0,4%, e a Itália que teve um decréscimo de 0,2% na sua economia (FMI, 2015). Na América do Norte e Central, têm-se os Estados Unidos da América (EUA) com crescimento de 2,2% e o México com 2,4%. Sendo o Panamá o país que mais cresceu em 2014 (6,6%) e El Salvador a economia que menos cresceu (1,7%) (FMI, 2015). No continente asiático o Japão aparece com a economia que menos cresceu em 2014 (0,9%) contra a economia de Turcomenistão que cresceu 10,1% como sendo a mais crescente. A China cresceu 7,4% e a Índia teve sua economia acrescida de 5,6% (FMI, 2015).

Em termos médios por continente, observa-se que a Europa foi quem menos cresceu em 2014 (1,4%) e a Ásia a economia com o maior crescimento no mesmo período (4,44%). A América do Sul e Caribe marcaram crescimento médio em 2,08%, atrás da América do Norte e Central que apresentou crescimento econômico médio no valor de 3,12% (FMI, 2015; IBGE, 2015).

Em relação o Brasil, o mesmo conta, principalmente, como pilares de sustentação de sua economia os setores industrial, de serviço e agropecuário. A agropecuária cresceu em média, nos últimos 11 anos, 3,08% e em 2014, comparado com 2013, o crescimento foi de 0,4%; a indústria cresceu em média 2,42% e em 2014 recusou em 1,2%; e o serviço cresceu em 0,7% no ano de 2014, apresentando maior crescimento médio (3,32%) nos últimos 11

anos no entre os três setores (IBGE, 2015). Observa-se na Figura 1.1 que a indústria é o setor que menos cresceu nos últimos 11 anos no Brasil em termos médios, sendo um setor de extrema importância na geração de emprego e renda para o país.

Figura 1.1 – Valores médios de crescimento econômico de 2003 a 2014.

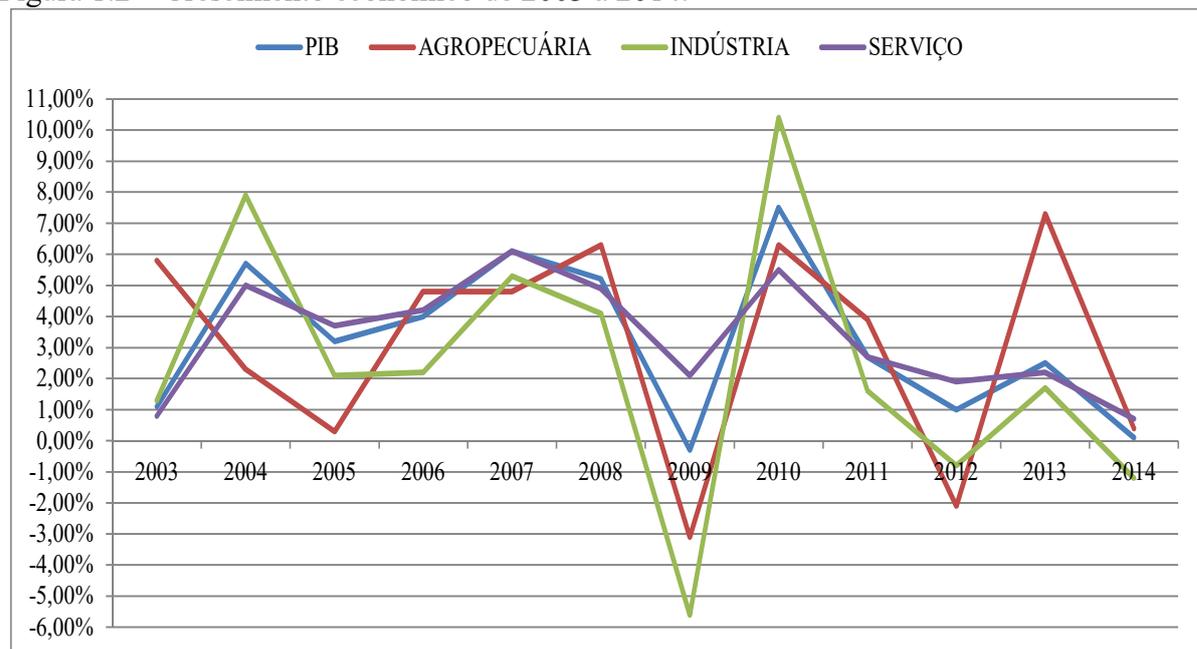


Fonte: Adaptado de IBGE (2014).

No gráfico da Figura 1.2 pode-se verificar o comportamento anual do PIB, da indústria, da agropecuária e de serviço ao longo de 2003 a 2014. Nota-se que somente nos anos de 2004 e 2010 a indústria atingiu patamares superiores ao do PIB e a de outros setores, ficando abaixo nos outros períodos. Assim como, em três anos, dentre os 11 da Figura 1.2, a indústria apresentou resultados negativos, contra duas anotações negativas da agropecuária e nenhum do setor de serviço.

Logo, conclui-se que de acordo com a disponibilidade e a histórica exploração de recursos naturais e a baixa agregação de valor dos produtos oriundos da indústria, o que, provavelmente, contribui para a perda de competitividade deste setor, requer-se primordialmente um direcionamento efetivo de estudos, aplicações e políticas que contribuam com o desenvolvimento e melhores índices de crescimentos da indústria brasileira.

Figura 1.2 – Crescimento econômico de 2003 a 2014.



Fonte: Adaptado de IBGE (2015).

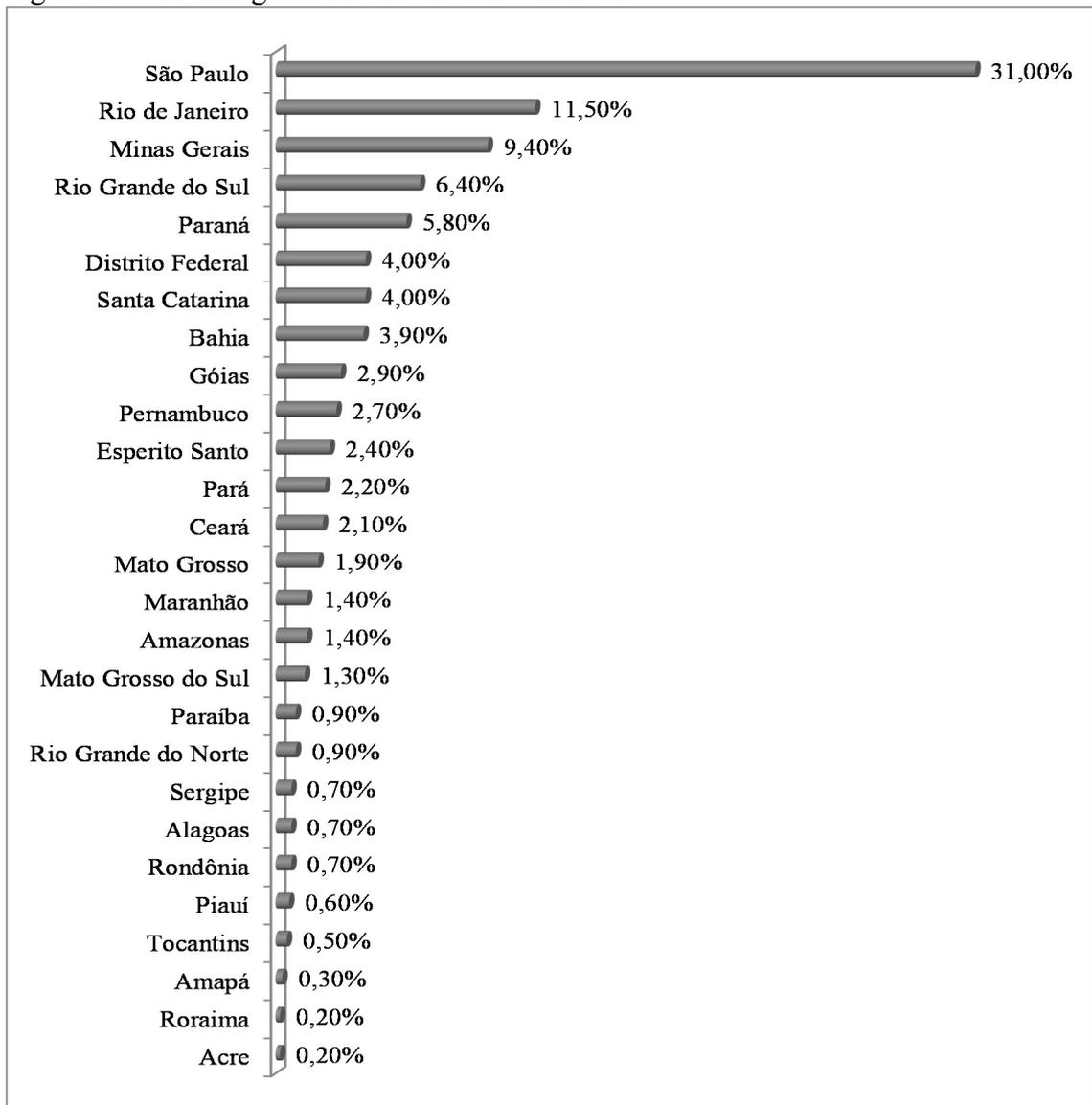
Com relação a participação do Estado do Pará no cenário econômico nacional, em termos de Produto Interno Bruto, observa-se que conforme o ranking dos Estados apresentado na Figura 1.3, está na 12ª posição entre os 27 Estados da Federação, com participação de 2,20% no PIB nacional em 2012 (IBGE, 2015).

Das cinco Regiões do Brasil, o Norte do País está em última posição com 5,50% do PIB nacional em 2012. Entretanto, o Estado do Pará é o principal agente econômico desta Região com 40,26% de participação no PIB em 2012, seguindo pelo Estado do Amazonas com 29,41% do PIB regional (IBGE, 2015).

O Estado do Pará se apresenta como o principal agente com potencial de proporcionar melhores resultados econômicos para a Região Norte do Brasil, o que contribuirá com o desenvolvimento regional e nacional. Essas melhorias poderão ser implementadas por meio de políticas que direcionem efetivamente investimentos nas funções que aprimoram os objetivos estratégicos das organizações e que possam potencializar positivamente o desempenho desses empreendimentos. Um desafio proporcional às dimensões do Estado do Pará.

O Estado do Pará compreende uma área de 1.247.954,666 km² ocupada por uma população, conforme o censo 2010, de 7.581.051 habitantes e uma projeção estimada para 2013 de 7.969.654 habitantes, e uma densidade demográfica de 6,07 habitantes por km² (IBGE, 2014). Possui 144 municípios, incluindo Belém, a Capital do Estado.

Figura 1.3 – Ranking dos Estados no PIB em 2012.



Fonte: Adaptado de IBGE (2015).

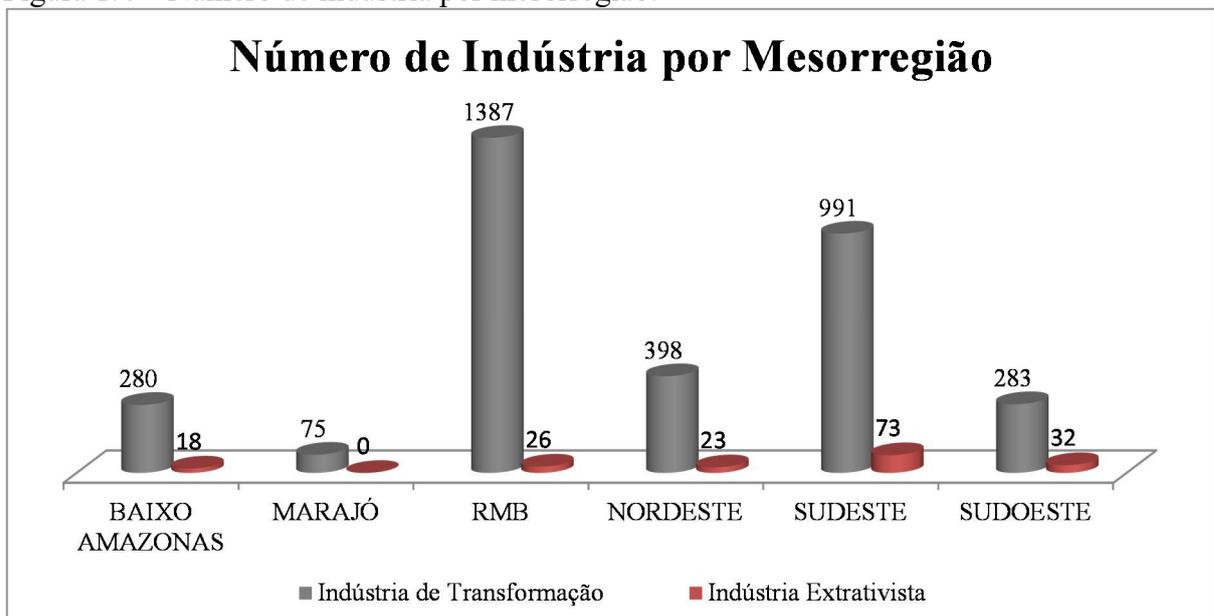
Os municípios do estado do Pará estão organizados em seis mesorregiões, listadas a seguir (GUIA INDUSTRIAL PARÁ, 2013):

- a. Baixo Amazonas (BA): formado por 15 municípios;
- b. Marajó: dispõe de 16 municípios;
- c. Região Metropolitana de Belém (RMB): a menor mesorregião com apenas 11 municípios;
- d. Região Nordeste: a maior mesorregião, com 49 municípios ;
- e. Região Sudeste: a segunda maior mesorregião, formada por 39 municípios; e
- f. Região Sudoeste: formada por 14 municípios.

A economia do Pará baseia-se no extrativismo mineral (ferro, bauxita, manganês, calcário, ouro e estanho) e vegetal (madeira), na agricultura, na pecuária, na indústria e no turismo (GOVERNO DO PARÁ, 2014). A mineração é a atividade preponderante na mesorregião sudeste do Estado, sendo Parauapebas a principal cidade produtora. A atividade pecuária, com um rebanho calculado em mais de 14 milhões de cabeças de bovinos, está mais concentrada na mesorregião sudoeste; já a agricultura é mais intensa no nordeste paraense. A indústria concentra-se mais na Região Metropolitana de Belém, encabeçada pelos distritos industriais de Icoaraci, na Capital paraense, e de Ananindeua, e nos municípios de Barcarena e Marabá (GOVERNO DO PARÁ, 2014).

Em termos de quantidades de indústria no Estado do Pará, chega-se a um montante de 3587 unidades, sendo 95,20% de indústria de transformação e 4,80% composta pela indústria extrativista (GUIA INDUSTRIAL PARÁ, 2013). Observa-se na Figura 1.4 a distribuição da indústria conforme as mesorregiões do Estado, o que fica nítido a predominância da indústria de transformação, fundamentalmente na Região Metropolitana de Belém que abrange 40,63%. Logo, quase a metade do número de indústria de transformação está distribuída nos 11 municípios da RMB com características de processo produtivos favoráveis aos preceitos do sistema *lean*. Ainda conforme a mesma Figura 1.4, a mesorregião do Sudoeste que engloba 29% da indústria de transformação é quem contempla o maior número de indústrias extrativistas, 42,44%. Onde estão localizadas grandes empresas que extraem minérios nos municípios de Marabá e Parauapebas, entre ela a Vale S/A.

Figura 1.4 – Número de indústria por mesorregião.



Fonte: Adaptado de Guia Industrial Pará (2013).

Estão projetados no horizonte de 2012 a 2016 investimentos no montante de US\$ 53 milhões para o Estado do Pará. Sendo aproximadamente 97% desse montante oriundo da iniciativa privada e direcionado para as mesorregiões RMB, Nordeste, Sudeste e Sudoeste, onde estão concentradas um pouco mais de 90% do total de indústrias do Estado (FIEPA, 2012; FIEPA, 2013).

Entretanto, a indústria no Brasil, e também no Pará, vem sofrendo devido a baixa competitividade, rigidez no processo produtivo e lançamento de novos produtos, e um desenvolvimento tecnológico ainda não compatível com as principais potências industriais de cada atividade econômica. Diversos estudos que evidenciaram a associação de práticas *lean* à competitividade das empresas, comprovaram que o uso de práticas *lean* melhora o desempenho competitivo das empresas do setor industrial (PUVANASVARAN et al., 2012; VELARDE; PIRRAGLIA; VAN DYK, 2011; GREEN JR.; INMAN, 2006; LAOSIRIHONGTHONG; DANGAYACH, 2005; FULLERTON; MCWATTERS, 2002; PANIZZOLO, 1998). O que se buscou discutir e contribuir com o tema no desenvolvimento desta tese tendo como foco a indústria de transformação.

Com o mesmo objetivo das demais empresas que implantaram e vem implantando práticas do *Lean Manufacturing*, de combinar resultados efetivos concernentes a redução de custos de produção, por meio da eliminação de desperdícios, aumento da qualidade do produto e do processo, mais envolvimento, comprometimento e satisfação dos colaboradores interno e externo, e conseqüente melhor desempenho competitivo, as empresas do Estado do Pará, em especial o setor industrial também busca por meio das práticas *lean*, melhorarem seus desempenhos organizacionais.

A histórica exploração de ativos naturais, baixa variedade e agregação de valor aos produtos, carência de parcerias efetivas a jusante e a montante na cadeia produtiva da indústria, tecnologia de informação deficitária que, entre outros, não integra a contento informações cliente-fornecedor, e uma logística de abastecimento terrestre que imprime desafios proporcionais ao tamanho do Brasil, certamente, contribui para a perda de competitividade deste setor. Essas condições de contorno, também foram consideradas quando se buscou caracterizar a adoção das práticas *lean* na indústria de transformação localizadas no Estado do Pará.

Os efeitos de adoção das práticas *lean* pela indústria são discutidos por alguns estudos que mostram uma variação na melhoria do desempenho organizacional conforme o porte das empresas, sendo mais bem relacionado às grandes empresas comparadas com empresa de tamanho menores (YANG; HONG; MODI, 2011; RHAMS;

LAOSIRIHONGTHONG; SOHAL, 2010; SHAH; WARD, 2003; LAWRENCE; HOTTENSTEIN, 1995). Enquanto que outras pesquisas concluíram que não há variação no grau de adoção de práticas de manufatura enxuta conforme o porte das empresas (LUCATO et al., 2014; MARIONES et al., 2008).

Entretanto, observa-se a necessidade de mais estudos que reforce ou questione tais resultados, uma vez que a contextualização do SPE sinaliza quanto ao arcabouço do tipo de processo produtivo, o que independe do porte da empresa. Essa relação do grau de implementação de práticas enxutas conforme a tipologia do processo de produção, acrescentando o tipo de atividade econômica das empresas, foi estudada por alguns autores (TAJ; MOROSAN, 2011; LAWRENCE; HOTTENSTEIN, 1995), que retratam que há variação no nível de adoção das práticas, inclusive correlacionando-se com o desempenho operacional.

Quanto à relação das práticas *lean* com o desempenho da empresa, quer seja performance financeira e não financeira, a literatura mostra algumas contradições que sinaliza para a necessidade de mais estudos que possam contribuir com a temática. O capítulo 3 desta tese mostra uma análise, classificação e discussão da literatura que ratifica esta afirmação e ressalta a importância e motivação central de realização desta pesquisa. O que despertou o interesse em pesquisar como esta área de conhecimento está sendo aplicada pela indústria do Estado do Pará, em face da complexidade de tal sistema de manufatura, para que se possam tecer conclusões, avaliações, políticas de melhorias e estratégias gerenciais com foco no aprimoramento e na maximização dos resultados almejados pelas indústrias do Estado, com análises e conclusões empíricas que possam modificar o *status quo* da teoria utilizada por meio das respostas às questões de pesquisa e atendimento dos objetivos norteadores deste estudo.

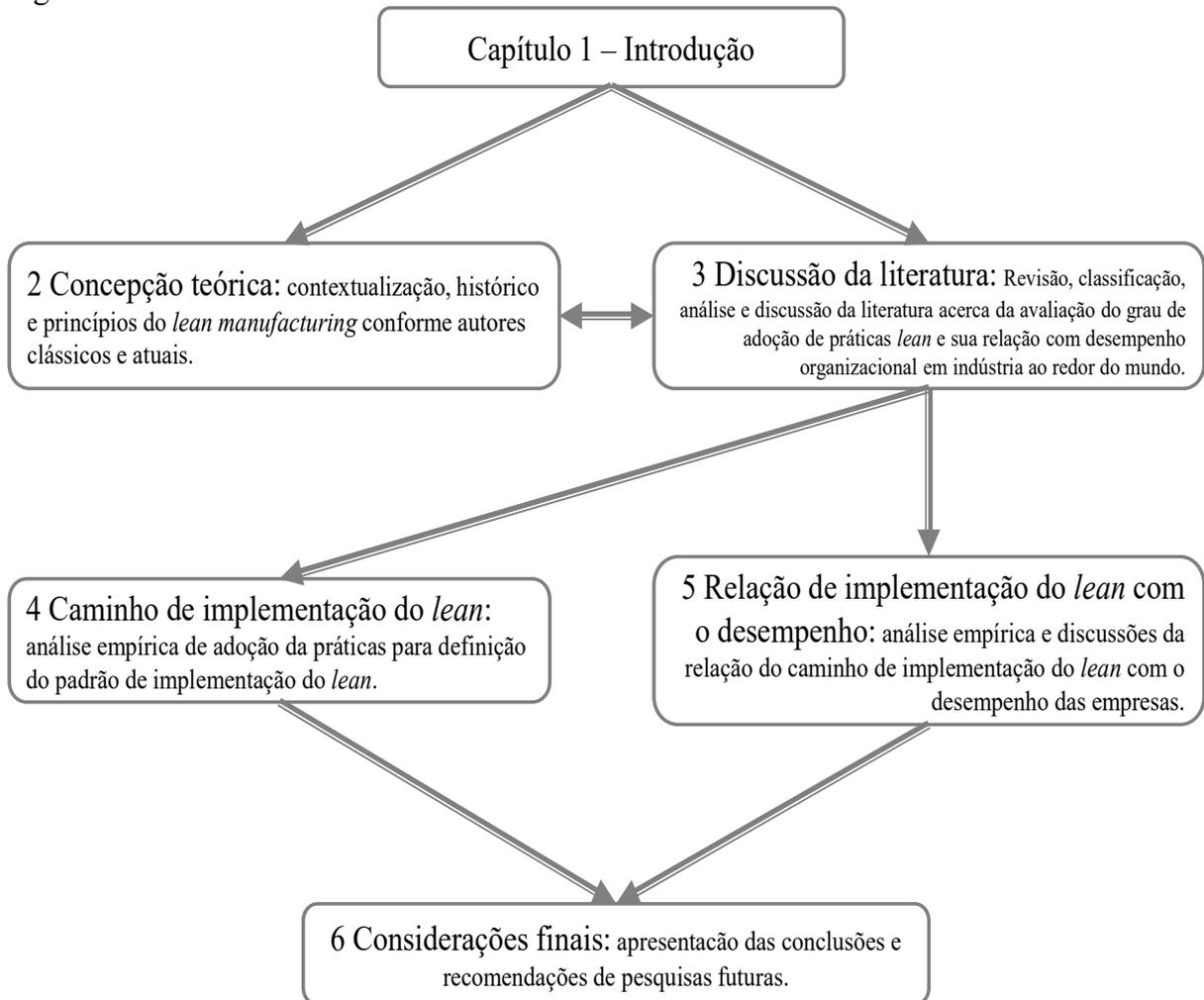
1.4 Estrutura do trabalho

A presente tese está estruturada em seis capítulos, conforme descritas a seguir. Sendo que três estão escritos em formato de artigo. Medida adotada nesta tese como forma de proporcionar ainda mais visibilidade para os resultados e contribuições apresentados. Entretanto, o autor pede desculpas e relevância para eventuais redundâncias que podem surgir ao longo desses três capítulos em virtude de tal escolha.

No capítulo 1 foi feita a apresentação do trabalho referente ao tema e ao objeto de pesquisa culminando na formulação das questões de investigação científica e nos objetivos

que nortearam a pesquisa e na descrição da motivação de realização deste trabalho. No capítulo 2 consta a revisão teórico-conceitual de *Lean Manufacturing*, buscando discorrer sobre conceitos, histórico e princípios da manufatura enxuta sob a ótica de referências clássicas e atuais. O capítulo 3 detalha a revisão, classificação e análise da literatura acerca do grau de adoção das práticas *lean* e sua relação com desempenho nas organizações do setor industrial ao redor do mundo. Este capítulo está apresentado em formato de artigo científico (introdução, revisão da literatura, método de pesquisa, discussão dos resultados e conclusão), e já publicado no periódico internacional com fator de impacto, *Production, Planning and Control* (PP&C). O capítulo 4 também está escrito no formato de artigo, e traz os primeiros resultados da pesquisa concernente as análises estatísticas para definição do caminho de implementação de práticas *lean* pela indústria pesquisada e o grau de adoção de tais práticas conforme o tamanho das empresas, o setor industrial e a tipologia produtiva principal. O artigo referente ao capítulo 4 já foi submetido a um periódico internacional, também com fator de impacto. Da mesma forma, o capítulo 5 em formato de artigo finaliza a discussão dos resultados empíricos quanto ao efeito da adoção das práticas de *lean manufacturing* no desempenho empresarial, o que foi possível utilizando a Modelagem de Equações Estruturais (SEM). Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais da tese por meio das conclusões e recomendações de estudos futuros. A Figura 1.5 ilustra a estrutura da tese resumindo cada capítulo aqui apresentado. Ressaltando que os capítulos 3, 4 e 5 foram estruturados em formato de artigo e mantidos fielmente no corpo da presente tese, onde consta detalhado o método de pesquisa adotado nesta tese. Fato este que levou a não identificação específica de um capítulo de Método de Pesquisa.

Figura 1.5 – Resumo da estrutura da tese.



Fonte: Do Autor (2016).

2 SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Neste capítulo apresenta-se um esboço da concepção teórica que sustentará a proposição e condução deste estudo referente ao tema por meio de citações dos principais autores clássicos e atuais, quanto aos conceitos, princípios e práticas do Sistema de Produção Enxuta.

Conforme os objetivos da presente pesquisa apresentados no capítulo de introdução, que consiste em caracterizar as práticas *Lean Manufacturing* utilizadas pelas empresas industriais do Estado do Pará, a contextualização da produção enxuta subsidiará em termos teóricos o desenvolvimento deste trabalho.

Este capítulo está organizado em seis Seções, as quais descrevem o seguinte: na Seção 2.1, a origem do Sistema de Produção Enxuta retratando o cenário e os precursores do sistema; na Seção 2.2, buscou-se conceituar o Sistema de Produção Enxuta por meio de seu paradigma essencial, o conceito de *muda*, à luz de autores como Shimokawa e Fujimoto (2011), Liker (2005), Womack, Jones e Roos (2004), Womack e Jones (1998), e Ohno (1997); na Seção 2.3 os princípios por trás do sistema são apresentados e discutidos à lógica dos seguintes autores: Godinho Filho (2004), Godinho Filho (2001), Monden (2015), Shingo (2000), Rother e Shook (1998), e Shingo (1996), além dos autores citados na Seção 2.2; a Seção 2.4 retrata as práticas *lean* a luz do modelo proposto por Shah e Ward (2007); e por fim, a Seção 2.5, mostra um resumo do capítulo ligando o mesmo ao capítulo 3.

2.1 Origens do Sistema de Produção Enxuta

A história começa em 1892 com Sakichi Toyoda, funileiro e inventor, criando e construindo o primeiro tear automático do Japão (LIKER, 2005; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011; TOYOTA, 2015). O que possibilitou a inauguração da *Toyoda Automatic Loom Works* em 1926 (LIKER, 2005).

Na década de 1930, incentivada pelo governo japonês, a companhia da família *Toyoda* se lançou na industrialização de veículos motorizados (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Em 1935 Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi Toyoda, apresenta o protótipo do primeiro veículo motorizado do Japão, e em 1937 inaugura a *Toyota Motor Company*, utilizando como capital a venda dos direitos de patente dos teares à prova de erros de seu pai (LIKER, 2005; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011; TOYOTA, 2015; WOMACK; JONES, 2004). Foi o

início de uma jornada que culminou em um novo paradigma de administração da produção, mudando a forma de enxergar a fabricação de produtos.

A Administração Científica proposta por Taylor por meio dos estudos de tempos para elevação da produtividade do trabalhador, e aprimorada por outros estudiosos, entro os quais (SLACK, et al, 2002; HOPP; SPEARMAN, 2013):

- a. Frank e Lilian Gilbreth, que aprofundaram os estudos de tempos e movimentos e a fadiga do trabalhador;
- b. Henry Gantt, que estudou e estabeleceu o sistema de pagamentos por incentivos e desenvolveu o diagrama de Gantt utilizado em gestão de projetos;
- c. Harrington Emerson que formulou os doze princípios da eficiência; e
- d. Henry Ford que criou a linha de montagem.

Passou a considerar, também, para a elevação da produtividade ou redução de custos, termos como *Just in Time* e *Jidoka*, entre outros, que mudaram a forma de enxergar e interpretar o mundo do trabalho descrito pela Administração Científica, mudando o foco da administração da produção, especificamente na fabricação de automóveis em especial na *Toyota Motor Company*. Entretanto, os parâmetros de desempenho produtivo ainda continuam sendo os mesmo, ou seja, tempo de produção, custo de produção, peças produzidas por trabalhador, índices de perdas, entre outros.

Segundo Ohno (1997), o sistema de produção desenvolvido na Toyota é baseado em dois pilares, que serão discutidos a posteriori: *just in time*; e *jidoka*. Para Ohno, Sakichi Toyoda é considerado o pai do pilar *jidoka*, oriundo do mesmo princípio dos teares à prova de erros da *Toyoda Automatic Loom Works*, que foi desenvolvido para automatizar máquinas operadas por um único funcionário (HOPP; SPEARMAN, 2013; LIKER, 2005).

Quanto ao pilar *just in time*, os créditos são de Kiichiro Toyoda, idealizado por meio da analogia de funcionamento de supermercados norte-americano em que os clientes pegam apenas o que necessitam, quando e quanto necessitam (LIKER, 2005). Seu objetivo era que cada uma das estações de trabalho adquirisse apenas os materiais necessários, na hora exata e nas quantidades essenciais, nas estações de trabalhos anteriores (HOPP; SPEARMAN, 2013, p 148).

Coube a Eiji Toyoda, que sucedeu Kiichiro Toyoda na presidência da Toyota nos anos mais vitais de seu crescimento pós-segunda Guerra Mundial, e a Taiichi Ohno, a implementação dos dois pilares supracitados, e assim aumentar a competitividade da Toyota por meio da eliminação dos desperdícios e consequente redução de custos (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

Na década de 1950 se inicia um novo sistema de produção, nascido na Toyota, no Japão. “A Toyota adotou o termo Sistema Toyota de Produção (STP) em 1970 para reconhecer o funcionamento sistemático dos conceitos e métodos que o forma” (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011, p 141). E que no ocidente foi difundido como Sistema de Produção Enxuta (SPE) (GODINHO FILHO, 2001; LIKER, 2005; WOMACK; JONES, 1998; WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Assim como Taylor e Ford na produção em massa contribuíram com a redução do tempo de ciclo de tarefas, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno contribuíram reduzindo o tempo de troca de matrizes no setor de estampagem da Toyota, de 1 dia para 3 minutos, possibilitando a produção em pequenos lotes o que elimina estoques facilitando no surgimento de problemas a serem resolvidos (GODINHO FILHO, 2001; LIKER, 2005; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011; WOMACK; JONES, 1998; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). O que é considerado como um expressivo exemplo de um dos feitos da forma de enxergar a produção no chão de fábrica segundo o STP, levando a ganhos em redução de custos e aumento de qualidade.

Em 1982 a *Toyota Motor Sales*, empresa do grupo responsável pelas vendas, foi incorporada à *Toyota Motor Company*, formando a atual *Toyota Motor Corporation*, expandindo as operações enxutas para além da fabricação dos automóveis, os serviços de manutenção programada e não programada realizadas pelas concessionárias da Toyota (WOMACK; JONES, 1998).

“[...] Apesar de nem todos os esforços terem sido um sucesso, muitos foram, e o efeito geral foi o crescimento da Toyota de um participante insignificante no mercado automotivo, em 1950, para uma das maiores indústrias do mundo nos anos 1990” (HOPP; SPEARMAN, 2013, p 148).

2.2 Contextualização

Para Ohno (1997), a produção 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. Os conceitos por trás da produção enxuta tem origem na década de 50 na *Toyota Motor Company* em um cenário onde o Japão encontrava-se em um período pós-segunda Guerra Mundial e a indústria automobilística era dominada por grandes empresas dos Estados Unidos da América, tais como *Ford* e *General Motors*.

Segundo Womack e Jones (1998) esse sistema é “enxuto” por utilizar menor quantidade de recursos que a produção em massa: menos esforço dos operários; menos espaço

para fabricação; metade dos investimentos em ferramentas e metade das horas de planejamento para desenvolver um novo produto.

A produção enxuta tem sido um dos principais paradigmas da gestão da produção implementados nas indústrias nos últimos 65 anos. Sua filosofia e ferramentas aplicam-se a muitos dos diversos tipos de sistemas produtivos. Preconiza uma produção em pequenos lotes de distintos modelos, utilizando a mesma linha de montagem, almejando a mais alta qualidade e com recursos extremamente limitados, eliminando os desperdícios e otimizando todos os processos de produção que estiverem interligados (LIKER, 2005; OHNO, 1997; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011; WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

A produção enxuta depende, como qualquer outro sistema de produção existente, de princípios e técnicas de apoio a sua sustentação. Segundo Ghinato (1996) e Liker (2005), o SPE ocorre por meio da boa implementação da base e de dois pilares que buscam a eliminação total dos desperdícios. Para Shimokawa e Fujimoto (2011) o gerenciamento de qualquer sistema de produção tendo como base o Sistema de Produção Enxuta, deve seguir os conceitos e princípios estabelecidos pelo *just in time* e o *jidoka*. Pois, os mesmos são constituídos de práticas, orientação e adaptações que possibilita os resultados almejados pelo STP, redução de custos e aumento da produtividade. Esse encadeamento de princípios e práticas está organizado na Figura 2.1 (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011, p. 228)

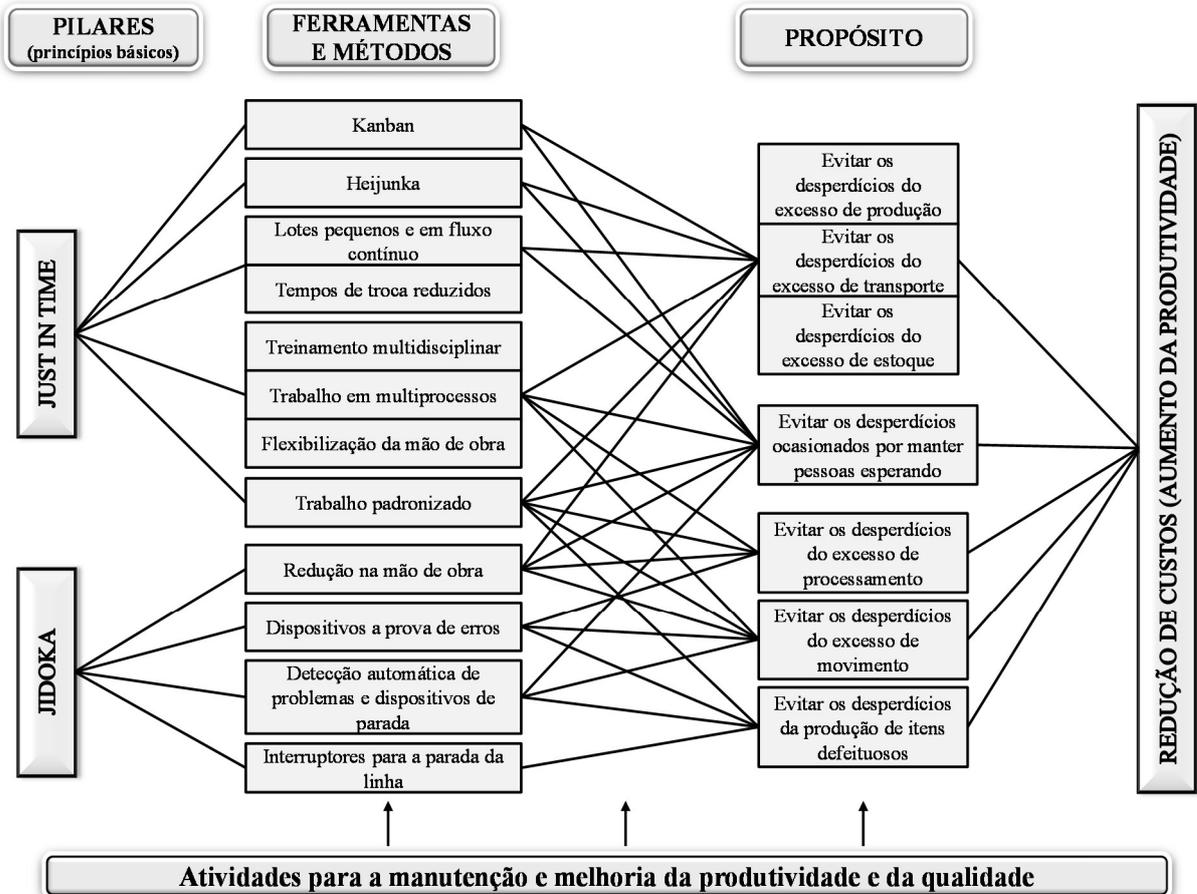
Observa-se na Figura 2.1 que o sistema é composto por dois pilares de sustentação, que por meio de um conjunto de técnicas e práticas, que procuram atingir metas de redução do *lead time* de produção e da mais alta qualidade, o levarão ao propósito de redução de todos os tipos de *muda* para o alcance de seu objetivo central, a redução de custos ou aumento da produtividade.

Segundo Liker (2005), Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, chamou de **casa do STP** para o diagrama do seu sistema de produção. “[...] uma casa é um sistema estrutural. A casa só é forte se o telhado, as colunas e as fundações são fortes. Uma conexão fraca fragiliza todo o sistema” (LIKER, 2005, p 51).

2.2.1 Os conceitos e tipos de desperdícios

Segundo Ohno (1997), desperdícios é tudo aquilo que consome algum tipo de recurso, porém não agrega qualquer valor ao processo, portanto, para se obter lucro, continuar sobrevivendo e empregando, a inexistência de desperdícios nas empresas é a meta a ser atingida a todo custo.

Figura 2.1 – Diagrama do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Shimokawa; Fujimoto (2011, p. 228).

Womack e Jones (1998) definem desperdício – do japonês *muda* – como qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor. Em relação as atividades em um processo produtivo, as mesmas podem ser classificadas em três tipos:

- a. Atividades que agregam valor ao bem ou serviço ou a combinação de ambos: atividades que tornam o bem ou serviço ou a combinação de ambos, mais valioso tendo como referência a avaliação do cliente;
- b. Atividades que não agregam valor, mas são indispensáveis: atividades que não tornam o bem ou serviço ou a combinação de ambos, mais valioso na ótica do cliente, porém são indispensáveis diante da tecnologia atual; e
- c. Atividades que não agrega valor e podem ser dispensadas: são as atividades que não tornam o bem ou serviço ou a combinação de ambos, mais valioso ao cliente e são dispensáveis de acordo com as condições atuais.

Ohno (1997) classificou os desperdícios, *muda*, em sete tipos. O Quadro 2.1 apresenta informações acerca de cada *muda*. Superprodução é encarada como a mais danosa das perdas, pois serve de ponto de partida para as demais.

Quadro 2.1 – Tipos e definição de desperdícios.

DESPERDÍCIO	CARACTERIZAÇÃO	SUGESTÃO
1º Superprodução	Produção de itens para os quais não há demanda, caracterizando perda com excesso de pessoal, de estoque e de transporte dos itens em estoque. Produção em grandes lotes devido as restrições do processo produtivo.	Produção somente do necessário em cada momento. Reduzir os tempos de <i>setup</i> , sincronizar a produção com a demanda, compactar o <i>layout</i> da fábrica, etc.
2º Espera	Formação de filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. Falta de trabalho devido a falta de estoque, atraso no processamento, interrupção no processo e gargalos de capacidade.	Sincronizar o fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção.
3º Transporte	Movimento de materiais em processo por longa distância, criação de transporte ineficientes de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do processo.	Elaborar um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Entrega de material no local de uso.
4º Processamento	Etapas desnecessárias para processar os materiais. Processo com ferramentas ou pojeito do produto de baixa qualidade	Aplicação da metodologia de engenharia de valor.
5º Movimentação	Qualquer movimento inútil que os funcionários realizam no trabalho, tais como: procurar, pegar,, empilhar, caminhar, etc.	Uso das técnicas de tempos e métodos. Mesmo que se decida pela automação, devem-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar.
6º Produtos defeituosos	Produção com materiais defeituosos ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.	Aplicar o conceito de cliente interno e externo. Aplicar as práticas da automação.
7º Estoque	Excesso de matéria prima, de itens em processo ou de produtos acabados, gerando <i>lead times</i> mais longos.	Eliminando-se os outros desperdícios, reduzem-se, por consequência, os desperdícios de estoque.

Fonte: Adaptado de Liker (2005); Ohno (1997).

E ainda há na literatura um 8º tipo de *muda*: **design de produtos que não atendem as necessidades dos clientes** (WOMACK E JONES 1998). E Liker (2005, p 48) sugere como o 8º tipo de desperdícios a “**Criatividade dos funcionários**: perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários”.

2.3 Os Princípios do Sistema de Produção Enxuta

Esta Seção descreve, na lógica de alguns autores, os princípios filosóficos que aglutinam técnicas e que tornaram possível o SPE, e que está sendo avaliado por esta pesquisa concernente às práticas do SPE.

2.3.1 *Valor para o cliente*

Ao gerenciar um sistema de produção enxuta se busca inicialmente mudar a referências das decisões ao entender o princípio de valor.

“Valor é definido pelos clientes. A definição adequada do produto muda logo que você começa a analisar o todo através dos olhos do cliente” (WOMACK; JONES, 1998, p 27). Para isso [...] “é vital aceitar o desafio da redefinição” (WOMACK; JONES, 1998, p 28).

Segundo Godinho Filho (2001), valor é criado pelo produtor pensando sempre a partir da perspectiva do cliente, e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico.

Com a aplicação de valor, depois de definido o produto, é possível eliminar todo “muda” visível o que gera redução de custos. O chamado “custo alvo” ficará abaixo dos custos praticados pelos concorrentes, melhorando a competitividade das empresas (WOMACK; JONES, 1998).

Neste princípio o cliente está sempre em foco, interferindo ativamente, ou não, das decisões da empresa com relação ao desenvolvimento de um novo produto ou melhoria do produto já existente. Ao mesmo tempo em que sinaliza para a empresa quanto às atividades do processo produtivo que possa não agregar valor aos produtos, necessitando de ajustes, ou maior controle, imediatamente.

2.3.2 *Cadeia de valor*

A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico (bens ou serviços ou a combinação de ambos), ou família de produtos, a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: (1) solução de problemas que vai da concepção ao lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia; (2) gerenciamento da informação que vai do recebimento do pedido até a entrega; e (3) transformação física, da matéria prima ao descarte do produto acabado pós-utilização por parte do consumidor (GODINHO FILHO, 2001).

Segundo Womack e Jones (1998), o objetivo inicial deste princípio é a criação de um “mapa” da cadeia de valor que identifique as atividades necessárias para projetar, pedir e produzir um produto específico, ou família específica de produtos.

As atividades podem e devem ser organizadas em três categorias, conforme detalhadas na Seção 2.2.1 deste capítulo, que classifica as atividades nas que agregam ou não

agregam valor ao produto específico, ou família específica de produtos, para identificar e eliminar os tipos de *muda*. Para este princípio, o mapeamento destas atividades ajuda a melhorar o desempenho fluxo possibilitando uma série de benefícios de performance do processo. Para Womack e Jone (1998), o que possibilitou o surgimento do *Just in Time* – JIT.

Essas atividades correspondentes à cadeia consideram desde a extração primária das matérias primas, passando por todas as fases de processamento parcial e final nos diversos fornecedores, na empresa foco e no cliente final.

A descrição e análise da cadeia de valor seguem a metodologia *Value Stream Mapping* – VSM – ou Mapeamento da Cadeia de Valor, de acordo com (ROTHER; SHOOK, 1998).

Mapear o fluxo de valor [...] ”é seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação” (ROTHER; SHOOK, 1998).

Os mesmos autores defendem o mapeamento do fluxo de valor pelos seguintes motivos:

- a. Visualiza mais do que simplesmente as etapas de um processo produtivo, e sim ajuda a enxergar o fluxo;
- b. Identifica os desperdícios apontando as fontes dos mesmos no fluxo de valor;
- c. Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- d. Forma a base de um plano de implementação, desenhando como o fluxo total deveria operar. Os mapas do fluxo de valor tornam-se referências para a implementação enxuta; e
- e. Mostra a relação entre fluxo de informação e o fluxo de materiais. Uma das importantes contribuições desta ferramenta.

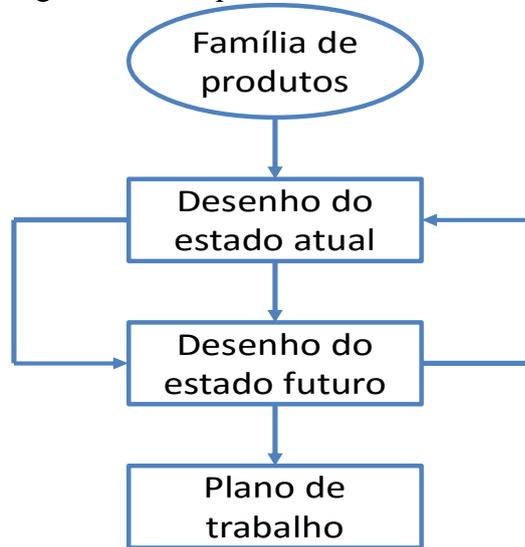
A aplicação do VSM segue as etapas esquematizadas na Figura 2.2.

O 1º passo da aplicação do VSM é identificar uma família de produtos a partir do consumidor no fluxo de valor, baseado em produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns na transformação.

Segue com o desenho do estado atual, o que é feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica e em todos os elos da cadeia de valor. Sendo que elaboração do estado atual e futuro são esforços superpostos, isto é, as ideias sobre o estado futuro virão à tona enquanto você estiver concebendo o estado atual. Do mesmo modo, desenhar o estado futuro possibilitará alguns *insights* e informações importantes informações sobre o estado atual até então não percebido. O passo final é preparar e começar ativamente usando um plano de

implantação que descreve em uma página como se planeja a transição do estado atual para o estado futuro.

Figura 2.2 – Etapas do VSM.



Fonte: Rother e Shook (1998).

O propósito do mapeamento da cadeia é criar um fluxo de valor estendido em que todos os funcionários sejam orientados a pensar, resolver problemas e eliminar perdas (LIKER, 2005).

Para o SPE a busca incessante por eliminação e redução de “*muda*” com o intento da perfeição, só é possível utilizando técnicas de registros e análise da cadeia de valor, aplicando o fornecimento JIT, interagindo em um a relação de “ganha-ganha” com fornecedores, inicialmente de primeira camada e depois mais a fundo na cadeia, no desenvolvimento de novos produtos, ouvindo o cliente e fornecedores chave, e na qualificação dos funcionários almejando a participação ativa dos mesmos nas melhorias do desempenho organizacional.

2.3.3 Fluxo contínuo

Para Womack e Jones (1998), no SPE o conceito de fluxo se refere a forma de alinhar todas as etapas de uma cadeia de valor de um determinado produto, ou família de produtos, essenciais e necessárias à realização do trabalho em um fluxo contínuo, sem movimentos inúteis, sem interrupções, sem lotes e sem filas. Ou seja, sem “*muda*”.

Ver, compreender e aplicar o fluxo contínuo de valor a qualquer atividade empresarial gera consequências extremamente favoráveis ao desempenho da organização. De acordo com Rother e Shook (2003), o fluxo contínuo é a resposta a necessidade de redução do

lead time de produção, uma vez que permite que cada peça percorra seu fluxo de valor sem interrupções, evitando esperas, formação de estoques intermediários e superprodução, reduzindo a movimentação e o transporte, ou seja *muda*.

Para aplicar o fluxo contínuo, seguem-se três etapas praticadas simultaneamente (WOMACK; JONES, 1998):

- a. Uma vez definido o valor e identificada toda a cadeia de valor, é focalizar o objeto real (projeto, pedido ou o próprio produto) e jamais deixar que esse objeto se perca do início à conclusão;
- b. Ignorar as fronteiras tradicionais de tarefas, profissionais, funções e empresa, eliminando todos os obstáculos ao fluxo contínuo do produto ou à família específica de produtos; e
- c. Repensar nas práticas e ferramentas de trabalho a fim de eliminar os refluxos, sucata e paralisações de todos os tipos, possibilitando que o projeto, a emissão de pedidos e a fabricação do produto específico, possam prosseguir continuamente.

“Na produção enxuta o pedido e o produto específico fluem sequencialmente da venda à produção por meio da técnica do tempo *takt*, ou *takt time*, que sincroniza precisamente a velocidade de produção à velocidade das vendas aos clientes” (WOMACK; JONES, 1998, p 51; MODEN, 2015).

O cálculo desse ritmo é efetuado pela expressão 2.1.

$$TKT = \frac{TD}{D} \quad (2.1)$$

Em que:

TKT = *takt time*;

TD = tempo total disponível para um determinado período de trabalho;

D = demanda do cliente para o mesmo período de trabalho.

Segundo Liker (2005); Monden (2015) e Womack e Jones (1998) Para obter fluxo contínuo na situação normal, na qual cada família de produtos inclui muitas variações de produto, é essencial que cada máquina possa ser transformada (*setup*) quase instantaneamente, modificando-se às especificações do produto. Para isso é preciso manter as máquinas 100% disponível. O que é possível por meio das técnicas agrupadas da *Total Productive Maintenance* (TPM), e do sistema de Troca Rápida de Ferramentas desenvolvidas por

Shingeo Shingo e detalhada em seu livro intitulado “Sistema de Troca Rápida de Ferramenta”. Na Seção 2.4.3, apresenta-se mais sobre esta prática desenvolvida por Shingo.

Os mesmos autores acrescentam afirmando que o trabalho precisa ser rigorosamente padronizado (pela própria equipe de trabalho e não pelo grupo de engenharia industrial) e os funcionários são qualificados e orientados a inspecionar o próprio trabalho e parar a linha de produção impedindo que qualquer peça com defeito seja enviada à próxima etapa do processo de produção. Para Womack e Jones (1998), isso é o que o STP chama de um processo “à prova de erros” (em japonês *poka yoke*).

Essas técnicas são combinadas às de “controles visuais” exemplificados por monitores “*andon*” que mostram os gráficos com informações atualizadas sobre o desempenho dos trabalhos (LILER, 2005; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2001; WOMACK; JONES, 1998). Todos os envolvidos no processo podem ser capazes de ver e compreender todos os aspectos e *status* da operação em todos os momentos.

O princípio do fluxo contínuo sinaliza para o uso de diversas práticas e ferramentas, dentre as quais: takt time, fornecimento JIT, TPM, qualificação dos trabalhadores; controle de qualidade por meio de “controles visuais” e “*andon*”, utilizadas de forma integradas para se alcançar os objetivos do princípio e consequentemente o propósito do sistema *lean*, que é o aumento da produtividade ou redução de custos. Práticas estas investigadas por esta pesquisa tendo como objeto as indústrias do Estado do Pará.

2.3.4 *Produção puxada*

Na produção puxada uma etapa do processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço ou a combinação de ambos, sem que o cliente (interno ou externo) da etapa posterior do processo, o solicite (WOMACK; JONES, 1998).

Para Ohno (1997), deve-se olhar do fim do processo para o início e considerar somente o que as atividades finais do processo necessitam em termos de componentes. Dessa forma, as atividades iniciais do processo só produziram aquilo que as finais demandarem.

Com isso busca-se a capacidade de programar e fabricar exatamente o que o cliente quer e quando o cliente quer. Deve-se descartar a projeção de vendas e simplesmente fazer o que os clientes lhe dizem que precisam, ou seja, deve-se deixar que o cliente “puxe” o produto quando necessário, em vez de empurrar os produtos, muitas vezes indesejados (LIKER, 2005, OHNO, 1997; WOMACK; JONES, 1998).

Conclui-se que para se alcançar a produção puxada, implementação uma programa de produção no chão de fábrica ditada pelo tempo *takt*, em um *layout* celular por família de produtos, nivelado em cada célula, com um conjunto de maquinaria disponível totalmente sendo manuseada por trabalhadores qualificados, multifuncionais e comprometidos com o desempenho do fluxo conforme descrito neste princípio.

2.3.5 Busca da perfeição

Há dois tipos de perfeição: a incremental e a radical. A melhoria incremental e a melhoria radical recorrem a duas técnicas enxutas (WOMACK; JONES, 1998):

- a. Os quatro princípios descritos nas Seções 2.3.1 a 2.3.4 deste capítulo: buscar a perfeição vai além de uma posição favorável e momentânea de mercado em relação aos concorrentes, para uma transição da realidade atual à perfeição; e
- b. Que tipos de “*muda*” serão priorizados aplicando a técnica de desdobramento das estratégias corporativas (*hoshin kanri* em japonês): a alta gerência concorde quanto a algumas metas simples para efetuar a transição de produção em massa para produção enxuta, selecione alguns projetos para concretizar essas metas e, finalmente, fixe metas numéricas de melhorias a serem atingidas em um determinado período de tempo.

Womack e Jones (1998, p. 97) ressalta o conceito do princípio da perfeição como algo contínuo na cadeia de valor e que deva ser exercido por todos os *stakeholders* da mesma:

É necessário que os gerentes **aprendem** a ver: a ver a cadeia de valor, a ver o fluxo de valor, a ver o valor sendo puxado pelo cliente. Ver resulta trazer a perfeição à luz do dia, para que o objetivo da melhoria fique visível e seja real para a empresa como um todo (GRIFO DO AUTOR).

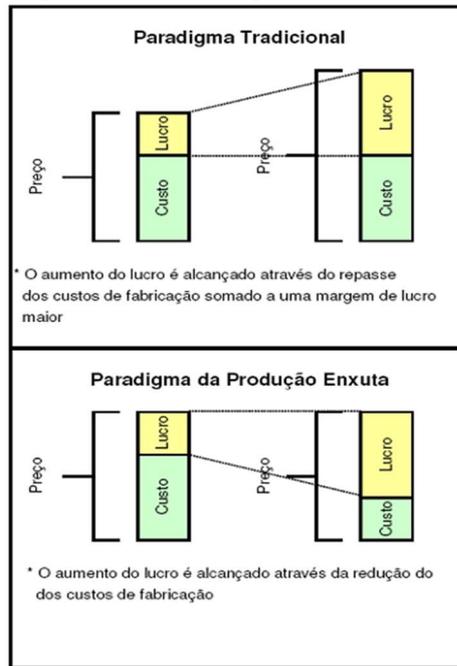
Para Liker (2005), os desperdícios se escondem por toda parte na produção. Para evita-los, deve-se compreender por completo o que é o desperdício e sua causa. Todos os desperdícios se tornam parte dos custos diretos e indiretos, portanto, são pontos relevantes na busca pela redução de custos como um todo.

No âmbito da produção enxuta, esses custos são aqueles reduzidos por meio da eliminação das atividades desnecessárias à produção, ou seja, não agregam valor aos olhos do cliente final (ROTHER; SHOOK, 2003).

A Toyota percebeu que deveria focar na redução de seus custos, e não repassá-los aos clientes, por meio de esforços para eliminação de atividades que não agregam valor (STEFANELLI, 2007). Ainda segundo o mesmo autor, analisando a Figura 2.3, pode-se ter

um parâmetro de comparação de aumento de lucro referente ao sistema tradicional de produção que aumenta o preço de venda para aumentar o lucro; enquanto que a Toyota buscou reduzir seus custos para aumentar seu lucro.

Figura 2.3 – Princípio do não custo.



Fonte: Stefanelli (2007).

Diante desse princípio do não custo, o SPE estabelece a melhoria contínua por meio da busca interminável da “perfeição” do processo produtivo. Este é o propósito do STP, redução de custo ou aumento da produtividade. Com essa visão a Toyota tornou-se muito mais competitiva, comparativamente às empresas ocidentais. E “em 1990, a Toyota oferecia aos consumidores de todo o mundo tantos produtos quanto a *General Motors*, ainda que tenha a metade do tamanho desta” (WOMACK; JONES; ROOS, 2004, p. 53).

2.4 Práticas do Sistema de Produção Enxuta

As práticas do SPE estão evidenciadas nesta Seção na forma de caracterização e na essência de absorção dos princípios que regem o STP, conforme propostas por Shah e Ward (2007) que perfaz um conjunto de 10 medidas subjacentes (práticas *lean*). Além do mais, evidencia-se que essas práticas fazem parte do escopo desta pesquisa concernente ao atingimento dos objetivos da mesma.

2.4.1 *Feedback para os fornecedores (Suppfeed)*

Segundo Shah e Ward (2007) é de fundamental importância fornecer regularmente *feedback* para os fornecedores sobre seu desempenho de entrega. Esta prática, segundo os mesmos autores, pode ser medida a partir de cinco elementos operacionais.

2.4.2 *Entrega JIT pelos fornecedores (SuppJIT)*

Tal prática busca garantir que os fornecedores entregam a quantidade certa, no local certo e na hora certa. Isso pode ser possível a partir da implementação de três elementos operacionais.

2.4.3 *Desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt)*

Para Shah e Ward (2007) é preciso desenvolver os fornecedores para que os mesmos possam ser mais envolvidos no processo de produção da empresa focal na cadeia de suprimentos. Esta prática é alcançada por meio da adoção de seis elementos operacionais do *lean manufacturing*.

2.4.4 *Envolvimento do cliente (Custinv)*

Buscar focar nos clientes da empresa e suas necessidades é possível por meio da prática de envolvimento do cliente, a partir da adoção de sete elementos operacionais chave do *lean manufacturing*.

2.4.5 *Processo puxado (Pull)*

A prática *lean* de processo puxado facilita a implementação da produção JIT incluindo os cartões *kanban* que serve como um sinal para iniciar ou parar a produção. Isso é possível a partir da adoção de quatro elementos que perfaz tal prática *lean*.

2.4.6 *Fluxo contínuo (Flow)*

Esta prática *lean* estabelece mecanismos que permite e facilita o fluxo contínuo de produtos no processo de produção. Para que isso seja possível, cinco elementos operacionais do *lean manufacturing* são implementados pelas empresas.

2.4.7 Redução do tempo de *setup* ou troca rápida de ferramenta (*Setup/SMED*)

Tal prática visa reduzir o tempo ocioso do processo de produção na preparação de máquinas ou troca de ferramentas entre trocas de produtos a serem produzidos. Esta prática *lean* também contribui com o fluxo contínuo de produção, e a mesma é materializada por meio de cinco elementos operacionais.

Os baixos tempos de *setup*, também podem ser obtidos pela utilização do sistema *Single Minute Exchange of Die* – SMED – ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF) de Shingeo Shingo.

O termo *Single Minute Exchange of Die* ou Troca Rápida de Ferramenta surgiu em 1969 na fábrica de carrocerias da Toyota, quando Shingo estabeleceu o conceito de “troca de ferramenta em um tempo inferior a dez minutos”. Devido à meta desafiadora de reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de 1000 toneladas, de 4 horas para menos de 3 minutos. A Volkswagen Alemã realizava *setup* em uma prensa similar em duas horas. Após seis meses o tempo de *setup* na referida prensa da Toyota foi reduzido para 90 minutos, e mais três meses de trabalho árduo, alcançou-se a meta de três minutos de *setup* (SINGO, 2000).

Shingo (2000) definiu que as operações de *setup* são de dois tipos diferentes:

- a. *Setup* Interno: que representa as operações de *setup* que consomem tempo de preparação interno – TPI – à máquina. Tais como a montagem ou remoção de moldes, que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada; e
- b. *Setup* Externo: representa as operações de *setup* que consomem tempo de preparação externo – TPE – à máquina. O transporte dos moldes já utilizados para o almoxarifado ou o transporte dos novos moldes para a máquina, são operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Com a definição clara de *setup* interno do externo, se deu os primeiros passos do que viria a ser o sistema de Troca Rápida de Ferramenta. Continuando com os experimentos na Toyota, quando se concluiu que o TPI deveria ser exaustivamente convertido em TPE (SINGO, 2000).

Shingo (2000, p. 48) considera que “nas operações de *setup* tradicionais, o *setup* interno e o externo são confundidos; o que poderia ser realizado externamente é realizado internamente e, por isto, as máquinas ficam paradas por longos períodos”.

Shingo (2000) mostra que a melhorias de desempenho do *setup*, ou redução do tempo de execução do mesmo, passa por quatro estágios conceituais:

Estágio inicial: As condições de *setup* interno e externo não se distinguem

Estudar exhaustivamente o chão de fábrica por meio de filmes das operações do processo de produção e em especial as operações de *setup*. Após, discutir com os operadores com o intento de que ideias e sugestões de melhoria do *setup* possam surgir por quem as executas.

Estágio 1: Separando *setup* interno e externo

Realização de um esforço científico para se executar o máximo possível da operação de *setup* como *setup* externo, assim sendo o tempo necessário para execução do *setup* interno pode ser reduzido, de 30% a 50% (SHINGO, 2000). “Controlar a separação entre *setup* interno e externo é o passaporte para atingir a TRF” (SHINGO, 2000, p. 50).

Estágio 2: Convertendo *setup* interno e externo

Envolve duas noções muito importantes: (1) reexaminar as operações e averiguar se algum passo foi equivocadamente considerado como interno; e (2) encontrar meios para transformar estes passos para *setup* externo, analisando a finalidade do *setup* interno.

Estágio 3: Relacionando todos os aspectos de *setup*

Recomenda-se uma análise detalhada de cada elemento da operação de *setup*, e então realiza esforços concentrados na racionalização de cada elemento das operações de *setup* interno e externo.

Os estágios 2 e 3 não precisam ser executados sequencialmente, podem e devem ser praticamente simultâneo (SINGO, 2000).

2.4.8 Manutenção produtiva total (TPM)

Está prática aborda o tempo de inatividade de equipamentos por meio de quatro elementos que perfaz a TPM e, assim alcançar um elevado nível de disponibilidade de equipamentos.

A TPM visa eliminar a variabilidade do processo causada pelas quebras não planejadas de máquinas, por meio de um planejamento fino de manutenção, reparo e parada das máquinas, e acompanhamento do desempenho das mesmas (AHMED; HASSAN; TAHA, 2004; CLEGG et al., 2002; HERZOG; TONCHIA, 2014; SALIMI; HADJALI; SOROOSHIAN, 2012; MOAYED; SHELL, 2009; FRIEDLI; GOETZFRIED; BASU, 2010; FUENTES-MOYANO; DÍAZ-SACRISTÁN; JURADO-MATÍNEZ, 2012).

A compreensão dessas ferramentas básicas depende de uma visão sistêmica, que o tempo todo influencia o comportamento das pessoas envolvidas na sua utilização, do chão de fábrica aos executivos, o que possibilita interpretar a produção enxuta como um sistema

integrado de princípios, práticas operacionais e ferramentas que tornam possível a desejada agregação de valor.

2.4.9 Controle estatístico do processo (SPC)

O controle estatístico do processo certifica-se de que cada processo antecedente irá fornecer unidades livre de defeitos para o processo subsequente. Isso é possível a partir da adoção de cinco elementos.

Utiliza-se também, os gráficos visuais como medida de *performance* para que os trabalhadores possam acompanhar seus desempenhos e o da empresa (HENDERSON; LARCO, 2000).

Todas essas medias, também foram estruturada segundo os preceitos do *Total Quality Control* – TQC – adotado pela Toyota (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011). Ou simplesmente Controle de Qualidade – CQ – (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

2.4.10 Envolvimento do trabalhador (Empinv)

O papel dos funcionários na resolução de problemas e o seu caráter funcional transversal, conceitua a prática de envolvimento do trabalhador e é viabilizada a partir da adoção de quatro elementos operacionais do *lean manufacturing*.

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), um fator histórico que contribuiu para moldar o STP foi a relação trabalhista. Devido a crise macroeconômica do japão, que levou a família Toyoda e o sindicato dos trabalhadores a um acordo que reduziu um quarto da força de trabalho, a renuncia do Presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, assumindo a responsabilidade pelo fracasso da empresa, e os empregados remanescentes receberam duas garantias: (1) emprego vitalício; e (2) remuneração gradualmente crescente conforme o tempo de serviço, e não a função especializada no emprego com pagamento de bônus vinculado à rentabilidade da companhia.

Logo, para Ohno, fazia sentido aproveitar as qualificações dos trabalhadores, seus conhecimentos e experiências, e não só a força física. O que levou Ohno a mudar a mentalidade de “tocar pra frente” estabelecida por Ford na linha de montagem final, dando autonomia, de forma instruída e qualificada, aos trabalhadores da linha de montagem para imediatamente pararem toda a linha caso surgisse um problema (WOMACK; JONES; ROOS,

2004). Para Henderson e Larco (2000) esta premissa esta relacionada à ideia de delegar decisões para as pessoas que estão mais próximas do problema.

Shimokawa e Fujimoto (2011, p. 198) retratam como conceito de qualidade para a Toyota a frase citada por Masao Nemoto, idealizador do Controle de Qualidade Total na STP, [...] “se você detectar um defeito, para a linha”. O que ressalta o clima organizacional idealizado pelos próprios funcionários no **ambiente de trabalho** (*gemba*, em japonês) (GRIFO MEU).

Outro desdobramento desta ferramenta é a estruturação de planos de carreiras de modo a recompensar os que participassem ativamente nas equipes de trabalho (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Dentro de uma equipe de trabalho todos os funcionários são exaustivamente treinados e qualificados em várias funções.

Ohno teve êxito na obtenção de trabalhadores multifuncionais engajados e comprometidos com o aprimoramento das operações produtivas devido às outras práticas vislumbradas por ele, o *layout* celular no chão de fábrica e a padronização das operações. (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

Para Shah e Ward (2007), são os efeitos sinérgicos e complementares dessas 10 práticas distintas, mas altamente inter-relacionadas, que dão a produção enxuta seu caráter único e a sua capacidade superior de alcançar múltiplos objetivos de desempenho. Os mesmos autores continuam afirmando que, enquanto cada prática por si só está associado com melhor desempenho, as empresas que são capazes de implementar o conjunto completo de práticas, podem alcançar resultados de desempenho distintivos que resultam em vantagens competitivas sustentáveis. A vantagem da sustentabilidade decorre da dificuldade na implementação de vários aspectos de *lean manufacturing* simultaneamente. Assim como a aplicação simultânea de tantas práticas é difícil de alcançar, também é difícil de copiar.

2.5 Considerações finais do capítulo

Foi possível constatar ao longo do capítulo a essência por trás do SPE, o cenário em que o sistema foi concebido descrito nas suas origens, os princípios que devem ser absorvidos como projeto de vida por todos na organização e o conjunto de técnicas que o viabiliza operacionalmente.

O panorama teórico conceitual do Sistema de Produção Enxuta, conforme proposto no início deste capítulo, se concretiza conforme detalhes apresentados e discutidos nas Seções que enfatizaram as origens do SPE, os conceitos e princípios que formam o arcabouço

científico do mesmo. Conceituado recentemente por Shah e Ward (2007, p. 791), os quais consideraram que a “[...] produção enxuta é um sistema sócio-técnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar desperdícios reduzindo ou minimizando simultaneamente a variabilidade de fornecimento, produção e demanda”.

Concernente ao objetivo que demarca o desenvolvimento desta tese percebe-se que, de acordo com a descrição nas Seções 2.3 (princípios) e 2.4 (ferramentas), o sucesso de implementação da manufatura enxuta nas empresas passa por esses elementos. Assim sendo, é fundamental para as empresas conhecerem como estão se dando e em que níveis a implantação das práticas do SPE como forma de orientá-las quanto aos desdobramentos futuros.

Como continuidade das discussões do estado da arte, em seguida vem o capítulo 3, com uma extensa pesquisa e análise da literatura internacional acerca da caracterização de adoção das práticas *lean* na indústria ao redor do mundo, tanto em países desenvolvidos com em desenvolvimento, e a relação dessas práticas com o desempenho das empresas. Como produto desta análise foi proposto uma classificação da literatura acerca do tema e objeto de pesquisa deste estudo como fonte de inspiração de vários *insights* e dando suporte teórico para o desenvolvimento desta tese.

3 A ADOÇÃO DE PRÁTICAS *LEAN* E SEU EFEITO NO DESEMPENHO: REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem como objetivo apresentar um panorama caracterizando o grau de adoção de práticas enxutas e sua relação com desempenho na indústria ao redor do mundo, por meio da classificação, análise e discussão da literatura pesquisa. Para a realização desta revisão foram considerados trabalhos realizados por meio de *survey* que externaram o nível de adoção de práticas enxutas e a relação destas com o desempenho das organizações.

Este estudo é essencial para a compreensão em torno do que se está pesquisando pelo mundo quanto a adoção de práticas enxutas pelo setor industrial, e então contribuir com a disponibilização de um documento que retrate esse panorama e forneça *insights* para pesquisas futuras.

Para alcançar o objetivo do capítulo, o mesmo encontra-se estruturado da seguinte forma: na Seção 3.1, encontra-se a fundamentação e o objetivo estabelecido para o capítulo; a Seção 3.2 aborda o método de pesquisa adotado na revisão; a Seção 3.3 detalha a proposição do método de classificação da literatura revisada; na Seção 3.4 é apresentada a classificação dos artigos pesquisados; na Seção 3.5 constam as análises dos artigos revisados com base nos países onde foram realizados os estudos e nas práticas *lean* adotadas, e a discussão da literatura segundo os resultados gerados pelos trabalhos; e por fim, a Seção 3.6 apresenta as conclusões do capítulo.

3.1 Introdução

O conceito de produção enxuta tem se mostrado efetivo na melhoria do desempenho das organizações no longo prazo. Segundo Ohno (1997), 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. Para Shah e Ward (2007), produção enxuta é conceitualmente formada por múltiplos atributos que abrange características filosóficas que muitas vezes são difíceis de medir diretamente.

A manufatura enxuta vem sendo adotada por empresas ao redor do mundo por várias décadas, e também recebendo muita atenção científica (JASTI; KODALI, 2015). Um grande número de publicações estudou a adoção da produção enxuta e seu efeito no desempenho nas organizações. Alguns exemplos de tais estudos são Fullerton, Kennedy e Widener (2014); Gao e Low (2014); Green JR. et al. (2014); Ghosh (2013); Nawanir, Teong e Othman (2013);

Chen e Tan (2013); entre outros. Cada uma dessas publicações concentrou-se suas análises em uma determinada localização geográfica e/ou indústria. Por exemplo, Fullerton, Kennedy e Widener (2014) pesquisaram apenas empresas da indústria de transformação norte-americana, enquanto que Ghosh (2013) focou suas análises na indústria indiana, e Chen e Tan (2013) coletaram e analisaram dados da indústria chinesa. Limitar o escopo de pesquisa à empresa de uma mesma localização geográfica e/ou indústria parece apropriado e compreensível, particularmente para a manufatura enxuta, uma vez que alguns autores a consideram dependente do contexto (LEWIS, 2000; MARODIN; SAURIN, 2013). Um resultado dessa abordagem e estreita é que a compreensão de como a manufatura enxuta tem sido implementada em todo o mundo e também sua importância para o desempenho organizacional ainda é dispersa. Um estudo abrangente que mostra o estado da arte sobre este tópico ainda está faltando, que é precisamente onde a presente pesquisa está posicionada. É exatamente dentro desse contexto que o presente trabalho se insere objetivando fornecer essa visão abrangente por meio de uma revisão da literatura a respeito de trabalhos que apresentaram o grau de implementação da manufatura enxuta ao redor do mundo e tentaram estabelecer um relacionamento entre tal adoção e o desempenho das empresas. Este estudo é essencial para a compreensão em torno do que se está pesquisando pelo mundo quanto a adoção de práticas enxutas e seu relacionamento com desempenho pelo setor industrial, e então contribuir com a disponibilização de um estudo que retrate esse panorama e forneça *insights* para outras pesquisas.

Ressalta-se que algumas revisões de literatura sobre manufatura enxuta já foram publicadas. Por exemplo, Stone (2012) revisou 193 artigos e livros publicados no período de 1970 a 2010 para propor em cinco fases (discovery, dissemination, implementation, enterprise e performace) e evolução da manufatura enxuta. Este autor sistematizou a manufatura enxuta nessas cinco fases em termos conceituais e de aplicações genéricas. Marodin e Saurin (2013) revisaram 102 publicações acadêmicas para propor seis categorias principais de classificação da literatura sobre implementação de manufatura enxuta. Gupta e Jain (2013) analisaram 48 artigos sobre implementação de manufatura enxuta, a fim de compreender a definição de manufatura enxuta, sua filosofia, várias ferramentas e técnicas, benefícios e barreiras para implementação de práticas *lean*. Outra revisão sobre *lean* foi apresentada por Phadtare (2014) que mostra os cuidados na escolha das ferramentas *lean*, a adequação de projetos e operações de sistemas *lean* e a consideração de fatores contextuais podem superar as limitações da produção enxuta. O autor recomenda a implementação do *lean* (melhora a eficiência) juntamente com manufatura ágil (mais flexibilidade) almejando melhores resultados. Por fim,

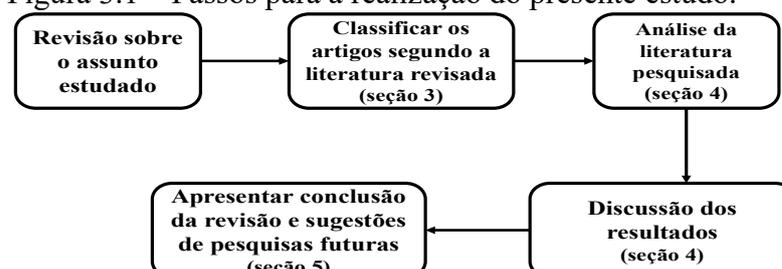
Jasti e Kodali (2015) analisaram um total de 546 artigos publicados em 24 revistas de pesquisa operacional entre os períodos de 1988 a 2011. Os mesmos concluíram que houve um aumento da abordagem empírica dos artigos, necessidade de aplicar os princípios *lean* no desenvolvimento de produtos e nas áreas de todos os níveis empresariais, necessidade de parcerias externas, adoção sistêmica do *lean* e não de elementos isolados, necessidade de eliminar os sete tipos de desperdícios e não somente alguns e testes de validação dos quadros/modelos propostos pelos pesquisadores. Os resultados dessas revisões sobre *lean* deixam claro que mais investigações que possam discutir o nível de implementação de práticas *lean* especificamente na indústria, e o real impacto que essas práticas provocam em indicadores de desempenho organizacional. Sendo essas questões ainda não mostradas pelas revisões sobre *lean* até presente data. É exatamente dentro desse contexto que o presente trabalho se insere objetivando fornecer essa visão abrangente por meio de uma revisão da literatura a respeito de trabalhos que apresentaram o grau de implementação da manufatura enxuta ao redor do mundo e o relacionamento da adoção de práticas enxutas com o desempenho organizacional.

Para o propósito deste estudo, foi considerado nesta revisão artigos que abordam técnicas *Just in time* (JIT). Isto se deve ao fato de que alguns estudos disponíveis na literatura (por exemplo, Fullerton et al. (2003); Fullerton e McWatters (2001); Chen e Tan (2013); Green et al. (2014); Matsui (2007); Inman (2011)) consideraram as práticas *lean* sem nomeá-las claramente como “*lean*”, e sim chamando-as de “*just in time*”.

3.2 Método de pesquisa da revisão da literatura

A presente revisão da literatura seguiu basicamente os passos sugeridos por Godinho Filho e Saes (2013) que propuseram um sistema de classificação a partir da realização de cinco procedimentos, sendo acrescentado mais uma etapa no mesmo, conforme Figura 3.1. Cada fase da Figura 1 está descrita nas Seções 3, 4 e 5 do presente trabalho.

Figura 3.1 – Passos para a realização do presente estudo.



Fonte: Adaptado de Godinho Filho e Saes (2013).

A busca dos artigos revisados seguiu os preceitos do protocolo apresentado no Quadro 3.1, conforme as seguintes etapas:

Quadro 3.1 – Protocolo de busca e seleção da literatura.

PROTOCOLO DE PESQUISA	
Palavras-chave	Just in time, Lean, Toyota, Survey.
Operador booleano	AND e OR.
Base de dados	Engineering Village, Scopus, Web of Knowledge, Google Acadêmico.
Crítérios de inclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Survey sobre avaliação de práticas <i>lean</i> na indústria; - Avaliação do grau de adoção de práticas <i>lean</i> na indústria; - Relação de adoção das práticas <i>lean</i> com desempenho organizacional; - Uso de técnicas estatísticas para analisar o grau de adoção de práticas <i>lean</i> na indústria; - Uso de técnicas estatísticas para relacionar a adoção de práticas <i>lean</i> com desempenho organizacional.
Crítérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo de caso de implementação <i>lean</i> na indústria; - Descrição das fases de implementação das práticas <i>lean</i> na indústria; - Fatores críticos de sucesso da implementação das práticas <i>lean</i>; - Descrição dos benefícios de adoção das práticas <i>lean</i>, sem identificar as práticas; - Avaliação da adoção das práticas <i>lean</i> em empresas que não pertencem aos setores da indústria.
Idioma	Inglês.
Tipo de documento	Artigos científicos.
Anos de publicação	Sem filtro.

Fonte: Do autor (2015).

- a. Etapa 1 – busca nas bases de dados: Como resultado da busca, foram obtidos 1026 artigos publicados em periódicos, sendo que 236 estavam duplicados nas bases de dados;
- b. Etapa 2 – primeiro filtro: Realizou-se um primeiro filtro nos 790 artigos restantes, por meio da leitura do título ou do resumo para avaliar se o trabalho atende aos objetivos desta revisão e aos critérios de inclusão e exclusão do protocolo de pesquisa;
- c. Etapa 3 – segundo filtro: O segundo filtro ocorreu com a leitura do texto completo de 119 artigos resultante do primeiro filtro, aplicando novamente os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no mesmo protocolo. e
- d. Etapa 4 – seleção final: Após a leitura integral dos artigos, foram identificados 84 estudos condizentes com o propósito da pesquisa. Nesses 84 artigos estão incluídos 15 trabalhos adicionados a partir da abordagem *snowball*.

Esses estudos que integraram a presente revisão foram agrupados em dois grupos: (1) artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas enxutas por setores da indústria, uma vez que se considera pertinente conhecer o nível de implementação de práticas *lean* para que se possa conduzir as estratégias pertinente ao sucesso da jornada (38 artigos); e (2) artigos que correlacionaram a adoção das práticas enxutas com o desempenho empresarial, uma área que

vem sendo explorada nos últimos dez anos mas que precisa melhores posicionamentos científicos quanto a esta correlação (46 artigos). Tal divisão orientou a classificação apresentada na Seção 3.3.

3.3 Classificação da literatura revisada

Para ambos os grupo de artigos, a classificação foi realizada por meio de cinco parâmetros, descritos a seguir:

- a. **País:** os países em que estudos de avaliação de práticas enxutas adotadas pela indústria foram identificados, sinalizando a real conjuntura da disseminação ou não da adoção dessas práticas. Foram mapeados artigos em 44 países, a saber: Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Bulgária, Canadá, China, Coreia do Sul, Croácia, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, Gana, Grécia, Holanda, Hungria, Índia, Indonésia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Líbia, Malásia, México, Noruega, Nova Zelândia, País de Gales, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça, Tailândia, Taiwan, Turquia, Estados Unidos da América e Venezuela;
- b. **Objeto pesquisado:** este parâmetro considera a identificação dos setores da indústria relatados nos artigos por atividade econômica e porte da empresa, além do tamanho da população e da amostra pesquisa. Para os artigos que não relatam a atividade econômica específica, os mesmo mostram que se trata do macrossetor de Indústria de Transformação. No Quadro 3.2 disponibiliza-se a relação desses setores codificados de acordo com o Código Nacional Atividade Econômico (CNAE 2.0) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A população pesquisada foi de no mínimo 27 e no máximo 26.224 empresas, com média igual a 1.674. Quanto ao tamanho da amostra da pesquisa, o mínimo foi de 13, o máximo de 1.757 e a média igual a 177,35 empresas;

Quadro 3.2 – Relação e codificação dos setores industriais identificados nos artigos.

Sector industrial	CNAE 2.0	Sector industrial	CNAE 2.0
Indústria de transformação	C	Farmoquímicos e farmacêuticos	21
Indústria da construção	F	Borracha e material plástico	22
Produtos alimentícios	10	Minerais não metálicos	23
Bebidas	11	Metalurgia	24
Produtos do fumo	12	Produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	25
Produtos têxteis	13	Equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos	26
Veruário e acessórios	14	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	27
Couro e artefatos do couro	15	Máquinas e equipamentos	28
Produtos de madeira	16	Veículos automotores, reboques e carrochérias	29
Celulose, papel e derivados	17	Outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	30
Impressão e reprodução de gravações	18	Móveis	31
Coque e produtos derivados do petróleo	19	Produtos diversos	32
Produtos químicos	20	Arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas	71

Fonte: Adaptado IBGE (2014).

- c. **Prática *lean* estudada:** cada artigo revisado apresenta um conjunto de práticas *lean* estudadas para medir a implantação das mesmas nos respectivos objetos de pesquisa. Cada artigo analisado investigou a implementação das práticas baseados em metodologias consolidadas, entre as quais se têm as mais utilizadas: Shah e Ward (2003); Shah e Ward (2007); Karlsson e Ahlstrom (1996); Panizzolo (1998); Womack, Jones e Roos (1990); White e Ruch (1990); White, Pearson e Wilson (1999); e Chong, White e Prybutok (2001). No presente estudo seguiram-se como padrão as práticas *lean* propostas por Shah e Ward (2003), conforme apresentado no Quadro 3.3;

Quadro 3.3 – Relação e codificação das práticas *lean* estudadas.

Práticas <i>lean</i>	Codificação	Práticas <i>lean</i>	Codificação
Desenvolvimento de fornecedor	Suppdevt	Melhoria contínua/Kaisen	Kaizen
Desenvolvimento de novos produtos	Newprod	Nivelamento da produção	Heijk
Envolvimento do cliente	Custinv	Organização do local de trabalho	5S
Fluxo contínuo	Flow	Padronização	Standz
Fornecimento JIT	SuppJIT	Processo à prova de erros	Pokyok
Gestão de recursos humanos	HRM	Redução de estoque	Invred
Gestão visual	Vismang	Sistema puxado	Pull
Manufatura celular	Cellmanf	Troca rápida de ferramentas	SMED
Manutenção produtiva total	TPM	Takt time	Takt

Fonte: Adaptado de Shah e Ward (2003); Shah e Ward (2007).

- d. **Técnica estatística:** A investigação empírica foi identificada na revisão dos artigos relacionando ao uso de diversas ferramentas estatísticas para demonstrar os resultados obtidos. No Quadro 3.4 consta a lista de 78 técnicas estatísticas identificadas na revisão de literatura e a codificação das mesmas. A codificação das técnicas estatísticas ocorreu por meio de processo manual simples seguindo os pressupostos interpretativo e explicativo, evitando a ambiguidade (WEBER, 1990);
- e. **Resultados alcançados:** este parâmetro retrata os diferentes resultados que os artigos revisados disponibilizaram. O segundo grupo de artigos, diferente do primeiro grupo que mostra somente o grau de adoção da manufatura enxuta, mostra a relação das práticas com os respectivos objetivos de desempenho operacional, financeiro e ambiental, conforme apresentado pelos artigos revisados. Esses resultados orientaram a discussão da literatura uma vez que o que se pretende com este estudo é analisar a relação do grau de adoção das práticas *lean* no desempenho empresarial das organizações pesquisadas.

Quadro 3.4 – Relação e codificação das técnicas estatísticas.

Técnica estatística	Codificação	Técnica estatística	Codificação
Alfa de Cronbach	Alpha	Teste do qui-quadrado	CST
Estatística descritiva	Descstats	Teste exato de Fisher	Fisher
Teste de homogeneidade marginal	MHT	Teste de Mann-Wintney	Mannwint
Estatística inferencial	Infstats	Odds Ratio	OD
Equações simultâneas	Simequa	Teste de Wilconxon	Wilxtest
Método de Procruste	Procmeth	Test-t	t-test
Normalização de Kaiser	Kaiser	Teste de McNemar	McNemar
Matriz de impacto cruzado	Crossmatr	Análise de correlação	Corranals
Teste Bartlet de esferecidade	Bartlett's	Coeficiente de concordância de Kendall	Kendallcoef
Teste Kaiser-Meyer-Olkin	KMO	Coeficiente de correlação de Kendall	Kendallcorr
Distribuição de probabilidade binomial	Binoprob	Correlação de Spearman	Spermcorr
Máxima verossimelhança	Maxmlikd	Matriz de correlação	Corrmatrix
Confiabilidade composta	CR	Coeficiente de correlação de Pearson	Pearson
Modelo linear hierárquico	HLM	Correlação linear	Linearcorr
Mínimos quadrados generalizados	GLS	Coeficiente (r) de correlação	Phicoef
Mínimos quadrados ordinários	OLS	Correlação total do item corrigido	CITC
Variância média extraída	AVE	Correlação de Poychoric	Poychcorr
Variância do fator do inflação	VIF	Correlação interclasses	ICC
Teste de Harman	Harman	Correlação canonical	Canocorr
Análise hierárquica do processo	AHP	ANOVA	ANOVA
Teste de Levene	Levene	Teste de Friedman	Friedman
Coeficiente de Thurstone	Thurscoeff	Teste Q-Cochran	Cochran-Q
Matriz de covariância assimpótica	ACM	Teste Kruskal-Wallis	KWT
Comunalidade	Comm1t	Teste Post hoc	LSD
Análise de confiabilidade KR20	KR20	One-Way ANOVA	Oneway
Abordagem Jackknife	Jackfappreh	Teste Tukey	Tukey
Transformação de Box-Cox	Boxcox	Método de variância comum	CMV
Teste M de Box	Box'Sm	Análise de componentes principais	PCA
Modelagem de equações estruturais	SEM	Análise de cluster	Cluster
Mínimos quadrados parciais	PLS	Distância Euclidiana	Eucdist
Medidas de qualidade de ajustes	GFM	Teste de Hotelling	Hotltest
Teste Sobel	Sobel	MANOVA de Wilks	MANOVA
Mínimos quadrados de três estágios	TSLs	Lambda de Wilkis	Wilklamb
Análise fatorial exploratória	EFA	Análise de regressão	Regranals
Análise fatorial confirmatória	CFA	Análise de regressão múltipla	MRA
Rotação varimax	Varimax	Regressão logística	Logtcregr
Rotação oblíqua	Oblique	Modelo de regressão hierárquical	HRM
Modelagem estrutural interpretativa	ISM	Coeficiente de múltipla regressão stepwise	Stepwise
Estratificação aleatória de amostra	Stratsamp	Séries temporais	Timeser

Fonte: Do autor (2015).

Além desses cinco parâmetros supracitados, válidos para os dois grupos de artigos, ainda há mais um considerado na classificação proposta para o segundo grupo:

- f. **Indicador de desempenho:** este parâmetro mostra a relação da adoção das práticas *lean* com o desempenho empresarial. Foram identificadas 17 medidas de desempenho classificadas em três categorias: (1) desempenho operacional (OP), composto por 11 medidas; (2) desempenho financeiro (FP), com 5 indicadores; e (3) desempenho ambiental (EP), com uma única medida. A relação dos indicadores identificados nos artigos revisados, com a respectiva codificação, está descrita no Quadro 3.5. A codificação dos indicadores de

desempenho atendeu aos pressupostos interpretativo e explicativo segundo Weber (1990), evitando a ambiguidade e definido por um processo manual simples.

Quadro 3.5 – Relação e codificação dos indicadores de desempenho.

Desempenho operacional (OP)	Código	Desempenho financeiro (FP)	Código
Produtividade	Prodt	Custo de produção	UCM
Satisfação do cliente	Custsats	Retorno sobre investimentos	ROI
Lead time	LT	Rentabilidade	Profit
Qualidade	Quality	Simplificação da contabilidade	Accosimp
Entrega no prazo	OTD	Participação no mercado	Markshr
Flexibilidade	Flex	Desempenho ambiental (EP)	Código
Nível de inventário	Invles	Desempenho ambiental	EP
Tempo de Setup	Setup		
Redução de espaço	Spred		
Satisfação dos trabalhadores	Emplsats		
Velocidade de desenvolvimento de novos produtos	SNPI		

Fonte: Do autor (2015).

A classificação dos artigos mapeados na revisão da literatura concernente ao primeiro grupo, que mede o grau de adoção de práticas *lean* pelos setores da indústria, está disponível na Tabela 3.1, perfazendo um total de 38 artigos.

A classificação referente ao segundo grupo de artigos, que discorre sobre a relação do grau de adoção de práticas *lean* com o desempenho das empresas industriais, está disponível na Tabela 3.2, perfazendo um total de 46 artigos.

Tabela 3.1 – Classificação de artigos que estudaram o grau de adoção de práticas *lean*.

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Resultados obtidos
Bortolotti, Boscarì e Danese (2015).	AUT CHN FIN GER ITA JPN KOR ESP SWE USA	26; 28; 29 (n=317).	12 práticas, segundo alguns autores ¹ .	ICC; CFA; GFM.	Os resultados revelaram que um perfil de Cultura Organizacional (OC) específico caracteriza as empresas <i>lean</i> bem sucedidas; em particular, quando comparadas às empresas <i>lean</i> sem sucesso, mostram um maior coletivismo institucional, orientação futura, uma orientação humana e um menor nível de assertividade. Além disso, as empresas <i>lean</i> bem sucedidas usam as práticas suáveis de LM mais extensamente do que as empresas <i>lean</i> mal sucedidas, ao passo que não diferem significativamente em termos de práticas rígidas de LM. Para os gestores, os resultados indicam que, para implementar o LM com sucesso, é fundamental ir além dos técnicos da LM, adotando práticas rígidas e estimulando o desenvolvimento de um perfil OC adequado.
Panwar et al. (2015).	IND	C (P=500 e n=120).	20 práticas, Shah e Ward (2003); Lyons et al. (2013).	Alpha; t-test.	A necessidade de lotes grande de produção para utilização da capacidade e a falta de qualificação e experiência, são as principais razões para não implementação de práticas LM. As principais razões para implementação de LM são: satisfação do cliente, eliminação de resíduos, redução do custo de produção, melhoria da qualidade e aumento da eficiência da gestão de demanda. Oito práticas são positivas e significativamente consideradas pelas empresas. Não relação significativa entre barreiras culturais e implementação de práticas LM.
Susilawati et al. (2015).	INA	C (n=51).	6 práticas, segundo alguns autores ² .	Descstacs; Mannwint.	Houve uma diferença significativa na implementação <i>lean</i> entre as grandes, médias e pequenas empresas. As médias e pequenas empresas tendem a implementar práticas enxutas em menor grau do que as grandes empresas.
Herzog e Tonchia (2014).	SLO	C (P=387 e n=72)	8 práticas, segundo alguns autores ³ .	Alpha; PCA.	Os constructos tiveram alto índice de confiabilidade. As 24 variáveis descrevem positivamente os oito constructos em uma relação significativa para o sucesso da implementação <i>lean</i> .
Jasti e Kodali (2014).	IND	13; 26; 27; 28; 29; C (P=753 e n=180).	6 práticas, Dennis (2002).	Alpha; Descstacs; PCA.	Todos os quadros de práticas <i>lean</i> representaram significativamente validade e confiabilidade para a excelência em LM. Os níveis de implementação das práticas <i>lean</i> foram variados. Não há um modelo padrão de implementação de práticas <i>lean</i> na indústria indiana.
Lucato et al. (2014).	BRA	18; 22; 24; 25; 29; 31; C (P=150 e n=51).	6 práticas, Padrão J4000 SAE.	Descstacs; Levene; t-test; Oneway; Tukey.	As práticas <i>lean</i> apresentaram níveis variados de implementação, mas considerada de forma significativa pelas empresas. As empresas de capital estrangeiro apresentaram maior grau de implementação das práticas (variação das práticas <i>lean</i> conforme o tipo de posse). Não houve relação entre o tamanho da empresa e o nível de implementação das práticas <i>lean</i> . Ocorreu variação do grau de implementação das práticas conforme o setor industrial.
Thanki e Thakkar (2014).	IND	C (n=32).	9 práticas, Lee (2004).	Alpha; Descstacs; Cluster; Eucdist.	O estado atual de implementação e conscientização <i>lean</i> em indústrias indianas não é tão encorajador e a razão para isso é que as questões humanas relacionadas não são abordadas adequadamente. A qualidade e a tecnologia do processo são as duas áreas-chave em que as empresas não estão dando a atenção adequada.
Kumar et al. (2013).	IND	29 (P=88 e n=45).	18 práticas, segundo alguns autores ⁴ .	Cross; ISM; Cluster.	A proposição de um modelo de implementação de LM em indústrias a partir de 18 práticas <i>lean</i> . Houve alta correlação entre as práticas estabelecidas no modelo. As variáveis de "custos" e "compromisso da gestão" foram consideradas as mais importantes.

Tabela 3.1 – Classificação de artigos que estudaram o grau de adoção de práticas *lean* (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Resultados obtidos
Singh e Chauhan (2013).	IND	25; 28; 29 (P=186 e n=52).	9 práticas, Karlsson e Ahlstorm (1996); Soriano-Meier e Forrester (2002).	Alpha; AHP; Pearson; Stepwise.	Os níveis de implementação das práticas <i>lean</i> foram variados, com destaque para quatro práticas relacionadas aos fatores humanos, com maior nível de implementação. Todas as práticas foram significativamente correlacionadas com LM.
Yang e Yang (2013).	TWN	26; 27; 28; 29; 30; C (P=620 e n=153).	5 práticas, próprios autores.	Alpha; SEM.	As práticas corroboram para a integração do modelo Toyota de produção. A prática de melhoria contínua foi considerada o foco da implementação do modelo integrado.
Chauhan e Singh (2012).	IND	25; 28; 29 (P=186 e n=52).	9 práticas, Karlsson e Ahlstorm (1996); Soriano-Meier e Forrester (2002).	Alpha; AHP; Pearson.	Os níveis de implementação das práticas <i>lean</i> foram variados. Todas as práticas foram significativamente correlacionadas com LM. A maioria das empresas está iniciando a implementação de práticas enxutas. O estudo fornece parâmetros para os gerentes medir o status de LM.
Fuentes-Moyano, Díaz-Sacristán e Jurado-Martínez (2012).	ESP	29 (P=216 e n=84).	4 práticas, segundo alguns autores ⁵ .	Alpha; Pearson; Descstats; Harman; Varimax; HRM.	Não há uma visão holística na implementação das práticas <i>lean</i> . O maior nível de cooperação com fornecedor não impacta na intensidade de adoção das práticas <i>lean</i> . O efeito foi positivo e significativo entre o nível de cooperação com o cliente e o grau de intensidade de adoção de práticas <i>lean</i> .
Puvasanvaran, et al. (2012).	MAS	C (P=140 e n=48).	8 práticas, segundo alguns autores ⁶ .	Alpha; Pearson; Descstats; Spermcorr; Phicoef.	As empresas com certificação ISO 14001 comumente adotam práticas <i>lean</i> . As práticas <i>lean</i> apresentaram relação positiva e significativa com Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Há forte ligação entre princípios <i>lean</i> e ISO 14001 para alcançar melhoria contínua. Não há integração entre os dois sistemas de gestão (SGA e LM).
Salimi, Hadjali e Sorooshian (2012).	MAS	29; 30 (P=45 e n=30).	13 práticas, Im e Lee (1988).	t-test; Cluster; MANOVA; MRA.	Os diferentes tipos de indústria tiveram efeitos significativos na escolha das práticas JIT. As práticas JIT tiveram um impacto positivo na determinação de práticas de requisitos enxutos.
Yang, Yeh e Yang (2012).	TWN	C (P=620 e n=151).	5 práticas, próprios autores.	Alpha; KWT.	As práticas apresentaram níveis de implementação significativamente diferentes. As práticas TQM e Melhoria contínuas tiveram os mais altos níveis de implementação. A prática enxuta HRM apresentou nível baixo de implementação.
Velarde, Pirraglia e Van Dyk (2011).	USA	16 (P=2.295 e n=179).	11 práticas, vários autores ⁷ .	Pearson.	A grande maioria das empresas vem adotando práticas enxutas. Houve correlação positiva na adoção das práticas enxutas, iniciativas e benefícios em vários níveis.
Friedli, Goetzfried e Basu (2010).	-	21.	4 práticas, Friedli et al. (2006); Cua, McKone e Schroeder (2001).	Descstats.	As práticas apresentaram níveis variados de implementação, dando ênfase em TQM e TPM. Não houve evolução em grande escala para obtenção da eficiência operacional.
Hokoma, Khan e Hussain (2010).	LBA	24 (P=60 e n=32).	2 práticas, segundo próprios autores.	Alpha; Descstats.	O nível de implementação do JIT foi considerado modesto, e de nível mais alto para TQM. Mas ambas ainda foram considerados de níveis baixos. A familiaridade com o JIT foi considerada como maior razão de não implementação. A falta de apoio da gerência sênior foi considerada, por 100% das empresas, como a maior razão para não implementação de TQM.
So e Sun (2010).	17 countries	25; 27; 28; 29 (n=558).	4 práticas, Buker (1991).	Alpha; KMO; AVE; GFM; MRA; t-test.	As empresas de médio porte implementaram mais práticas enxutas comparadas com as pequenas empresas (tamanho das empresas interfere no grau de adoção das práticas enxutas). A relação foi positiva e significativa no uso regular das práticas pelas empresas em conformidade com os princípios da manufatura enxuta. O relacionamento com fornecedor influenciaram positivamente na adoção de práticas <i>lean</i> pelas empresas.

Tabela 3.1 – Classificação de artigos que estudaram o grau de adoção de práticas *lean* (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Resultados obtidos
Moayed e Shell (2009).	USA	C (P= 509 e n=52).	1 prática, segundo próprios autores.	Fisher; Logtcregr	Houve forte relação entre o SPE e algumas principais variáveis de manutenção, como, custos anuais de pessoal de manutenção, peças/materiais e treinamento.
Hokoma, Khan e Hussain (2008).	LBA	23 (P=60 e n=36).	2 práticas, segundo próprios autores.	Alpha; Descstats.	O <i>status</i> de implementação do JIT foi considerado de nível baixo, enquanto TQM foi de nível alto. O apoio da gerência sênior e a familiaridade com a prática JIT foram as principais razões de não implementação dessa prática. A falta de apoio da gerência sênior foi a principal razão da não implementação do TQM.
Mariones et al. (2008).	ESP	10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 20; 22; 23; 25; 27; 28; 30; C (P=432 e n=203).	4 práticas, vários autores ⁸ .	Alpha; AVE; VIF; Harman; GFM; Varimax; MRA.	Os níveis de implementação das práticas enxutas foram considerados variados. Houve variação do grau de implementação das práticas conforme o setor industrial. O tamanho da empresa apresentou efeito negativo sobre a aplicação das práticas (não varia conforme o tamanho). O efeito da idade das empresas na implementação das práticas não foi significativo.
Matson e Matson (2007).	USA	29 (P=156 e n=50).	8 práticas, Monden (1992).	Descstats.	Os níveis de implementação das práticas enxutas foram considerados variados. As empresas que implementam um número maior de práticas e de forma mais intensa tem mais benefícios comparado com as empresas que implementam um número menor de prática e com menos intensidade.
Shah e Ward (2007).	USA	C (P=750 e n=63).	10 práticas, Shah and Ward (2003).	Descstats; Maxmlikd; EFA; CITC; Oblique.	Caracterizou a produção enxuta a partir de 10 subdimensões originais. A manufatura enxuta é um sistema sócio técnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar resíduos simultaneamente reduzindo ou minimizando a variabilidade interna, cliente e fornecedor.
Green JR. e Inman (2006).	USA	C (P=4.250 e n=180).	1 prática, Claycomb et al. (1999a).	SEM; CFA; CST.	O JIT apresentou forte impacto na relação com integração da empresa, controle de desempenho e especialização. O JIT não apresentou relação com a descentralização.
Doolen e Hacker (2005).	USA	26 (P=27 e n=13).	29 práticas, vários autores ⁹ .	Mannwint; KWT	Os níveis de aplicação das práticas enxutas foram significativamente diferentes conforme o porte da empresa, sendo que as grandes empresas implementaram mais intensamente as práticas <i>lean</i> do que as pequenas empresas, compatíveis com os resultados de Shah e Ward (2003). Também ocorreram diferenças de aplicações das práticas conforme tipo de processo. As práticas foram aplicadas em níveis de importância diferenciados.
Laosirihongthong e Dangayach (2005).	IND THA	29 (P=2.796 e n=122).	9 práticas, vários autores ¹⁰ .	Alpha; Infstats.	As práticas enxutas foram implementadas em níveis diferenciados pelas indústrias em cada país e entre os países. A prática enxuta TQM foi a preferida pelas indústrias indianas, e a prática JIT para as tailandesas. As atividades preferidas em ambos os países estão alinhadas com as prioridades competitivas, de qualidade na Índia e prazo de entrega na Tailândia.
Ahmed, Hassan e Taha (2004).	MAS	16; 17; 20; 22; 24; 25; 26; 28; 29. (P=692 e n=63).	1 prática segundo próprios autores.	CST; Kendall; Cochran-Q.	As empresas apresentaram altos níveis de variabilidade no uso do TQM. Algumas ferramentas do TPM foram utilizadas com frequência maior do que outras.
Wood et al. (2004).	UK	C (P=513 e n=126).	6 práticas, Waterson et al. (1999).	t-test; McNemar; MHT.	As práticas <i>lean</i> apresentaram diferentes níveis de implementação, sendo enfatizados TQM e JIT. Ocorreu um aumento significativo do uso de todas as práticas enxutas no período de 1996 a 2000. Não houve diferença estatisticamente significativa no número de empresas que não adotaram as práticas JIT. O aumento do uso das práticas está na mesma intensidade das empresas que implementaram as práticas. O aumento do uso integrado das práticas <i>lean</i> foi estatisticamente significativo entre os períodos analisados.

Tabela 3.1 – Classificação de artigos que estudaram o grau de adoção de práticas *lean* (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Resultados obtidos
Oral, Mistikoglu e Erdis (2003).	TUR	23 (P=31 e n=26).	1 prática, próprios autores.	Descstacs; Thurscoef; Phicoef; Fisher.	Não houve relação entre tamanho da empresas e implementação de prática <i>lean</i> estudada. Os níveis variados de implementação do JIT entre as empresas, mostraram a falta de integração entre os elementos do JIT.
Clegg et al. (2002).	UK AUS JPN SWI	C (n=898).	8 práticas, segundo próprios autores.	Alpha; Friedman; KWT; Oneway; LSD; Wilxtest; Kendallcorr.	Foram identificadas cinco práticas comumente utilizadas pelas empresas, e sete menos utilizadas. Os países que mais implementaram práticas são Suíça, Japão, Austrália e Reino Unido. A implementação de 5 práticas variaram conforme o tipo de setor, e 7 práticas não variaram por setor. Há três práticas mais antigas em utilização, e três mais recentes. Não houve relação entre nível de uso e tempo de uso. O tamanho da empresa apresentou correlação com a taxa de uso, mas não com a eficácia. Existe alguma correlação significativa entre uso e sindicalização, o mesmo ocorreu com a eficácia das práticas. Benchmarking foi positivamente e significativamente associado com a taxa de uso em cada prática, o mesmo ocorreu com a eficácia das práticas. A inovação do produto e o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) apresentaram correlação com o uso das práticas de forma positiva e significativa, ocorrendo o mesmo com a eficácia das práticas. A taxa de uso e o nível de competição foram positivos, mas significativos apenas em 3 das 12 práticas, e não houve relação com a eficácia.
Fullerton e McWatters (2002).	USA	C (P=447 e n=253).	10 práticas, White e Ruch (1990); White et al. (1999).	Alpha; Descstacs; ANOVA; PCA; Varimax; MRA.	Foi comprovação estatística o uso individual das práticas enxutas pelas empresas JIT. Todas as práticas, exceto qualidade, apresentaram implementação parcial. A prática enxuta TQM foi considerada necessária para implementação bem sucedida de JIT. A relação foi estatisticamente significativa entre as práticas JIT e os fatores de desempenho do sistema JIT e fatores de controle.
Soriano-Meier e Forrester (2002).	UK	23 (P=36 e n=32)	9 práticas, Karlsson e Ahlstrom (1996).	Alpha; Regranls; Cluster.	Houve forte relação entre compromisso gerencial de JIT/TQM e investimento em infraestrutura. A correlação foi positiva entre o grau de adoção de práticas enxutas e reais alterações feitas advindas dessas práticas. A relação foi positiva entre investimentos em infraestrutura e mudanças reais em direção a ao nível em que a empresa se torna enxuta.
Amako-Gyampah e Gargeya (2001)	GHA	10; 11; 13; 17; 20; 22; 25 ((P=100 e n=48).	7 práticas, segundo próprios autores.	Descstacs.	As práticas JIT foram implementadas em níveis elevados nas indústrias pesquisadas. Os resultados mostraram que as empresas JIT são mais propensas a manterem sistemas de controles quando comparadas com empresas não JIT.
Pérez e Sanchez (2000).	ESP	29 (P=53 e n=28).	3 práticas, segundo próprios autores.	Descstacs; MRA.	Não foram encontradas diferenças significativas entre as duas sub-amostras sobre as variáveis de LM. As empresas realizaram um maior esforço em P&D, engenharia técnica e treinamento de funcionários. Algumas práticas apresentaram relação significativamente variadas na implementação de LM nas empresas: (1) a flexibilidade numérica e a flexibilidade funcional aumentou em termos de funcionários temporários, rotação de tarefas e trabalho em equipe; (2) a rotação de tarefas e trabalho em equipe foram positivamente correlacionados com a formação e utilização de componentes comuns; (3) entregas JIT foi positivamente correlacionada com a formação de trabalhadores e com o nível de utilização de componentes modulares.

Tabela 3.1 – Classificação de artigos que estudaram o grau de adoção de práticas *lean* (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Resultados obtidos
Panizzolo (1998).	ITA	C (n=27).	48 práticas, segundo próprios autores.	Alpha; Cluster.	As práticas foram implementadas em níveis de significância variados, ou seja, 13 das 48 práticas foram significativamente implementadas. Houve maior dificuldade para implementar práticas de gestão de relacionamentos externos. Identificação de 3 grupos de empresas: empresas flexíveis (12 empresas implementando práticas que levaram a uma integração operacional, priorizando a relação logística); redes de empresas (8 empresas que por meio das práticas <i>lean</i> apresentaram alto nível de integração logística com clientes e fornecedores e uma relação de parceira com fornecedores); e empresas orientadas para o cliente (7 empresas, alto nível de integração logística e de relação de parceira com clientes e fornecedores). As empresas estão buscando ser mais competitivas melhorando o desempenho em: velocidade e confiabilidade de entrega; exatidão e integralidade do cumprimento da ordem; amplitude da oferta de produtos; personalizar para atendimento de necessidades específicas; e serviço de pós-venda.
Hum e Ng (1995).	SIN	10; 14; 18; 25; 26; 28; C. (P=69 e n=40).	21 práticas, segundo próprios autores.	Descstats.	As empresas de capital estrangeiro implementaram as práticas JIT de forma mais intensa. As empresas do setor elétrico e eletrônica implementaram mais intensamente as práticas <i>lean</i> comparando com outras indústrias de transformação. As práticas foram implementadas de forma estatisticamente significativa, mas com intensidades variadas.
Ebrahimipour e Withers (1993).	USA	26; 27; 28; 29 (P=995 e n=221).	1 prática, segundo próprios autores.	ANOVA.	Foram identificados três grupos de empresas: JIT, não JIT, e implantando JIT. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o compromisso da alta gerência com os três tipos de empresas. Houve diferença estatisticamente significativa entre os tipos de empresas e a adoção da prática de CQ. Idem para a prática de qualidade do produto e de produção.

¹Flynn et al. (1995), Cua et al. (2001), Shah e Ward (2003), Challis et al. (2005), Shah e Ward (2007), Matsui (2007), Mackelprang e Nair (2010).

²Karlsson e Ahlstrom (1996); Panizzolo (1998); Sanchez e Pérez (2001) and Shah e Ward (2007).

³Karlsson e Ahlstrom (1996); Panizzolo (1998); Sanchez e Pérez (2001) and Shah e Ward (2007).

⁴Yu Lin e Hui Ho (2008); Åhlström (1998); Womack, Jones e Roos (1990); Emiliani (2001); Hayes e Wheelwright (1984); Skinner (1974); Poppendieck (2002); Heizer e Render (2006); Kasul e Motwani (1997); Liker (2004); Edwards (1996); Katayama e Bennett (1996); Pattanaik e Sharma (2009); Walder, Karlin e Kerk (2007); Ahuja (1996); Heragu (1997); LEI (2003); Womack e Jones (1996); Panizzolo (1998); EPA (2003); Nakamura, Sakakibara e Schroeder (1998); Forza (1996); Shah e Ward (2003); Taj (2008); Hamel e Prahalad (1989); Karlsson e Ahlstrom (1996).

⁵Shah e Ward (2003); Cagliano et al. (2006); Narasimhan et al. (2006); Shah et al. (2008).

⁶Puvasanvaran et al. (2009); Boyer (1996); Womack, Jones e Roos (1990).

⁷Lebow (1999); Yusuf and Adeleye (2002); Strategem (2003); Bumgardner et al. (2004); The Manufacturer (2005, 2006 e 2007); La Bissoniere e Bowe (2006a); Ray et al. (2006); Pirraglia et al. (2009 e 2010).

⁸Flynn et al. (1995); Sakakibara et al. (2001); Cua et al. (2001); Ahmad et al. (2003).

⁹Womack, Roos e Jones (1990); James Moore e Gibbons (1997); Panizzolo (1998); Bentley, Nightingale e Taneja (2000); Karlsson e Ahlstrom (1996a); Karlsson e Ahlstrom (1996b); Takeuchi e Nonaka (1986); Henke, Krachenberg e Lyons (1993); Contreras e Mast (2001); Ellram (1994).

¹⁰Kim e Arnold (1996); Swink e Hegarty, (1998); Hayes e Wheelwright (1984); De Meyer e Ferdows (1990); Cagliano e Spina (2000); Chikan e Demeter (1995); Rohr e Correa (1998); Badri, Davis e Davis (2000); Amoako-Gyampah e Boye (2001); Chandra e Sastry (1998); Nagbhusna e Shah (1999); Dangayach e Deshmukh (2001b); Dangayach e Deshmukh (2003).

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Tabela 3.2 – Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas *lean* com desempenho da empresa.

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016).	BRA	C; 10; 16; 20; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28 (P=1912 e n=52).	10 práticas, Shah e Ward (2007)	Friedman; Kendallcoef; Spermcorr; EFA; CFA; SEM.	Invles; UCM.	O LM impacta positiva e significativamente no desempenho operacional das empresas pesquisadas. Esse efeito de LM se materializa por meio de três práticas <i>lean</i> (controle estatístico do processo, envolvimento do trabalhador e TPM) das 10 do modelo de Shah e Ward (2007).
Chavez et al. (2015).	IRL	10; 14; 16; 17; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 29 (n=228).	4 práticas, Li et al. (2006); Li et al. (2005).	CST; EFA; CFA; Alpha; Harman; SEM	Quality; OTD; Flex; UCM; Markshr; ROI; Proft.	Esta pesquisa faz três contribuições principais à literatura. Primeiro, mostra a importância das relações da cadeia de suprimentos para práticas <i>lean</i> interna (ILP). Em segundo lugar, confirma a associação positiva e diferencial entre o ILP e o desempenho, operacional e organizacional. Terceiro, ajuda a entender as circunstâncias sob as quais o ILP pode afetar o desempenho. Esta visão de contingência da produção enxuta incorpora a turbulência tecnológica (TT) como uma variável moderadora.
Marin-Garcia e Bonavia (2015)	ESP	23 (P=157 e n=101).	8 práticas, segundo alguns autores ¹ .	Descstats; PLS.	Prodt; Quality; LT; Emplsats; SNPI; UCM.	Os dados de nossa amostra confirmam que quanto mais envolvimento de funcionários, mais LM; E quanto mais LM, maior o desempenho.
Sharma, Dixit e Qadri (2015).	IND	28 (n=100).	21 práticas, segundo próprios autores.	Alpha; CST; Stepwise; Durbin-Watson.	Quality.	As práticas de produção enxuta influenciam as medidas de desempenho da qualidade e do potencial competitivo das cadeias de fornecimento de máquinas-ferramentas indianas.
Wiengarten et al. (2015).	6 countries	10; 13; 20; 21; 26; 27; 28; 29; 30; C (P=1.876 e n=932).	5 práticas, Schonberger (2007).	Alpha; OLS; Descstats; VIF; Harman; GFM; CST.	Prod; Quality; OTD; Custsats.	As práticas enxutas apresentaram um forte impacto sobre o desempenho de operações em plantas que estão situadas em países caracterizados por altos níveis de coletivismos, em comparação às plantas situadas em nações com uma orientação individualista. As práticas <i>lean</i> apresentaram um forte impacto sobre o desempenho de operações em plantas que praticam altos níveis de coletivismo, em comparação às plantas que praticam uma cultura organizacional individualista.
Alcaraz et al. (2014).	MEX	28 (n=159).	5 práticas, Prophet (2003).	Alpha; AVE; VIF; CST; PLS; SEM; CR; Stratsamp.	Quality; Invles; UCM.	As práticas <i>lean</i> apresentaram graus de implementação variados, sendo algumas práticas com intensidade estatisticamente significativas e outras sem evidências estatísticas comprovadas. Algumas práticas <i>lean</i> apresentaram relação positiva e significativa no impacto direto com os desempenhos de qualidade e custos, e nos níveis de estoques. Enquanto que outras práticas não apresentaram evidências estatísticas de impacto no desempenho de qualidade e custos.
Belekoukias, Garza-Reyes e Kumar (2014).	-	C (n=140)	5 práticas, segundo próprios autores.	Regranals; Linearcorr; SEM.	Quality; Flex; OTD; UCM.	Os resultados indicam que JIT e automação têm a maior importância no desempenho operacional, enquanto kaizen, TPM e VSM parecem ter um efeito menor, ou mesmo negativo, sobre ele.
Dora, et al. (2014).	BEL, GER, HUN	10 (P=230 e n=35).	8 práticas, Shah e Ward (2007).	Alpha; KWT; Descstats; Infstats; Friedman; Wilxtest.	Prod; Markshr; Accosimpl; LT; Quality; Emplsats; UCM; Proft.	As práticas enxutas apresentaram níveis variados de implementação. A relação foi positiva e significativa entre a adoção de práticas <i>lean</i> e desempenho das empresas. Não houve diferença estatisticamente significativa na relação entre práticas <i>lean</i> e medidas de desempenho conforme o porte das empresas, entretanto houve diferenças estatisticamente significativas entre as práticas adotadas que influenciaram no desempenho das empresas conforme o país.
Fullerton, Kennedy e Widener (2014).	USA	C (P=476 e n=244).	8 práticas, segundo alguns autores ² .	SEM; Varimax; ANOVA; PCA.	LT; Setup; ROI; Proft; Markshr.	A extensão do uso de práticas <i>lean</i> foi positivamente relacionada com o desempenho operacional. A extensão das práticas enxutas influenciou positivamente o uso de práticas de gestão contábil (MAP) enxuta. A associação foi positiva e significativa entre desempenho operacional e desempenho financeiro.

Tabela 3.2 – Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas *lean* com desempenho da empresa (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Gao e Low (2014).	CHN	F (P=400 e n=93).	14 práticas, Gao e Low (2012).	Alpha; MRA; Stepwise.	Prod; Quality.	Algumas práticas <i>lean</i> apresentaram relação estatisticamente significativa com o desempenho. Alguns fatores críticos relacionados a qualidade do projeto influencia a implementação das práticas enxutas.
Green JR. et al. (2014).	USA	10; 13; 14; 16; 17; 18; 19; 20; 22; 23; 24; 25; 27; 28; 30; 31; 32; C (P=1.464 e n=142).	1 prática, Claycomb et al. (1999b).	Alpha; HLM Descstats; SEM; CFA; CST; Corrmatrix.	ROI; Profít.	A relação foi estatisticamente significativa entre práticas JIT e gestão da cadeia de suprimentos (SCM). O mesmo ocorreu entre práticas JIT e competência da cadeia de abastecimentos, e entre competência da cadeia de abastecimento e o desempenho organizacional. O mesmo não ocorreu entre as práticas JIT e desempenho organizacional, SCM e desempenho organizacional e entre SCM e competências da cadeia de abastecimento.
Hong, Yang e Dobrzykowski (2014).	23 countries	25; 28; 27; 26; 29; 30; C (P=761 e n=571).	2 práticas, segundo próprios autores.	Alpha; Descstats; AVE; Harman; SEM; GFM.	Prod; Quality; LT; Emplsats; UCM; Markshr.	A relação da estratégia de serviço orientada ao cliente com as práticas <i>lean</i> foi considerada estatisticamente significativa. A relação entre as práticas <i>lean</i> e desempenho operacional foi suportado parcialmente, visto que os fatores humanos contribuem positivamente, mais os fatores técnicos não. As medidas de desempenho operacional contribuíram positivamente com o desempenho do negócio.
Kull et al. (2014).	24 countries	10; 14; 16; 19; 24; 27; 28; C (P=1.453).	7 práticas, Shah e Ward (2007).	Alpha; Kaiser; Procmet; GLS; OLS; EFA; Varimax; PCA; Stepwise.	LT; Quality; OTD; UCM.	A eficácia das práticas LM é sensível às dimensões da cultura nacional. A dimensão cultural não atua como mediador para estabelecer os efeitos na relação entre LM e desempenho operacional (OP).
Bhasin (2013).	UK	C (n=68).	12 práticas, segundo próprio autor.	Pearson; Wilklamb.	LT; Emplsats; Profít; Markshr.	O desempenho relativo a "processo" foi o mais favorecido com as práticas <i>lean</i> . As empresas que implementaram um maior número de práticas, obtiveram melhores desempenhos.
Bortolotti, Danese e Romano (2013).	9 countries	26; 28; 30 (n=244).	6 práticas, Furlan et al. (2010).	Descstats; Maxmlikd; CR; ICC; SEM; CFA; CST.	LT; OTD; Flex; UCM; Profít.	As práticas JIT apresentaram grau de implementação positiva e significativa em ambientes de produção repetitivos e também em ambientes de operação não repetitivas. As práticas JIT produziram um efeito positivo e significativo em todas as medidas de desempenho. A variabilidade da demanda (ambiente não repetitivo) não interferiu na relação positiva entre as práticas JIT e as medidas de desempenho custo e volume de negócios, mas gerou impacto negativo na relação das práticas JIT com o desempenho de entrega no prazo, <i>lead time</i> e flexibilidade do <i>mix</i> e do volume de produção. A personalização do produtos (ambiente não repetitivo) não apresentou nenhuma relação significativa no impacto de JIT nas variáveis de desempenho.
Chen e Tan (2013).	CHN	10; 13; 20; 21; 24; 26; 28; 29; C (n=224).	10 práticas, segundo alguns autores ⁵ .	Alpha; Levene; Corrmatrix; CITC; PCA; Varimax; LSD; Oneway; HRM; MANOVA.	Quality; OTD; Invles; UCM.	As empresas estrangeiras, joint venture e estatais apresentaram relação positiva e significativa entre práticas <i>lean</i> e desempenho. Não há relação significativa entre as práticas <i>lean</i> e desempenho nas empresas privadas de capital chinês. O impacto das práticas <i>lean</i> na melhoria do desempenho apresentou efeito significativo nas empresas estrangeiras e <i>joint venture</i> , o que não ocorreu com as empresas chinesas estatais e privadas.
Dora et al. (2013)	BEL GER HUN	10 (P=230 e n=35).	1 prática, segundo alguns autores ³ .	Descstats.	Prod; LT; Quality; Invles; OTD.	A aplicação de LM melhora o desempenho organizacional, especialmente, a produtividade e a qualidade, variando conforme o país.
Ghosh (2013).	IND	C (P= 400 n=79).	7 práticas, Shah e Ward (2003 e 2007).	Descstats; Regranals.	Prod; LT; Invles; Setup; Spcred; UCM.	A relação foi considerada positiva e significativa das práticas <i>lean</i> com OP. Todas as métricas de OP apresentaram melhorias.

Tabela 3.2 – Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas *lean* com desempenho da empresa (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Nawanir, Teong e Othman (2013).	INA	C (P=1000 e n=139).	9 práticas, segundo alguns autores ⁴ .	Alpha; VIF; Descstacs; EFA; Linearcorr; Stratsamp.	Prod; Custsats; Quality; OTD; Invles; UCM; Profit; Markshr.	As práticas LM foram consideradas positivas e significativamente correlacionadas com medidas de OP, e medidas de desempenho financeiro (FP). As medidas de OP contribuem coletivamente de forma significativa para cada uma das medidas da FP. As medidas de OP mediam parcialmente a relação da implementação de práticas LM com medidas da FP.
Danese, Romano e Bortolotti (2012).	AUT FIN GER ITA JPN SWE USA	26; 28; 30 (n=207).	2 práticas, Furlan et al. (2010); Sakakibara et al. (1993).	CFA; HRM; Oneway; Tukey; CMV; ICC; t-test.	Prod; OTD.	As práticas de produção JIT afetaram positivamente a eficiência e a entrega. As práticas de compras JIT moderaram positivamente a relação entre produção JIT e desempenho de entrega, enquanto não houve nenhum efeito de moderação significativo quando se considera o impacto sobre o desempenho de eficiência.
Hofer, Eroglu e Hofer (2012).	USA	C (P=2.662 e n=229).	10 práticas, Shah e Ward (2007).	Descstacs; Varimax; CST; Fisher; PCA; Hotlltest.	ROI; Markshr.	A mediação de estoque enxuto foi parcialmente significativa na relação entre práticas <i>lean</i> e desempenho financeiro. A implementação completa de práticas <i>lean</i> apresentou relação significativa e positiva com desempenho financeiro e estoque enxuto.
Furlan, Vinelli e Pont (2011).	9 countries	26; 28; 29 (n=173).	3 práticas, segundo alguns autores ⁶ .	Alpha; Tukey; Descstacs; OLS; AVE; CFA; CST; ANOVA.	LT; Quality; OTD; Flex; UCM.	As práticas JIT e TQM foram positivamente correlacionadas com a melhoria do desempenho operacional. As variáveis de controle, tamanho e idade das empresas, não apresentaram impacto significativo na relação das práticas <i>lean</i> com desempenho operacional. O impacto foi positivo e significativo de HRM como intensificador e facilitador da complementariedade entre JIT e TQM na melhoria do desempenho operacional.
Inman et al. (2011)	USA	10; 25; 26; 27 (P=1211 e n=96).	2 práticas, Brox e Fader (2002); Germain e Droge (1997).	Alpha; Harman; Descstacs; PCA; Oneway; KR20; SEM; CST; GFM; Corrmatrix.	Prod; Custsats; Quality; UCM; ROI; Profit; Markshr.	As práticas de compras JIT apresentaram relação direta e positiva com manufatura ágil. A relação positiva entre práticas de produção JIT e manufatura ágil, foi mediada pelas práticas de compras JIT. As práticas <i>lean</i> influenciaram a relação positiva entre manufatura ágil e desempenho operacional. As medidas de desempenho operacional apresentaram relação positiva com desempenho de marketing. As medidas de desempenho de marketing moderaram a relação positiva entre desempenho operacional e desempenho financeiro.
Taj e Morosan (2011).	CHN	10; 11; 18; 19; 20; 21; 28; C (P=91 e n=65).	2 práticas, segundo próprio autor.	Alpha; KMO; Bartlett's; EFA; Varimax; Regranals.	LT; Quality; OTD; Flex; Setup; Spcred.	Os fatores de desempenho de práticas enxutas foram fortemente relacionados com as práticas de operações e projeto. As práticas LM apresentaram resultados significativamente diferentes conforme o tipo de indústria. Todas as indústrias apresentaram bom desempenho em qualidade.
Yang, Hong e Modi (2011).	22 countries	C (n=309).	3 práticas, segundo alguns autores ⁷ .	Alpha; SEM; Sobel; CFA.	ROI; Markshr; Envperf.	As práticas de gestão ambiental apresentaram relação positiva e significativa na mediação de práticas enxutas e desempenho ambiental. As práticas <i>lean</i> apresentaram relação positiva e significativa com desempenho de mercado e financeiro. As análises contextuais (tamanho da empresa, diferença regionais e PIB) produziram níveis diferenciados de implementação das práticas <i>lean</i> e ambiental e, por conseguinte, o desempenho ambiental e de negócios.
Forrester et al. (2010).	BRA	28; 30 (n=37).	9 práticas, Soriano-Meier e Forrester (2002).	Corranals; Oneway; Tukey; Cluster; Regranals.	ROI; Profit.	As empresas enxutas têm valores médios significativamente maiores que empresas tradicionais referentes faturamento por empregado e volume de ativos de negócio.

Tabela 3.2 – Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas *lean* com desempenho da empresa (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010).	THA	10; 13; 28; 29 (P=424 e n=187).	13 práticas, Shah e Ward (2003).	Alpha; PCA; Varimax; ANOVA; MRA.	Prod; LT; Accosimp; UCM.	Os três constructos <i>lean</i> foram significativamente relacionados com desempenho operacional (JIT apresentou maior relação nas grandes empresas (LE) comparada com as pequenas e médias (PME); minimização de desperdício (WM) apresentou maior relação nas PMEs, e gestão do fluxo (FM) mostrou-se com nível baixo de relação nas LEs e PMEs). As empresas estrangeiras possuem maior significância em WM e FM, e JIT foi altamente significativo para os três tipos de posse.
Fullerton e Wempe (2009).	USA	C (P=177 e n=121).	4 práticas, Koufteros et al. (1998).	Alpha; PCA; ANOVA; EFA; Varimax; MRA; SEM; Maxmlikd.	Prod; LT; Quality; OTD; Setup; ROI.	As relações foram significativas e positivas entre as três práticas <i>lean</i> e medida não financeira de desempenho (NFMP). A NFMP apresentou relação positiva com retorno sobre investimento (ROI). As práticas de redução do tempo de setup e manufatura celular apresentaram relação com ROI. A NFMP apresentou relação significativa e positiva na mediação entre três práticas <i>lean</i> e ROI.
Pont, Furlan e Vinelli (2008).	9 countries	26; 28; 29 (n=173).	3 práticas, segundo alguns autores ⁸ .	Alpha; AVE; SEM; CFA.	LT; Quality; OTD; Flex; UCM.	As práticas <i>lean</i> se ajustam ao modelo de LM. As práticas <i>lean</i> apresentaram efeito positivo e significativo no desempenho operacional. A gestão de recursos humanos (HRM) apresentou efeito mediador na relação positiva e significativa entre práticas <i>lean</i> e desempenho operacional.
Matsui (2007).	JPN	26; 27; 28; 29 (n=46).	9 práticas, segundo próprio autor.	Alpha; MRA; EFA; Phicoef; Canocorr; Maxmlikd; ANOVA.	Accosimp; LT; Quality; OTD; Flex; Invles; SNPI; UCM.	As práticas JIT apresentaram integração positiva e significativa com gestão de recursos humanos, gestão da qualidade, sistemas de informação, desenvolvimento de tecnologias e estratégia de manufatura. As práticas JIT apresentaram relação positiva, mas não significativa, com desempenho competitivo. Visto que algumas práticas JIT apresentaram relação significativa com desempenho, enquanto que outras não apresentaram. A relação passa a ser significativa conforme os setores indústrias (por exemplo, a indústria automotiva que apresentaram relação significativa).
Ward e Zhou (2006).	USA	29 (n=769).	10 práticas, Shah e Ward (2003).	Alpha; Sobel; Descstats; ACM; SEM; Poyhecorr.	LT.	As práticas <i>lean</i> reduziram significativamente o tempo de entrega. O efeito de TI no desempenho de prazo de entrega foi potencializado pelo uso de práticas (as práticas <i>lean</i> apresentaram efeito mediador).
Swink, Narasimhan e Kim (2005).	USA	26; 28; 29; 32; C (P=146 e n=57).	5 práticas, segundo alguns autores ⁹ .	Corranals; HRM; AVE; GFM.	Flex; UCM; Markshr.	A relação foi positiva e significativa entre práticas <i>lean</i> e desempenho de flexibilidade do processo. Não houve relação entre práticas <i>lean</i> e desempenho em custos e flexibilidade de produto. A mediação da estratégia de produção na relação entre práticas <i>lean</i> e desempenho operacional foi positiva, mas parcialmente significativa. A relação foi positiva e significativa entre desempenho em custo e flexibilidade do novo produto com desempenho baseado no mercado. O desempenho em flexibilidade do processo não interferiu no desempenho do mercado. A relação foi positiva e significativa da estratégia de produção com desempenho do negócio mediada pelo desempenho operacional.
Fullerton, McWatters e Fawson (2003).	USA	C (P=447 e n=253).	10 práticas, White e Ruch (1990).	Alpha; MRA; EFA; ANOVA; Varimax; GLS; Timeser.	ROI; Proft.	A relação foi positiva entre rentabilidade e grau de implantação de somente 4 práticas. As práticas <i>lean</i> de qualidade reduz a rentabilidade. A medida original <i>lean</i> não demonstra nenhuma relação significativa com rentabilidade. O aumento de retorno sobre investimento nas práticas <i>lean</i> ocorre no longo prazo especificamente para 2 práticas.
Shah e Ward (2003).	USA	10; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 30; 31; 32 (P=26.224 e n=1.757).	22 práticas, segundo próprio autor.	Alpha; Kaiser; Binomprob; Varimax; HRM; PCA; CST; Spermcorr; Oblique.	Prod; LT; Quality; Setup; UCM.	Os pacotes de práticas <i>lean</i> apresentaram relação positiva e significativa com o desempenho operacional. Maior grau de implementação das práticas <i>lean</i> conforme o tamanho da empresa (grandes empresas apresentam melhores resultados), sendo que o mesmo não ocorre quanto à idade da planta e o <i>status</i> de sindicalização.

Tabela 3.2 – Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas *lean* com desempenho da empresa (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Chong, White e Prybutok (2001).	USA	C (P=2640 e n=831).	10 práticas, segundo próprio autor.	KMO; CFA; EFA; Corrmatrix; Maxmlikd; GFM; Varimax.	Prod; LT; Quality; Emplsats; Invles; UCM.	As práticas JIT apresentaram relação positiva e significativa com as medidas de desempenho. Os resultados mostram que o apoio organizacional intensifica a relação positiva entre as práticas JIT e o desempenho organizacional.
Cua, McKone e Schroeder (2001).	GER ITA JPN UK USA	26; 28; 30 (n = 163).	3 práticas, McKone et al. (1999); Sakakibara et al (1993 e 1997); Flynn et al. (1994 e 1996).	Phicoef; CFA; Wilklamb; Jackfapprch.	Quality; OTD; Flex; UCM.	As práticas enxutas possibilitaram maiores níveis de desempenho quando implementadas em conjunto. O tamanho da empresa e a capacidade do processo não interferiram na relação das práticas enxutas com desempenho organizacional. O tipo de processo impactou positivamente na relação das práticas enxutas e medidas de desempenho.
Fullerton e McWatters (2001).	USA	10; 13; 17; 18; 20; 22; 24; 25; 26; 28; 29; 31; C (P=447 e n=95).	10 práticas, White e Ruch (1990); White et al. (1999).	Alpha; PCA; Varimax; ANOVA; Corrmatrix.	LT; Quality; Flex; INL; Proft; Accosimp.	A relação foi significativa e positiva entre adoção das práticas enxutas com todos os seis benefícios. Quanto mais alta a adoção das práticas <i>lean</i> , maiores os benefícios.
McKone, Schroeder e Cua (2001).	GER ITA JPN USA	26; 28; 29 (n=117).	3 práticas, McKone et al. (1999); Sakakibara et al (1993 e 1997); Flynn et al. (1994 e 1996).	Alpha; Boxcox; Descstacs; CFA; Corrmatrix; SEM; Box'sM.	Quality; OTD; Flex; UCM.	A prática enxuta TPM apresentou relação positiva e significativa com baixos custos (medido pelo maior giro de estoque), altos níveis de qualidade (medido pelos níveis mais altos de conformidade com as especificações) e melhor desempenho de entrega (medido pelo maior percentual de entregas no prazo e por velocidades mais rápidas de entrega). A prática enxuta JIT moderou a relação positiva e significativa entre TPM e desempenho da empresa.
Callen, Fader e Krinsky (2000).	CAN	25; 26 (P=103 e n=100).	17 practices, Flynn e Sakakibara (1995).	Regranals; PCA; CST; Cluster; t-test; Wilxtest.	Invles; UCM; Proft.	As práticas JIT apresentaram impactos positivos e significativos em todas as medidas de desempenho, quando comparadas as empresas JIT e não JIT. Para as empresas JIT, a relação positiva entre as práticas <i>lean</i> e as medidas de desempenho depende do tipo de indústria (sendo mais significativa no setor de autopeças).
Kadipasaoglu, Peixoto e Khumawala (1999).	13 countries	13; 28 (n=248).	4 práticas, segundo próprio autor.	PLS; SEM.	LT; OTD; Quality; UCM.	A relação entre as práticas “fluxo JIT” e “manufatura celular” no desempenho de “custos de produção” apresentaram impacto positivo independente do tipo de processo de produção da empresa e do país, mas não apresentaram nenhuma relação com desempenho de “qualidade”, “velocidade” e “entrega no prazo”. As práticas “automação industrial” e “TQM” não apresentaram nenhuma relação com as medida de desempenho.
White, Pearson e Wilson (1999).	USA	C (P=2640 e n=454).	10 práticas, White (1990).	OD; Logtcregr.	Prod; LT; Quality; Emplsats; Invles; UCM.	As práticas JIT foram implementadas em níveis variados entre as empresas, apresentando uma média de adoção de 7 práticas por todas as empresas. A adoção das práticas JIT varia conforme o tamanho da empresa, sendo que as grandes empresas adotaram mais práticas JIT comparadas com as pequenas empresas. O impacto das práticas JIT no desempenho foram positivos e significativamente diferentes conforme o porte das empresas, sendo mais intenso nas grandes empresas em comparação às pequenas empresas.
Upton (1998).	NZL	7; 10; 13; 26; C (P=100 e n=85).	1 prática, segundo próprio autor.	Alpha; t-test.	Prod; LT; Quality; OTD; Setup; Proft.	A relação entre práticas JIT e desempenho não financeiro foi significativa e positiva, em níveis variados entre os indicadores de desempenho. Maior utilização do indicador qualidade, entrega do fornecedor no prazo e volume de negócios.
Dean e Snell (1996).	USA	24; 25; 28; 30 (P=512 e n=160).	2 práticas, segundo próprio autor.	Alpha; PCA; Varimax; HRM.	Prod; LT; Quality.	A prática enxuta TQM influenciou positivamente as medidas de desempenho, sendo potencializado ou não conforme o ambiente competitivo e a estratégia de produção. A prática JIT não impactou no desempenho da empresa.

Tabela 3.2 – Classificação de artigos que estudaram a relação do grau de adoção de práticas *lean* com desempenho da empresa (continuação).

Artigo	País	Objeto pesquisado	Práticas <i>lean</i> estudadas	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Hudson e Nanda (1995).	USA	C (n=55).	1 prática, segundo próprio autor.	Simequa; OLS; SEM; TSLS.	Invles; UCM; Profit.	A relação entre adoção de práticas JIT rentabilidade foi negativa e significativa, devido o aumento do número de trabalhador conforme adoção de práticas JIT. A relação entre adoção de práticas JIT e giro de estoque foi positivo e significativo (o giro de estoque aumenta conforme adoção de práticas JIT). A relação entre JIT e custo unitário de produção foi negativa e significativa, ou seja, reduz o custo unitário conforme adoção de JIT.
Lawrence e Hottenstein (1995).	MEX	25; 26; 27; 28 (P=473 e n=124).	4 práticas, Lawrence (1993).	Alpha; PCA; Varimax; Phicoef; HRM.	Prod; Custsats; LT; Quality.	A associação entre JIT e desempenho financeiro foi considerada positiva e altamente significativa. A relação foi influenciada pelo tamanho da empresa, setor da indústria, tipo de operação e nacionalidade dos gerentes.
White (1993)	USA	25; 26; 27; 28; 30 (P=2640 e n=454).	10 práticas, White (1990).	Descstatacs.	LT.	As práticas JIT foram implementadas por todas as organizações pesquisadas independente do tamanho ou do tipo de processo de produção das empresas. As práticas JIT apresentaram relação positiva e significativa com a melhoria de desempenho de lead time para a maioria das empresas pesquisadas independente do tamanho dessas empresas. As práticas apresentaram relação positiva com desempenho em níveis variados conforme o tipo de processo de fabricação.

¹Ahmad, Schroeder e Sinha (2003); Birdi et al. (2008); Dabhilkar e Ahlstrom (2007); Lyons et al (2013); Marodin e Salatiel (2013); Benson e Lawler (2005); White e Prybutok (2001).

²Shingo Prize; Fullerton and McWatters (2002); Fullerton et al. (2003); Sakakibara et al. (1993); Shah and Ward (2003); White et al. (1999).

³Achaga et al. (2006); Bonavia and Marin (2006); Shah and Ward (2007).

⁴Ahmad, et al. (2003); Ramarapu, et al. (1995); Shah and Ward (2007).

⁵Shah and Ward (2003); Fullerton et al. (2003); White et al. (1999); Zhu and Meredith (1995); Chong et al. (2001); Meybodi (2009); Shah and Ward (2007); Browning and Heath (2009); Matsui (2007); Jacobs et al. (2009); Im and Lee (1989); Monden (1983); Gubata (2008); Box and Fader (2002); Cua et al. (2001).

^{6,8}McLachlin (1997); Flynn et al. (1999); Shah and Ward (2007); Shah and Ward (2003).

⁷Womack, Jones and Roos (1990); McLachlin (1997); Shah and Ward (2003); Shah and Ward (2007); Li et al. (2005); Browning and Heath (2009).

⁹Snell and Dean (1992); Sakakibara et al. (1993); Flynn et al. (1994); Flynn et al. (1995a); Sakakibara et al. (1997); Flynn et al. (1995b); Shah and Ward (2003); Davy et al. (1992); McLachlin (1997); Cua (2000).

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

3.4 Análise e discussão da literatura revisada

Nesta Seção consta a análise quantitativa e qualitativa da literatura revisada considerando as práticas *lean* e os países estudados, Subseções 3.4.1 e 3.4.2, respectivamente. Na Subseção 3.4.3, procedeu-se com as discussões da literatura com base nos resultados apontados pelos estudos mapeados.

3.4.1 Países estudados

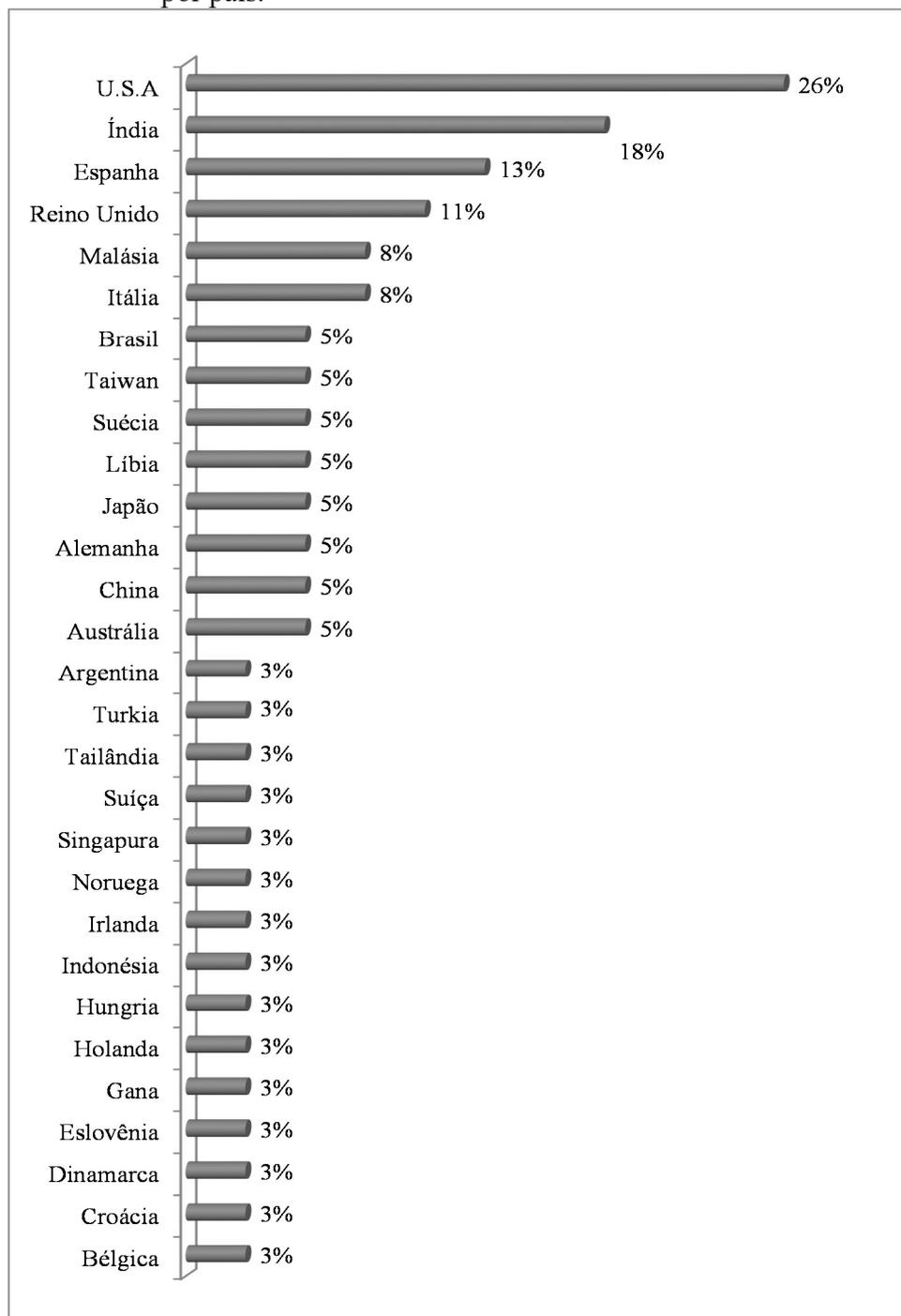
A primeira análise se refere aos países em que foram realizados os estudos, seguindo os grupos de artigos apresentados na Subseção 3.3.

3.4.1.1 Artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas *lean*

Na Figura 3.2 identifica-se o percentual de publicação por país. Observa-se que seis países, 21% do total de países, detêm 84% das publicações. Dentre esses países, têm-se os USA que conduziram 26% do total de artigos. Estes trabalhos avaliaram práticas enxutas aplicadas por setores tais quais: madeireira, eletrônicos, automotiva, máquinas e equipamentos, equipamentos e materiais elétricos, produtos de metal e outros indústria de transformação. O segundo país que mais publicou foi a Índia com quase 18% do total de trabalhos mapeados, que avaliaram os seguintes setores: automotiva, cerâmica, máquinas e equipamentos, materiais elétricos, produtos de metal, eletrônicos e outros setores da indústria de transformação. O terceiro país com maior publicação é a Espanha, 13%, onde direcionaram seus esforços à indústria automotiva, máquinas e equipamentos, materiais e equipamentos elétricos, produtos metálicos, alimentícios, bebidas, têxtil, vestuários e acessórios, artefatos de couro, produtos de madeira, papel e celulose, produtos químicos, borracha e plástico, e minerais não metálicos. Em seguida vêm o Reino Unido, 11%, que estudaram setores como: cerâmica, automotiva, máquinas e equipamentos, materiais e equipamentos elétricos, produtos de metal, e outros. Em quinta posição, estão dois países, representando 8% dos estudos, a Malásia (focando os seguintes setores: papel e celulose, produtos de madeira, produtos químicos, plástico, metalurgia, produtos metálicos, eletrônicos, máquinas e equipamentos, equipamentos de transporte, e outros) e a Itália (que analisou setores tais quais: máquinas e equipamentos, materiais e equipamentos elétricos, produtos metálicos, eletrônicos, veículos automotores e outros setores da indústria de transformação). O Brasil vem em seguida com 5% das publicações que analisaram os setores

de máquinas e equipamentos, materiais e equipamentos elétricos, alimentícios, produtos metálicos, metalurgia, plástico, produtos químicos, eletrônicos, móveis, impressão e outros setores da indústria de transformação. Os índices dos demais países estão ilustrados na mesma Figura 3.2. Esses resultados mostraram que estudos a respeito da implementação de práticas *lean* vêm sendo realizadas em um grande número de países ao redor do mundo.

Figura 3.2 – Percentual de artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas *lean* por país.



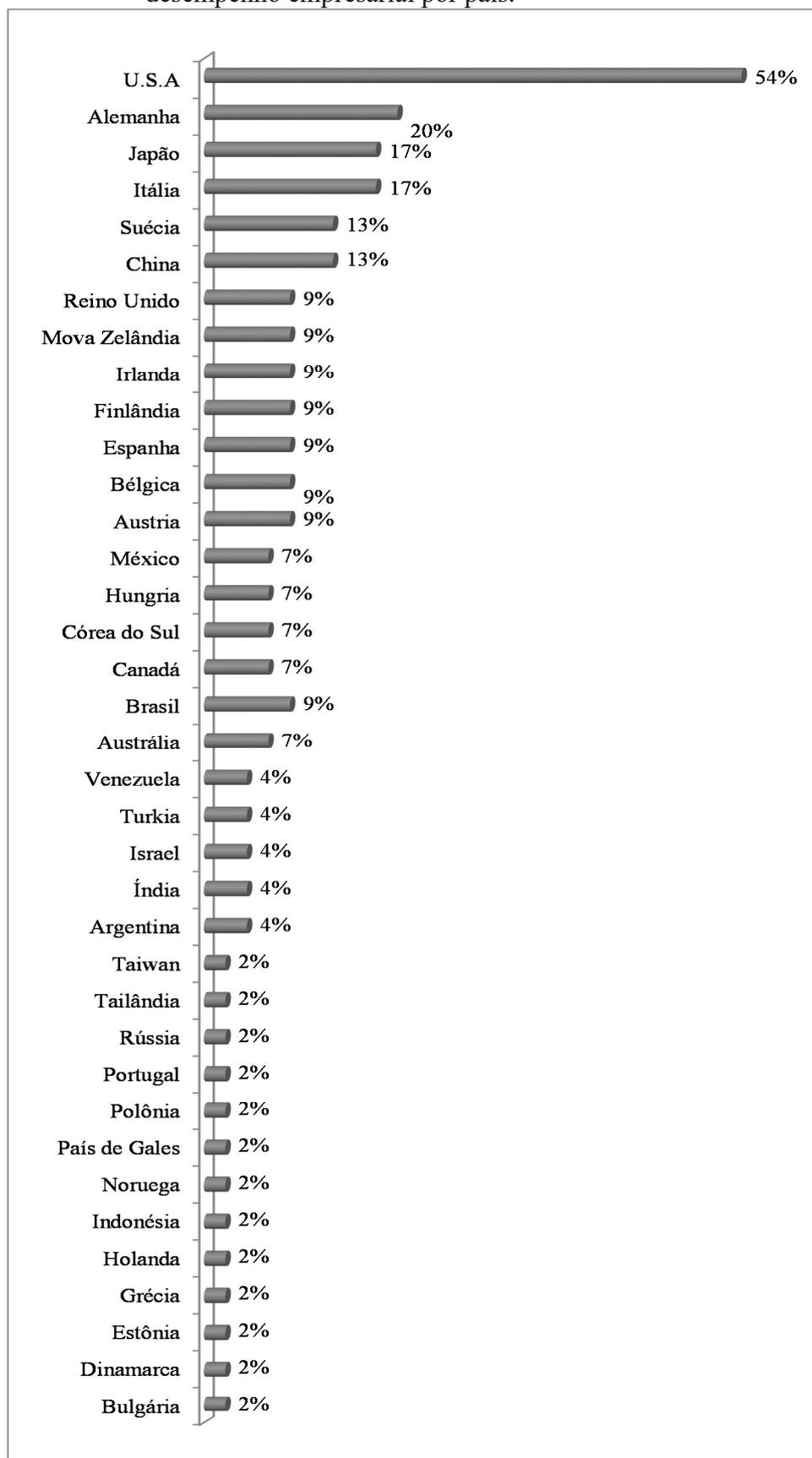
Fonte: Dados da pesquisa (2016).

3.4.1.2 Artigos que relacionaram a adoção de práticas lean com desempenho empresarial

Quanto aos países que publicaram o segundo grupo de artigos, a Figura 3.3 relaciona 37 países. Novamente os USA lidera o ranking com mais da metade dos artigos publicados (54%), focando nas seguintes atividades: alimentício, fumo, têxtil, vestuário e acessórios, couro e artefatos do couro, madeira, papel, impressos, petróleo e derivados, produtos químicos, farmacêuticos, borracha e plástico, minerais não metálicos, metalurgia, metal, informática e eletrônicos, aparelhos e materiais elétricos, máquinas e equipamentos, automotiva, outros equipamentos de transporte, móveis e produtos diversos. A Alemanha vem em seguida com 20% de publicações direcionadas aos setores alimentícios, informática e eletrônicos, máquinas e equipamentos, e veículos automotores. Dividindo a terceira posição, cada um com 17% dos artigos publicados, estão o Japão (focando seus estudos nos setores eletrônicos e elétricos, máquinas e equipamentos, automotivo, e equipamentos de transporte) e a Itália (direcionando suas análises para a indústria alimentícia, têxtil, produtos químicos, farmacêuticos, informática e eletrônicos, aparelhos e materiais elétricos, máquinas e equipamentos, automotiva, outros equipamentos de transporte e outros setores da indústria de transformação). A China (estudando os setores alimentícios, bebidas, têxtil, impressos, petróleo e derivados, produtos químicos, farmacêuticos, metalurgia, metal, informática e eletrônico, aparelho e materiais elétricos, máquinas e equipamentos, automotivo, outros equipamentos de transporte e outros setores da indústria de transformação) e a Suécia (analisando setores como têxtil, informática e eletrônicos, máquinas e equipamentos, veículos automotores, outros equipamentos de transporte e outros setores da indústria de transformação) dividem o quarto lugar com 13% de publicações. Quanto aos demais países, os percentuais de publicação então visíveis na mesma Figura 3.3.

Observa-se que as duas potências econômicas (USA e Alemanha) produziram mais de 70% do volume de estudos de aplicação de práticas *lean* e sua relação com o desempenho empresarial. Isso pode e deve gerar *benchmarking* por parte de outros países na implementação de práticas de gestão de operações industriais, a partir das conclusões e recomendações dos estudos disponibilizados acerca da adoção das práticas enxutas e sua relação com desempenho, que produzam impactos positivos.

Figura 3.3 – Percentual de artigos que relacionaram a adoção de práticas *lean* com desempenho empresarial por país.



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

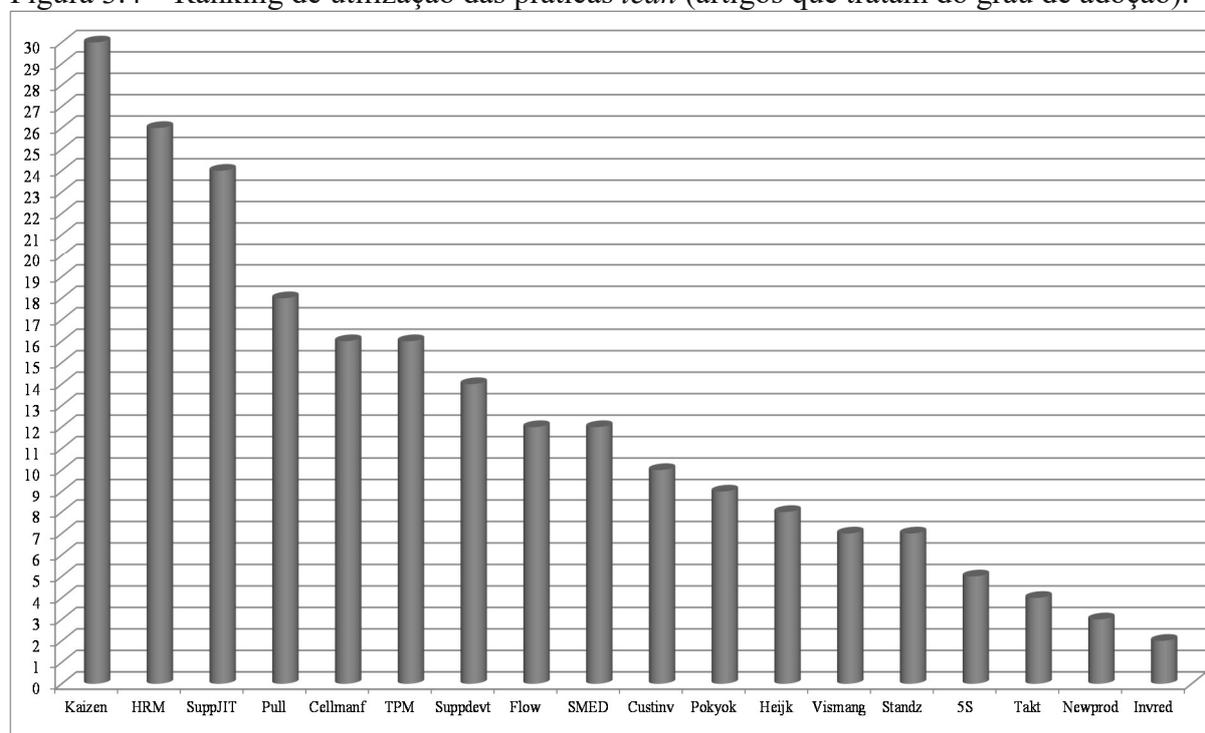
3.4.2 Práticas lean estudadas

Ainda com relação a análise da literatura, foram mapeadas 18 práticas *lean* utilizadas nos estudos revisados e que estão apresentadas e discutidas nesta Subseção. A descrição de cada prática consta no Quadro 3.3 da Subseção 3.3.

3.4.2.1 Artigos que avaliaram o grau de adoção de práticas lean

A Figura 3.4 apresenta o ranking das práticas *lean* que tiveram seu grau de adoção avaliado.

Figura 3.4 – Ranking de utilização das práticas *lean* (artigos que tratam do grau de adoção).



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

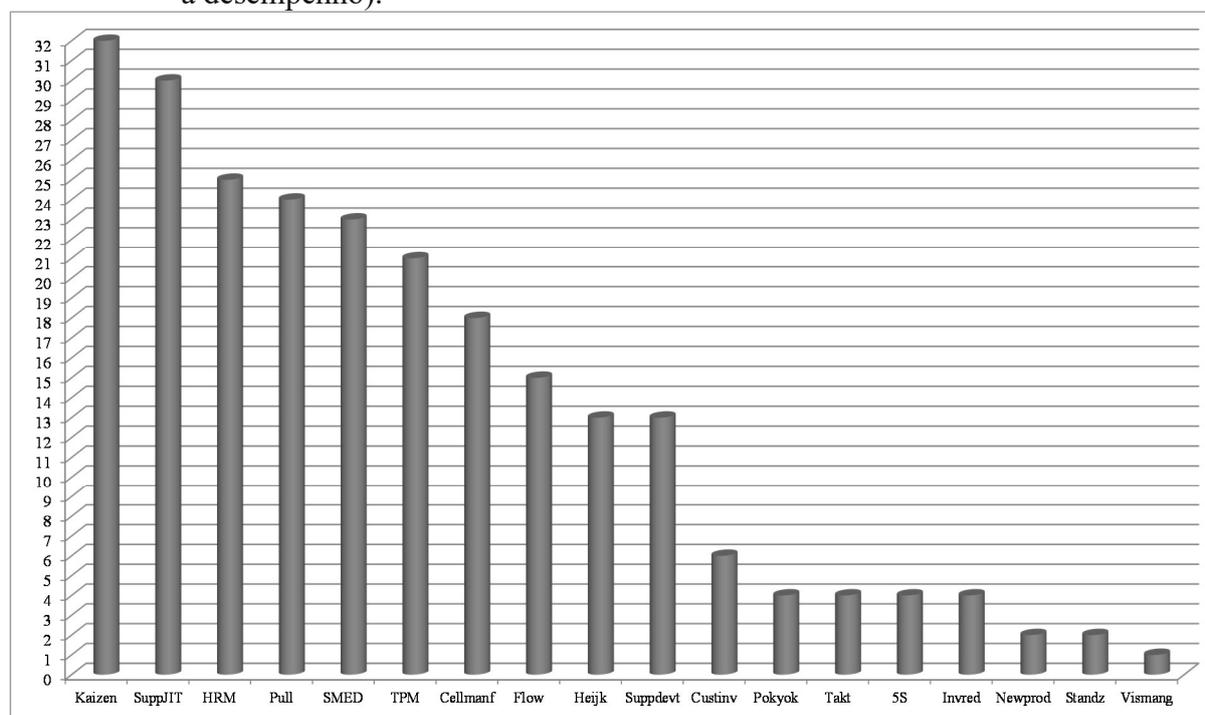
Observa-se que as 10 práticas *lean* mais estudadas (55% das práticas) representam quase 80% (79,82%) de implementação pelas empresas segundo os artigos revisados. Dentre as 10 práticas *lean* mais utilizadas, tem-se que sete estão internamente relacionadas às empresas (kaizen, gestão de recursos humanos, processo puxado, manufatura celular, manutenção preventiva total, fluxo contínuo e troca rápida de ferramentas), e três estão ligadas externamente às empresas (fornecimento JIT, desenvolvimento de fornecedor e envolvimento de clientes).

Por outro lado, as cinco práticas menos estudadas (28% das práticas) foram implementadas pelas empresas, representando menos de 10% de citações segundo os autores revisados. Todas as cinco práticas estão ligadas ao ambiente interno das empresas (padronização, 5S, *takt time*, desenvolvimento de novos produtos e redução de estoques). Outras práticas estão identificadas na mesma Figura 3.4.

3.4.2.2 Artigos que relacionaram a adoção de práticas lean com desempenho organizacional

Dentre as 18 práticas *lean* que relacionam com o desempenho segundo a literatura revisada, as 10 mais utilizadas (55%) nos estudos foram implementadas pelas empresas segundo quase 90% (88,80%) dos artigos, conforme Figura 3.5.

Figura 3.5 – Ranking de utilização das práticas *lean* (artigos que relacionam o grau de adoção a desempenho).



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Dentre as 10 práticas com maior nível de utilização, oito são internas às empresas (kaizen, gestão de recursos humanos, processo puxado, troca rápida de ferramentas, manutenção preventiva total, manufatura celular, fluxo contínuo e nivelamento da produção) e duas práticas estão relacionadas externamente às empresas (fornecimento JIT e desenvolvimento de fornecedores).

Neste grupo de artigos que relacionaram *lean* com desempenho, as cinco práticas (28%) menos utilizadas, sendo consideradas por menos de 5% das citações de utilização por parte das empresas entrevistadas, foram as mesmas menos utilizadas pelos artigos que analisaram o grau de adoção de *lean*. Ou seja, 5S, redução de estoque, desenvolvimento de novos produtos, padronização e gestão visual, todas relacionadas internamente às empresas. Outras práticas constam na mesma Figura 5.

Observa-se que a única diferença que há entre as dez práticas mais utilizadas em ambos os grupos de artigos (Subseções 3.4.2.1 e 3.4.2.2), é que no primeiro está uma prática externa (Custinv – envolvimento de clientes) e no segundo grupo foi substituída por uma prática interna (*Heijunka* – nivelamento da produção). Enquanto que na análise das cinco práticas menos utilizadas, na Subseção 3.4.2.1 está a prática *Takt Time*, na Subseção 3.4.2.2 a mesma foi substituída pela prática de Gestão Visual. Ou seja, basicamente o entendimento a respeito do que é *lean* (com relação as práticas) é relativamente comum nos estudos.

3.4.3 Resultados alcançados pelos estudos revisados

Com base nos resultados dos artigos revisados (Tabelas 3.1 e 3.2) inicia-se a discussão da literatura seguindo a divisão dos grupos de artigos (Seção 3.4). E conclui-se com um refinamento das discussões quanto a adoção dessas das práticas *lean* pela indústria dos países (desenvolvidos e em desenvolvimento) que produziram os estudos mapeados.

3.4.3.1 Artigos que estudaram o grau de adoção de práticas *lean*

A aplicação das práticas ocorre de forma dispersa e fragmentada, desconsiderando o encadeamento sistêmico necessário a manufatura enxuta. Essa é uma conclusão corroborada pela maioria dos trabalhos revisados (AHMED; HASSAM; TAHA, 2004; AMAKO-GYAMPAH; GARGEYA, 2001; DOOLEN; HACKER, 2005; CHAUHAN; SINGH, 2012; FRIEDL; GOETZFRIED; BASU, 2010; FUENTES-MOYANO; DÍAZ-SACRISTIANE; JURADO-MARTINEZ, 2012; FULLERTON; MCWATTERS, 2002; HOKOMA; KHANE; HUSSAIN, 2010; HUM; NG, 1995; JASTI; KODALI, 2014; KUMAR et al. (2013); LAOSIRIHONGTHONG; DANGAYACH, 2005; MARIONES et al., 2008; MATSON; MATSON, 2007; MOAYED; SHELL, 2009; ORAL; MISTIKOGLU; ERDIS, 2003; PANIZZOLO, 1998; PANWAR et al., 2015; PÉREZ; SANCHEZ, 2000; PUVANASVARAN et al., 2012; SHAH; WARD, 2007; SINGH; CHAUHAN, 2013;

THANKI; THAKKAR, 2014; WOOD et al., 2004; YANG; YANG, 2013; YANG; YEH; YANG, 2012). O não entendimento sistêmico por parte das empresas pode ser a principal razão para esta ocorrência, o que de fato minimiza a potencialidade da manufatura enxuta. A implementação das práticas *lean*, muitas vezes, requer replanejamento, agilidade após decisões, a qual requer consenso, envolvimento dos gestores, qualificação e delegação de responsabilidade para os trabalhadores, o que necessita de tempo e que muitas vezes acaba não sendo uma das prioridades das empresas.

Na literatura pesquisada pode-se ver que há uma discussão em aberto a respeito do efeito do porte da empresa no grau de adoção de práticas *lean*. Enquanto alguns estudos (por exemplo, Clegg et al. (2002); Doolen e Hacker (2005); So e Sun (2010)) concluem que empresas maiores tendem a adotar um número maior, e com mais intensidade, de práticas *lean*, comparadas com as empresas de porte menores, outros autores mostram que o porte das empresas não interfere na adoção das práticas *lean* (LUCATO et al., 2014; MARIONES et al., 2008). É comum pensar que a adoção de manufatura enxuta requer investimentos em fatores tecnológicos e fatores humanos; que os resultados vêm no longo prazo; e que é preciso ter poder de negociação junto aos fornecedores. Essas são algumas características inerentes às grandes empresas o que sinaliza favoravelmente ao efeito positivo do porte de empresas na adoção de práticas *lean*. Entretanto, cabe às empresas de menor porte buscar alternativas gerenciais e utilizar a seu favor a estrutura enxuta inerente ao seu tamanho, para implementação das práticas *lean*.

Os estudos analisados mostraram que existe uma variação de intensidade do uso das práticas conforme o setor de atividade industrial investigado. Isso foi identificado nos trabalhos de Clegg et al. (2002); Doolen e Hacker (2005); Ebrahimpour e Withers (1993); Hum e Ng (1995); Lucato et al. (2014); Mariones et al. (2008); Salimi, Hadjali e Sorooshian (2012). Essa variação muitas vezes é fruto de como a empresa encara a implementação das práticas *lean*. E como já era esperado, o setor automotivo é que apresenta a maior intensidade de adoção das práticas, entre outros setores com processo de produção basicamente padronizados e com baixa variedade de famílias de produtos. Isso, porém, não diz que outros setores com características diferentes (por exemplo, indústria elétrica e eletrônica, alimentos e bebidas, metal mecânica e ferramentas, papel e celulose, indústria química, borracha e plástico, entre outros) não possam se beneficiar de técnicas *lean*.

Outro resultado que pode ser visto na análise conjunta da literatura é que o comprometimento da alta gerência aumenta conforme o grau de implementação de práticas *lean* é maior. Isso foi mostrado nos resultados de Chauhan e Singh (2012) ; Ebrahimpour e

Withers (1993); Kumar et al. (2013); Soriano-Meier e Forrester (2002). Este último ainda reforça que os investimentos em infraestrutura aumentam conforme maior é a adoção de práticas *lean*. Desse resultado pode-se inferir que se o comprometimento da gerência é básico para o sucesso do *lean* e ele aumenta conforme as práticas vão sendo implementadas, então isso auxilia as empresas a ter uma melhor ideia de possíveis ordem de implementação de práticas enxutas, mas esse fato é pouco discutido nessa literatura. Buscar implementar práticas *lean* mais simples e baratas parece ser uma boa maneira de se conseguir rapidamente mais comprometimento para implementações mais complexas.

Ainda com relação complexidade de certas práticas *lean*, é que Bortolotti, Boscarri e Danese (2015) analisaram 317 empresas de três setores da indústria localizadas em dez países, e concluíram que empresas com características de um perfil de cultura organizacional desenvolvido é típico de empresas com implementação de práticas *lean* bem sucedida. O que não ocorre nas empresas que não apresentam implementação *lean* bem sucedida. Segundo os mesmos autores, as plantas com implementação *lean* bem sucedida, adotaram um número maior de práticas *lean* suáveis (*soft*) em comparação ao número de práticas *lean* rígidas (*hard*). Isso sinaliza para um caminho de implementação *lean* que possa potencializar os resultados no curto prazo por meio de práticas menos complexas e, assim, sustentar a jornada *lean*.

3.4.3.2 Artigos que relacionaram a adoção de práticas *lean* com desempenho organizacional

A maioria dos estudos mostrou uma relação positiva entre a adoção de práticas *lean* e desempenho (ALCARAZ et al., 2014; BHASIN, 2013; BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; CALLEN; FADER; KRINSKY, 2000; CHEN E TAN, 2013; CHONG; WHITE; PRYBUTOK, 2001; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001; DANESE; ROMANO; BORTOLOTTI, 2012; DEAN; SNELL, 1996; DORA, et al., 2014; DORA et al., 2013; FORRESTER et al., 2010; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; FULLERTON; WEMPE, 2009; FULLERTON; MCWATTERS; FAWSON, 2003; FULLERTON; MCWATTERS, 2001; FURLAN; VINELLI; PONT, 2011; GAO; LOW, 2014; GHOSH, 2013; GREEN JR. et al., 2014; HOFER; EROGLU; HOFER, 2012; HONG; YANG; DOBRZYKOWSKI, 2014; HUDSON; NANDA, 1995; INMAN et al., 2011; KADIPASAOGLU; PEIXOTO; KHUMAWALA, 1999; LAWRENCE; HOTTENSTEIN, 1995; MATSUI, 2007; MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013; PONT; FURLAN; VINELLI, 2008; RAHMAN;

LAOSIRIHONGTHONG; SOHAL, 2010; SHAH; WARD, 2003; SWINK; NARASIMHAN; KIM, 2005; TAJ; MOROSAN, 2011; UPTON, 1998; WARD; ZHOU, 2006; WIENGARTEN et al., 2015; WHITE; PEARSON; WILSON, 1999; WHITE, 1993; YANG; HONG; MODI, 2011). Entretanto, alguns estudos, também apontaram para uma relação negativa de algumas práticas *lean* em algumas medidas de desempenho (BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; CHEN; TAN, 2013; HUDSON; NANDA, 1995; FULLERTON; MCWATTERS; FAWSON, KADIPASAOGLU; PEIXOTO; KHUMAWALA, 1999). As Tabelas 3.3 a 3.5 mostram o efeito (relação positiva (PR) ou relação negativa (NR)) de cada prática *lean* estudada nas variáveis de desempenho operacional, financeiro e ambiental, respectivamente.

Na Tabela 3.3 vê-se que as 18 práticas enxutas identificadas apresentam relação positiva e/ou negativa com 11 tipos de indicadores de desempenho operacional (OP). E dentre as 18 práticas enxutas estudadas, aquelas que apresentaram uma relação positiva com um maior número de indicadores operacionais foram: *kaisen*, troca rápida de ferramentas, desenvolvimento de fornecedores, sistema puxado, manutenção produtiva total e envolvimento do cliente (ambas relacionadas com todos os 11 indicadores); manufatura celular, gestão de recursos humanos e fluxo contínuo (ambas melhorando o desempenho de 10 indicadores); e fornecimento JIT (9 indicadores). Outras práticas que relacionam-se positivamente com o desempenho operacional de forma expressiva foram: nivelamento da produção; 5S e redução de estoque. Essas práticas provocaram a melhoria de pelo menos seis, dos 11, indicadores operacionais.

Dentre os artigos que mostraram uma relação positiva de implementação de práticas *lean* no desempenho, alguns apontaram que esse efeito positivo é maior quanto maior o número de práticas implementadas. Esta correlação também é observada nos trabalhos de Fullerton e McWatters (2001); Nawanir, Teong e Othman (2013); Hofer, Eroglu e Hofer (2012); Bhasin (2013); Alcaraz et al. (2014); Chong, White e Prybutok (2001); White, Person e Wilson (1999). Esses resultados mostram na prática a importância da implementação da filosofia *lean* nas empresas e não a aplicação de ferramentas isoladas.

Tabela 3.3 – Relação de práticas *lean* com o desempenho operacional.

Práticas	DESEMPENHO OPERACIONAL (OP)											TOTAL
	Prodt	Custsats	LT	Quality	OTD	Flex	Invles	Setup	Spcred	Emplsats	SNPI	
Kaizen	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	11
			NR	NR	NR	NR						4
SMED	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	11
			NR	NR	NR							3
Suppdevt	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	11
												0
Pull	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	11
												0
TPM	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	11
												0
Custinv	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	11
												0
Cellmanf	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR		PR	PR	10
			NR	NR	NR							3
HRM	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR		10
												0
Flow	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR		PR	PR	10
												0
SuppJIT	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR			PR	9
			NR	NR	NR	NR						4
Heijk	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR				8
												0
5S			PR	PR	PR	PR	PR			PR	PR	7
												0
Invred	PR	PR	PR	PR		PR					PR	6
												0
Takt	PR	PR	PR					PR				4
												0
Pokyok	PR	PR	PR									3
												0
Vismang	PR			PR								2
												0
Standz	PR			PR								2
												0
Newprod						PR						1
												0

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Alguns artigos evidenciaram que o efeito positivo das práticas *lean* no desempenho foi maior em grandes empresas, comparando às pequenas empresas. Tal conclusão consta nos

trabalhos de Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010); Lawrence e Hottenstein (1995); Shah e Ward (2003); e Yang, Hong e Modi (2011); White, Person e Wilson (1999). Novamente o porte das empresas aparece como uma variável de controle quanto à adoção da manufatura enxuta. A teoria acerca dos princípios *lean* deixa claro as diversas alternativas para implementação, passando pelos métodos mais complexos e sofisticados, como um sistema de *kanban* eletrônico para programação da produção, e os métodos simplórios como a adoção do *kanban* em um quadro negro, por exemplo. Esses métodos mais simples devem ser buscados pelas empresas de menor porte, minimizando os investimentos, almejando retornos no curto e no médio prazo e potencializando os benefícios proporcionados pela manufatura enxuta.

Apesar do efeito positivo das práticas *lean* no desempenho operacional ser claramente preponderante, vê-se que, em alguns casos, os estudos mostraram um impacto negativo do *lean* no desempenho operacional. Esses trabalhos mostraram que quatro práticas *lean* tiveram efeito negativo no indicador de desempenho operacional: kaizen e fornecimento JIT (ambas em 4 indicadores), troca rápida de ferramentas e manufatura celular (ambas em 3 indicadores). Dos 35 trabalhos que mostraram o efeito de práticas *lean* no desempenho operacional, três abordaram aspectos negativos da implementação *lean* no desempenho operacional.

Bortolotti, Danese e Romano (2013) conduziram uma pesquisa em 224 empresas de nove países (Finlândia, Alemanha, Itália, Japão, Coreia do Sul, Espanha, Suécia, USA e Áustria) e mostraram que as práticas fornecimento JIT, troca rápida de ferramentas e manufatura celular provocaram redução no desempenho dos indicadores *lead time* (LT), entrega no prazo (OTD) e flexibilidade (Flex). Tal fato é explicado pelos autores devido ao *survey* ter sido realizado em empresas com uma característica específica: alta variabilidade na demanda. Portanto, esses autores concluíram em seu estudo empírico que essas práticas *lean* podem ser prejudiciais ao desempenho desses indicadores operacionais no caso de sistemas de produção em ambientes não repetitivos. Tais resultados corroboram com que a maior parte da literatura preconiza a respeito da aplicação de alguns conceitos/ferramentas do *lean* em ambientes de alta variabilidade de demanda (REICHHART; HOLWEG, 2007; CRUTE et al., 2003; WHITE; PRYBUTOK, 2001; JINA et al., 1997). Tais ambientes não inviabilizam a aplicação do *lean*, mas requerem a adaptação de algumas práticas *lean*, uma vez que estas foram criadas em uma indústria (Toyota) específica para resolver problemas peculiares (LANDER; LIKER, 2007).

Outro trabalho que mostrou efeito negativo do *lean* no desempenho operacional foi o de Chen e Tan (2013), que por meio de um *survey* em empresas que atuam na China e classificadas como estrangeiras, *joint venture* e chinesas, chegaram à conclusão de que as empresas chinesas (estatais e privadas) não apresentaram melhoria no desempenho operacional de qualidade (Quality) e entrega no prazo (OTD) a partir da implementação de algumas práticas *lean* (kaizen, troca rápida de ferramentas, manufatura celular e fornecimento JIT). Os autores consideraram que essa relação se deve ao fato de que as empresas chinesas carecem de melhores práticas de gerenciamento dos recursos empresariais e de uma cultura de gestão avançada. Dessa forma, esses autores concluem que é vital para essas empresas reforçar elementos básicos da manufatura enxuta durante sua implementação (por exemplo: qualificação dos trabalhadores, 5S e desenvolvimento de fornecedores) antes de estender a outras práticas *lean*. No entanto, segundo Spear e Bowen (1999), há uma necessidade de se concentrar não só nas próprias ferramentas como sendo o sistema de manufatura enxuta, mas também em motivações humanas que conduzem à implementação. Esses autores consideram que esta é a condição fundamental, visto que as pessoas são responsáveis e capazes de melhorar suas próprias atividades e processos. Chen e Tan (2013) ainda consideram que as empresas chinesas devem avaliar e aprender com as empresas estrangeiras e *joint venture* sobre como melhorar o desempenho operacional por meio da adoção das práticas da manufatura enxuta. Logo, conclui-se que as análises empíricas apresentadas pelos autores consideram o tipo de propriedade das empresas pesquisadas (estrangeiras, *joint venture* e chinesas), o fator que não elevou o desempenho de alguns indicadores operacionais após a adoção algumas práticas *lean*. Observa-se, também, a nítida interferência do fator cultural do país/empresa na implementação da manufatura enxuta nas empresas chinesas, visto que o *lean* nasceu e se consolidou na cultura japonesa o que deve contar como dificuldade de adaptação para empresas de outras nacionalidades/culturas.

Por fim, o estudo de Kadipasaoglu, Peixoto e Khumawala (1999), mostra também em um *survey* realizado em diversos países (Bulgária, China, Alemanha, Israel, Japão, México, Nova Zelândia, Polônia, Rússia, Suécia, País de Gales, Irlanda e USA) que a adoção de Kaizen impactou negativamente nos indicadores de desempenho de *lead time* (LT), qualidade (Quality) e entrega no prazo (OTD). A razão para tal fato é explicada pelos autores devido a possibilidade da coleta das informações ter sido realizada logo após a implementação de eventos kaizen nas empresas entrevistadas e, com se sabe, os benefícios das práticas *lean* são melhores visualizados no longo prazo.

Conforme a Tabela 3.4, 16 práticas, dentre as 18 estudadas, apresentaram relação positiva e/ou negativa com algum ou alguns dos 5 indicadores de desempenho financeiro. Dentre as 16 práticas enxutas, 10 práticas apresentaram relação positiva com pelo menos 4 medidas de desempenho financeiro: kaizen, gestão de recursos humanos, manufatura celular, fornecimento JIT, sistema puxado, troca rápida de ferramentas e manutenção produtiva total (ambas relacionadas a 5 indicadores); desenvolvimento de fornecedores, fluxo contínuo e nivelamento da produção (ambas em 4 indicadores). Resultados já esperados, uma vez que a bibliografia referente ao tema aponta para melhorias financeiras advindas de melhorias de desempenho operacional diretamente relacionada a aplicação de práticas *lean* (FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; HONG; YANG; DOBRZYKOWKI, 2014; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013; INMAN et al., 2011; FULLERTON; WEMPE, 2009; SWINK; NARASIMHAN; KIM, 2005).

Apesar do efeito positivo das práticas *lean* no desempenho financeiro ser preponderante, em alguns casos, os estudos mostraram um impacto negativo. Esses trabalhos mostraram que quatro práticas *lean* tiveram efeito negativo em indicadores de desempenho financeiro: kaizen, gestão de recursos humanos e manufatura celular (ambas impactaram em 3 indicadores), e fornecimento JIT (influenciou 1 indicador). Dos 32 estudos que mostraram o efeito *lean* no desempenho financeiro, apenas dois mostraram esse efeito negativo.

Fullerton, McWatters e Fawson (2003) realizaram uma pesquisa em 253 empresas americanas e mostraram o impacto negativo de kaizen, gestão de recursos humanos e manufatura celular na rentabilidade (Profit) das empresas e no retorno sobre investimentos (ROI). Como explicação para esta ocorrência, os autores consideram que os custos de implementação da manufatura enxuta suplantaram os benefícios financeiros da aplicação de *lean*. Isso corre devido ao fato de que os benefícios do *lean* são evidenciados apenas no médio/longo prazo (não investigado pelos autores), enquanto os investimentos na implementação são contabilizados no curto prazo.

Outro estudo que trouxe a relação negativa entre a prática *lean* e o desempenho financeiro foi o de Hudson e Nanda (1995). Esses autores conduziram um *survey* em 55 empresas dos USA e mostraram que a implementação de fornecimento JIT reduziu o desempenho de rentabilidade (Profit) dessas empresas. Segundo os autores, isto ocorreu em função do aumento do custo com mão de obra logo após adoção de práticas JIT. Ao mesmo tempo, a hipótese testada pelos autores de que quanto maior a adoção de prática enxutas menor é o custo unitário de produção (relação negativa entre Entrega JIT pelos fornecedores (SuppJIT) e Custo unitário de produção (UCM) é favorável conforme estabelecido pelo artigo

revisado) foi aceita e reiterada pela relação positiva de SuppJIT com o indicador de redução de estoque (Invles). Dessa forma, a conclusão desses autores sobre as razões do efeito negativo do *lean* sobre o desempenho financeiro das empresas estudadas é basicamente a mesma de Fullerton e Wempe (2009).

Tabela 3.4 – Relação de práticas *lean* com o desempenho financeiro.

Práticas	DESEMPENHO FINANCEIRO (FP)					TOTAL
	UCM	ROI	Proft	Accosimp	Markshr	
Kaizen	PR	PR	PR	PR	PR	5
		NR	NR			2
HRM	PR	PR	PR	PR	PR	5
		NR	NR			2
Cellmanf	PR	PR	PR	PR	PR	5
		NR	NR			2
SuppJIT	PR	PR	PR	PR	PR	5
		NR	NR			2
Pull	PR	PR	PR	PR	PR	5
						0
SMED	PR	PR	PR	PR	PR	5
						0
TPM	PR	PR	PR	PR	PR	5
						0
Suppdevt	PR	PR	PR		PR	4
						0
Flow	PR	PR	PR		PR	4
						0
Heijk	PR	PR	PR	PR		4
						0
5S	PR	PR	PR		PR	4
						0
Invred	PR	PR	PR		PR	4
						0
Custinv	PR		PR		PR	3
						0
Pokyok	PR		PR		PR	3
						0
Nweprod	PR				PR	2
						0
Takt	PR					1
						0

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Somente um trabalho que relacionou *lean* com o desempenho ambiental foi encontrado na literatura. Yang, Hong e Modi (2011) mostram que a gestão ambiental

apresenta relação positiva e significativa contribuindo com a relação entre as práticas enxutas e a melhoria do desempenho ambiental. A Tabela 10 evidencia esses resultados que podem ser considerados ótimos uma vez que SuppJIT, HRM e Kaizen buscam reduzir desperdícios promovendo a participação dos trabalhadores, o controle e a padronização do processo produtivo, e adoção de tecnologias mais eficientes. O que sinaliza favoravelmente para as medidas de desempenho ambiental.

Tabela 3.5 – Relação de práticas *lean* com o desempenho ambiental.

Práticas	DESEMPENHO AMBIENTAL	
	EP	
SuppJIT	PR	
HRM	PR	
Kaizen	PR	

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

3.5 Conclusão

Este estudo tem como objetivo principal realizar uma revisão da literatura sobre o grau de adoção de práticas enxutas pelo setor industrial e a relação dessas práticas com o desempenho empresarial. Esta revisão apresenta uma classificação, análise e discussão da adoção de práticas enxutas.

A classificação foi direcionada para atender a dois grupos de artigos: aqueles que avaliaram o grau de implementação das práticas *lean*; e artigos que relacionaram o grau de adoção das práticas enxutas com o desempenho das empresas. O primeiro grupo de artigos foi classificado por meio de cinco parâmetros: país em que foi realizado o estudo; objeto pesquisado (tipo de indústria e tamanho da população e da amostra); práticas enxutas estudadas; técnicas estatísticas utilizadas nas análises; e resultados alcançados. O segundo grupo de artigos considerou, além dos parâmetros do primeiro grupo, os indicadores de desempenho considerado pelos estudos na relação das práticas enxutas com o desempenho das organizações. Esse processo de classificação contribuiu e orientou as análises e discussão em torno da bibliografia pesquisada, contribuindo como o debate acerca do tema em termos teóricos e práticos.

3.5.1 Contribuições acadêmicas

A análise realizada concentrou-se em torno do volume de estudos realizados ao redor do mundo e as práticas enxutas utilizadas nos estudos. Dos 40 países mapeados na revisão, observa-se a predominância de publicações por parte dos USA, que evidenciam tanto a aplicação das práticas *lean* pela indústria como a relação destas com o desempenho das empresas, o que de certa forma já era esperado diante da potencia econômica e tecnológica que caracteriza este país. Em seguida a Índia, a Alemanha e a Itália também se destacam com expressivas publicações na área. A Índia por ser um país de economia emergente é notória que iniciativas públicas e privadas no aprimoramento de novas tecnologias de gestão de operações industriais venham a ser conduzidas com o propósito de desenvolvimento empresarial nesse país. Quanto a Alemanha e a Itália, observa-se que os mesmos são sede de indústria automotiva, setor berço da manufatura enxuta, e que certamente possibilita a condução de pesquisa na conformidade do tema aqui revisado.

Foram identificadas 18 práticas enxutas listadas pela literatura, com destaque para as práticas que envolvem o pilar JIT que acumulou o maior índice de utilização tanto nos resultados que avaliaram o grau de implementação quanto na relação das práticas *lean* com o desempenho das empresas. Esse resultado era relativamente esperado diante da forte disseminação de JIT (compras JIT, sistema puxado, *setup*, *layout* celular, fluxo contínuo e desenvolvimento de fornecedor) pela bibliografia especializada na manufatura enxuta. Outras práticas também foram bem avaliadas em ambos os grupos de artigos: kaizen, TPM, gestão de recursos humanos, processo à prova de erros (*poka-yoke*) e nivelamento da produção. Essas práticas também são comumente conhecidas entre os profissionais que pesquisam e implantam o sistema de manufatura enxuta.

Quanto à discussão da literatura, os resultados dos artigos mostram que o grau de adoção das práticas *lean* ocorre de forma fragmentada, sem um escopo sistêmico para atendimento pleno dos benefícios oriundos do SPE. É fundamental que o entendimento das práticas seja corroborado para propósitos de melhoria da gestão operacional e organizacional como um todo, e não a conformação de bons resultados em algumas áreas. Outro resultado salientado na presente revisão é que o apoio gerencial, de fundamental importância para o sucesso da implementação da manufatura enxuta, pode ser obtido por meio da adoção de práticas *lean* simples e de rápida aplicação, as quais geram resultados no curto e médio prazo e assim sustentam a adoção de outras práticas mais complexas, gerando um ciclo virtuoso importante para a manutenção da iniciativa *lean* nas empresas.

Com relação ao efeito da implementação de práticas *lean* no desempenho, o presente trabalho conclui que todos os 41 estudos revisados que trataram desse assunto mostraram um efeito positivo de *lean* no desempenho operacional, financeiro e ambiental. Somente a minoria dos trabalhos (5), também apontou possíveis resultados negativos na relação de algumas práticas *lean* com alguns indicadores de desempenho operacional e financeiro. Tal fato é explicado por algumas razões:

- (i) Ambientes não tão favoráveis a implementação de algumas práticas *lean* (por exemplo: ambientes de produção não repetitivos para atender demanda caracterizada por alta variabilidade) prejudicando o efeito de práticas como manufatura celular, troca rápida de ferramentas, fornecimento JIT e kaizen;
- (ii) As pesquisas que mostraram efeitos negativos não envolveram estudos longitudinais, e, dessa forma, grande parte dos efeitos positivos (principalmente sobre a ótica financeira) da implementação de manufatura enxuta não pode ser visualizado. Isso, sob o ponto de vista acadêmico aponta para a realização de mais pesquisas longitudinais sobre o tema; já sob o ponto de vista prático alerta para necessidade de adaptação dos sistemas de custeio/contábeis tradicionais, os quais tem dificuldade em contabilizar os efeitos dos programas de melhoria. Esse fato já vem sendo reconhecido pela atual literatura na área (por exemplo: Suri, 2010 e Monden, 2015);
- (iii) A cultura de um país/empresa pode influenciar negativamente no efeito de práticas *lean* no desempenho. Uma série de ferramentas *lean* (por exemplo: fornecimento JIT, troca rápida de ferramentas e manufatura celular) requerem o uso de outras práticas como pré-requisitos (por exemplo: gestão de recursos humanos e 5S), que muitas vezes são prejudicadas pela cultura do país/empresa.

3.5.2 Contribuições gerenciais

Os resultados fornecidos na presente pesquisa são importantes para os gestores de empresas do setor industrial, porque mostra a evolução de utilização de práticas *lean* pela indústria ao redor do mundo, quais as práticas mais utilizadas e quais as que apresentam maiores dificuldades de implementação conforme o nível de complexidade das mesmas. Isso sinaliza para a priorização de práticas mais simples e que gerem resultados no curto prazo, e posterior adoção de práticas mais rígidas com adaptações no médio e longo prazo. Os

gerentes devem visualizar nesta pesquisa as várias referências de grupos de práticas *lean* disponíveis na literatura e que foram utilizadas pelos estudos revisados para implementação na indústria, o que, evidentemente, auxiliará em futuras implementações do *lean*.

Este estudo disponibiliza também para os gerentes resultados que mostram qual o impacto das práticas *lean* no desempenho operacional, financeiro e ambiental das empresas. Assim, gerentes que experimentaram a adoção de práticas *lean* e não usufruíram de resultados positivos e outros que buscam esta relação para sustentar projetos de implementação do *lean*, devem atentar para a questão longitudinal de adoção da manufatura enxuta devido ou a mudança dos sistemas de contabilidade de custos que considere o custeio de fluxo de valor como forma de suavizar as inconsistências dos atuais sistemas de custeio/contabilidade. Esta pesquisa mostra que a identificação de indicadores de desempenho no campo operacional, financeira e ambiental, se faz necessária, uma vez que os indicadores operacionais e ambiental apresentaram melhorias de desempenho provenientes da adoção de práticas *lean*. Essa separação em grupos de indicadores possibilita aos gerentes poder escolher e decidir que indicadores de desempenho buscará melhorar em face de quais práticas *lean* estarão sendo trabalhadas dentro de um processo de melhoria contínua do desempenho organizacional provenientes da implantação da manufatura enxuta.

Por fim, ressalta-se que a implementação da manufatura enxuta não ocorre somente pela adoção de práticas *lean* de forma isolada, e que mudanças no tratamento e comportamento das pessoas que fazem parte direta e indiretamente do processo organizacional, devem ser conduzidas a priori, durante e posterior à adoção dessas práticas. Os resultados superiores do *lean* se consolidam no longo prazo a partir do momento que as pessoas entendem que o cerne do sistema de produção enxuta está na forma como as mesmas enxergam o processo na geração de valor para o cliente.

3.5.3 Limitações do estudo e diretrizes para futuras pesquisas

Evidente que os resultados gerados são afetados por limitações ocorridas no desenvolvimento da pesquisa. Um dos filtros de pesquisa foi considerar apenas estudos realizados na indústria e por meio de um *survey*. O que representa uma oportunidade para futura pesquisa quanto a generalização dos resultados considerando os setores de comércio e serviço e outros métodos de pesquisa que não somente o *survey*. Uma segunda limitação está relacionada aos possíveis artigos que não foram incluídos nesta revisão devido aos critérios de busca estabelecidos pelas palavras-chave, bases de dados escolhidas, idioma dos artigos e

critérios de inclusão e exclusão. Isto pode ser trabalho por outros estudos que possam ampliar o leque de informações disponibilizadas por meio do estudo sistemático da literatura.

A partir dos resultados e conclusões apresentadas, surgem outras sugestões de pesquisa no tema, como por exemplo: uma melhor avaliação do efeito do *lean* no desempenho em setores industriais não tradicionais (os quais a presente pesquisa evidenciou serem pouco estudados) e uma melhor avaliação do efeito do tamanho das empresas no grau de adoção das práticas *lean* (questão que o presente estudo mostrou ser controversa).

4 O CAMINHO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN MANUFACTURING* EM UMA REGIÃO COM RECURSOS ESCASSOS: UM *SURVEY* NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL

Este capítulo visa responder as duas primeiras questões de pesquisa (identificar o caminho de implementação de práticas *lean* e se o grau de adoção de tais práticas é influenciado pelo tamanho das empresas, setor industrial e tipologia produtiva principal adotada pelas empresas) da presente tese. Para responder a esses questionamentos foram formuladas algumas hipóteses de pesquisa (Seção 4.2.2) com base na discussão da literatura ao redor do mundo quanto a adoção de práticas *lean* pela indústria de transformação e nas características estruturais do objeto desta pesquisa.

Para alcançar o objetivo deste capítulo e ao mesmo tempo gerar um artigo com contribuições inéditas e pertinentes, disponível à comunidade científica por meio de um periódico de reconhecimento internacional, o mesmo encontra-se estruturado em cinco Seções: a Seção 4.1 apresenta a introdução com caracterização do tema e do objeto de pesquisa; na Seção 4.2 discorreu-se acerca do estudo da literatura quanto à adoção de práticas *lean* pela indústria de transformação de países desenvolvidos e de países em desenvolvimento, fundamentando o *gap* existente na literatura, que sustenta a realização da presente pesquisa e sua essencial contribuição, por meio da formulação das hipóteses de investigação; a Seção 4.3 detalha o método de pesquisa utilizado, com descrição dos procedimentos de coleta e análise estatística dos dados; a Seção 4.4 trata das discussões dos resultados obtidos com a realização das análises de dados, lançando mão de técnicas estatísticas, dentre as quais: estatística descritiva, teste de Friedman e análise *post hoc* de Friedman, Análise Fatorial Exploratória (EFA), Análise Fatorial Confirmatória (CFA) e Análise de Variância Multivariada (MANOVA); e a Seção 4.5 com a conclusão, que reforça a relevante contribuição da presente pesquisa por meio das contribuições científicas e gerenciais, e finaliza com as limitações e diretrizes para futuras pesquisas.

4.1 Introdução

O surgimento e posterior popularização de *lean manufacturing* tem sido um dos desenvolvimentos mais significativos na história da gestão de operações (HINES et al, 2004; HOLWEG, 2007; DENNIS, 2007). No entanto, enquanto existe ampla evidência de

implementações *lean* em países desenvolvidos e em desenvolvimento, este último normalmente concentra-se nas regiões desenvolvidas. Portanto, a questão que permanece é se e em que medida o *lean manufacturing* foi implementado nas regiões menos desenvolvidas das economias em desenvolvimento? Dar uma resposta a esta pergunta é o objetivo deste estudo.

Os estudos que mostram a implementação de práticas *lean*, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, ocorre de duas formas: (i) por meio da adoção integral de todas as práticas *lean* (por exemplo, BORTOLOTTI; BOSCARI; DANESE, 2015; KULL et al., 2014; DORA et al., 2013; dentre outros); e (ii) por meio de uma adoção parcial de somente algumas práticas (por exemplo, DORA et al., 2014; HERZOG; TONCHIA, 2014; JASTI; KODALI, 2014; dentre outros). As implementações parciais são justificadas pelas seguintes razões: (i) especificidade do setor industrial apontada por Panwar et al. (2015); Dora et al. (2014) e Herzog e Tonchia (2014); (ii) baixo conhecimento a respeito do *lean*, evidenciados por Jasti e Kodali (2014); Thanki e Thakkar (2014); Amako-Gyampah e Gargeya (2001) e Forrester et al. (2010); (iii) dificuldades de se estudar a cadeia de suprimentos, ressaltadas por Fuentes-Moyano, Díaz-Sacristán e Jurado-Martínez (2012) e Matson e Matson (2007); e (iv) características estruturais das empresas (tamanho, pública ou privada, capital nacional ou estrangeiro), foram apontadas por Lucato et al. (2014); Yang, Hong e Modi (2011); Clegg et al. (2002); White, Pearson e Wilson (1999) e Hum e Ng (1995). A literatura mostra também que, além da implementação parcial, as próprias práticas *lean* são adotadas de forma fragmentada, ou seja, sem levar em consideração todos os elementos operacionais chave de cada prática (por exemplo, GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; ALCARAZ et al., 2014; dentre outros). As causas para esse fenômeno são pouco discutidas na literatura.

Vários estudos mostram a implementação de práticas *lean* em países em desenvolvimento. Mas os países em desenvolvimento como a Índia, o Brasil ou a China consistem em regiões altamente desenvolvidas e regiões pouco desenvolvidas. Para melhorar esse entendimento, as investigações nos países em desenvolvimento se concentram nas regiões mais desenvolvidas. Portanto, há uma necessidade de mapear o estado de implementação de práticas *lean* nas regiões menos desenvolvidas. Estas regiões sofrem com escassez de recursos e, conseqüentemente, necessitam de práticas *lean* para melhorar suas operações. Assim, o primeiro objetivo deste estudo é avaliar o grau de implementação de práticas *lean* nas regiões menos desenvolvidas de um país em desenvolvimento. O segundo objetivo é entender melhor o efeito dos recursos escassos na implementação.

4.2 Revisão da literatura

Objetivando caracterizar a adoção das práticas *lean*, realizou-se uma revisão sistemática da literatura conforme o protocolo apresentado na Tabela 4.1. Como resultado final do mapeamento da literatura foi identificado 84 estudos que trazem *surveys* sobre a implementação de práticas *lean* ao redor do mundo. Após análise da literatura, constatou-se que a maioria dos estudos (67%) tiveram aplicações na indústria localizada em países desenvolvidos da América do Norte, Europa e Ásia. Como o foco da presente pesquisa é em países em desenvolvimento, passa-se a discutir, na Seção 4.2.1 os estudos direcionados a esses países. Uma discussão da literatura com fundamentação para o desenvolvimento das hipóteses de pesquisas é apresentada na Seção 4.2.2.

Tabela 4.1 – Protocolo de busca e seleção da literatura.

PROTOCOLO DE PESQUISA	
Palavras-chave	Just in time, Lean, Toyota, Survey.
Operador booleano	AND e OR.
Base de dados	Engineering Village, Scopus, Web of Knowledge, Google Acadêmico.
Critérios de inclusão	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Survey</i> sobre avaliação de práticas <i>lean</i> na indústria; - Avaliação do grau de adoção de práticas <i>lean</i> na indústria; - Relação de adoção das práticas <i>lean</i> com desempenho organizacional; - Uso de técnicas estatísticas para analisar o grau de adoção de práticas <i>lean</i> na indústria; - Uso de técnicas estatísticas para relacionar a adoção de práticas <i>lean</i> com desempenho organizacional.
Critérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo de caso de implementação <i>lean</i> na indústria; - Descrição das fases de implementação das práticas <i>lean</i> na indústria; - Fatores críticos de sucesso da implementação das práticas <i>lean</i>; - Descrição dos benefícios de adoção das práticas <i>lean</i>, sem identificar as práticas; - Avaliação da adoção das práticas <i>lean</i> em empresas que não pertencem aos setores da indústria.
Idioma	Inglês.
Tipo de documento	Artigos científicos.
Anos de publicação	Sem filtro.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

4.2.1 Adoção do *lean* em países em desenvolvimento

Dentre os 84 estudos revisados na literatura internacional, 28 (33%) tiveram aplicações na indústria de países em desenvolvimento. Na Tabela 4.2 consta um resumo desses estudos. Observa-se na Tabela 4.2 que 18 (64%) estudos mostram uma implementação integral das práticas *lean*. Os demais estudos (36%) mostram uma adoção parcial das práticas *lean*.

Tabela 4.2 – Estudos mapeados na literatura que caracterizam a adoção de práticas *lean* em países em desenvolvimento.

Artigo	País	Modelo de referência estudado	Implementação de todas as práticas <i>lean</i> estudadas	Práticas <i>lean</i> mais implementadas*	Práticas <i>lean</i> menos implementadas*	Razões para não implementação de todas as práticas <i>lean</i> estudadas
Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016)	BRA	10 práticas, Shah e Ward (2007).	Yes	-	-	-
Panwar et al. (2015).	IND	20 práticas, Shah e Ward (2003); Lyons et al, (2013).	No	TPM, SPC, Standz, 5S and Kaizen.	Cellmanf, SMED, Takt and Pull.	A necessidade de lotes grandes de produção para utilização da capacidade e a falta de qualificação e experiência da mão de obra.
Sharma, Dixit e Qadri (2015)	IND	21 práticas, próprios autores.	Yes	-	-	-
Susilawati et al. (2015)	INA	6 práticas ¹	No	Suppdevt and Custinv	HRM.	As pequenas e médias empresas tendem a implementar práticas enxutas em menor grau do que as grandes empresas. A maioria das pequenas e médias empresas carece de informação (e talvez de conhecimento) sobre a produção enxuta e outros métodos de melhoria da produtividade.
Alcaraz et al. (2014).	MEX	5 práticas, Profeta (2003).	Yes	-	-	-
Herzog and Tonchia (2014).	SLO	8 práticas ² .	No	TPM and Suppdevt.	Custinv.	O alto custo associado ao processo leva a priorização de práticas <i>lean</i> que possibilite a redução de custos no curto prazo.
Jasti and Kodali (2014).	IND	6 práticas, Dennis (2002).	No	HRM and Standz.	Custinv	A ausência de um modelo padrão de adoção das práticas <i>lean</i> na indústria indiana, visto que 11 modelos de referências já foram considerados pelo setor.
Lucato et al. (2014).	BRA	6 práticas, SAE (2004).	No	HRM.	Suppdevt.	As empresas nacionais adotaram menos práticas <i>lean</i> comparadas às empresas de capital estrangeiro, devido aos diferentes posicionamentos estratégicos.
Thanki and Thakkar (2014).	IND	9 práticas, Saurin et al. (2011).	No	Invred and Suppdevt.	SPC and HRM.	As questões humanas relacionadas às práticas <i>lean</i> não são abordadas adequadamente. A qualidade e a tecnologia do processo são as duas áreas-chave em que as empresas não estão dando a atenção adequada.

Tabela 4.2 – Estudos mapeados na literatura que caracterizam a adoção de práticas *lean* em países em desenvolvimento (continuação).

Artigo	País	Modelo de referência estudado	Implementação de todas as práticas <i>lean</i> estudadas	Práticas <i>lean</i> mais implementadas*	Práticas <i>lean</i> menos implementadas*	Razões para não implementação de todas as práticas <i>lean</i> estudadas
Ghosh (2013).	IND	7 práticas, Shah e Ward (2003 e 2007).	Yes	-	-	-
Kumar et al. (2013).	IND	18 práticas ³ .	Yes	-	-	-
Nawanir, Teong e Othman (2013).	INA	9 práticas, Ahmad, et al. (2003); Ramarapu, et al. (1995); Shah e Ward (2007).	Sim	-	-	-
Singh and Chauhan (2013).	IND	9 práticas, Karlsson e Ahlstorm (1996); Soriano-Meier e Forrester (2002).	Sim	-	-	-
Yang and Yang (2013).	TWN	5 práticas, próprios autores.	Yes	-	-	-
Chauhan and Singh (2012).	IND	9 práticas, Karlsson e Ahlstorm (1996); Soriano-Meier e Forrester (2002).	Sim	-	-	-
Puvanasvaran, et al. (2012).	MAS	8 práticas, Puvanasvaran et al. (2009); Boyer (1996); Womack et al.(1990).	Sim	-	-	-
Salimi, Hadjali e Sorooshian (2012).	MAS	13 práticas, Im e Lee (1988).	Não	SPC, Cellmanf, Pull and TPM.	Pokyok and Vismang.	Os resultados mostram que o desenvolvimento de diferentes categorias de indústria criaria efeitos diferentes na escolha das práticas JIT.
Yang, Yeh e Yang (2012).	TWN	5 práticas, próprios autores.	Sim	-	-	-
Forrester et al. (2010).	BRA	9 práticas, Soriano-Meier e Forrester (2002).	Não	Pull, Kaizen and HRM	SuppJIT	A falta de apoio contínuo pela alta gerência – explicada pela visão miope de adoção de práticas <i>lean</i> almejando melhorias imediatas, deixando de lado os benefícios reais no longo prazo.
Hokoma, Khane e Hussain (2010).	LBA	2 práticas, próprios autores.	Sim	-	-	-
Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010).	THA	13 práticas, Shah e Ward (2003).	Sim	-	-	-

Tabela 4.2 – Estudos mapeados na literatura que caracterizam a adoção de práticas *lean* em países em desenvolvimento (continuação).

Artigo	País	Modelo de referência estudado	Implementação de todas as práticas <i>lean</i> estudadas	Práticas <i>lean</i> mais implementadas*	Práticas <i>lean</i> menos implementadas*	Razões para não implementação de todas as práticas <i>lean</i> estudadas
Hokoma, Khane e Hussain (2008).	LBA	2 práticas, próprios autores.	Sim	-	-	-
Laosirihongthong and Dangayach (2005).	IND THA	9 práticas ⁴ .	Sim	-	-	-
Ahmed,Hassan e Taha (2004).	MAS	1 prática, próprios autores.	Sim	-	-	-
Oral, Mistikoglu e Erdis (2003).	TUR	1 prática, próprios autores.	Sim	-	-	-
Amako-Gyampah and Gargeya (2001).	Ghana	7 práticas, próprios autores.	Não	HRM, Suppdevt Cellmanf.	SMED, and SPC.	O atual estágio inicial de adoção das práticas <i>lean</i> pela indústria pesquisada e o pouco conhecimento dos gerentes quanto aos princípios da filosofia <i>lean</i> .
Hum and Ng (1995).	SIN	21 práticas, próprios autores.	Não	5S, HRM and TPM.	Cellmanf, SuppJIT and Pokyok.	As empresas de capital nacional implementaram menos práticas <i>lean</i> comparadas às empresas de capital estrangeiro em face das diferentes estratégias adotadas e investimentos realizados.
Lawrence and Hottenstein (1995).	MEX	4 práticas, Lawrence (1993).	Sim	-	-	-

* (TPM) Manutenção produtiva total. (Custinv) Envolvimento dos clientes. (HRM) Gestão de recurso humanos. (Pull) Processo puxado. (SPC) Controle estatístico da qualidade. (SMED) Troca rápida de ferramenteas. (Suppdevt) Desenvolvimento dos fornecedores. (Cellmanf) Manufatura celular. (Kaizen) Melhoria contínua. (5S) Organização do local de trabalho. (SuppJIT) Fornecimento JIT. (Pokyok) *Poka-yoke*. (Standz) Padronização. (Takt) *Takt time*. (Invred) Redução de estoque. (Vismang) Gestão visual.

¹Doolen e Hacker (2005); Karlsson e Ahlstrom (2005); Soriano e Forrester (2002); Singh et al. (2010); Wong et al. (2009); Anand e Kodali (2008); Salatiel e Ferreira (2009); Mariano e Mohanty (2007); Farhana e Amir (2009); Rivera e Chen (2007); Gislaine et al. (2006).

²Karlsson e Ahlstrom (1996); Panizzolo (1998); Sanchez e Pérez (2001); Shah e Ward (2007).

³Yu Lin e Hui Ho (2008); Åhlström (1998); Womack et al. (1990); Emiliani (2001); Hayes e Wheelwright (1984); Skinner (1974); Poppendieck (2002); Heizer e Render (2006); Kasul e Motwani (1997); Liker (2004); Edwards (1996); Katayama e Bennett (1996); Pattanaik e Sharma (2009); Walder et al. (2007); Ahuja (1996); Heragu (1997); LEI (2003); Womack e a Jones (1996); Panizzolo (1998); EPA (2003); Nakamura et al. (1998); Forza (1996); Shah e Ward (2003); Taj (2008); Hamel e Prahalad (1989); Karlsson e Åhlström (1996).

⁴Kim e Arnold (1996); Swink e Hegarty, (1998); Hayes e Wheelwright (1984); De Meyer e Ferdows (1990); Cagliano e Spina (2000); Chikan e Demeter (1995); Rohr e Correa (1998); Badri et al. (2000); Amoako-Gyampah e Boye (2001); Chandra e Sastry (1998); Nagbhusna e Shah (1999); Dangayach e Deshmukh (2001b); Dangayach e Deshmukh (2003).

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Dentro dessa implementação parcial nos países em desenvolvimento, as práticas *lean* mais adotadas foram: manutenção produtiva total, gestão de recursos humanos e desenvolvimento de fornecedor (duas práticas internas e uma externa à empresa). As práticas *lean* menos adotadas foram: envolvimento do cliente, *poka yoke* e fornecimento JIT, ou seja, duas práticas externas e uma interna a empresa. As principais razões levantadas pelos autores para essa implementação parcial do *lean* nos países em desenvolvimento, são:

- a. Baixa clareza/conhecimento do *lean* pelo setor pesquisado: Thanki e Thakkar (2014) e Amako-Gyampah e Gargeya (2001) pesquisaram diferentes setores da indústria e sinalizam que a falta de conhecimento e a condução equivocada de implementação do *lean* desconsiderando princípios centrais ligados a gestão de recursos humanos e a gestão da qualidade total foi determinante ao não adotarem inicialmente algumas práticas *lean*. Jasti e Kodali (2014) pesquisaram diversos setores da indústria e observaram que os 11 diferentes modelos de referências considerados para implementação do *lean*, levou a decisão inicial de algumas práticas *lean* não serem adotadas em detrimento a outras. Forrester et al. (2010) direcionaram suas análises empíricas às pequenas empresas da indústria de máquinas e implementos agrícolas localizadas no Brasil. Os mesmos apontam que dentre as práticas *lean* investigadas, o fornecimento JIT não foi implementado devido ao comportamento imediatista dos gestores em gerar resultados no curto prazo provenientes da manufatura enxuta, desconsiderando que o cerne do modelo *lean*, para eliminação dos desperdícios e aumento da produtividade, prevê as parcerias estreitas e duradouras construída ao longo do tempo com os fornecedores;
- b. Especificidade do setor industrial: Panwar et al. (2015); Herzog e Tonchia (2014) e Salimi, Nadjali e Sorooshian (2012) em suas respectivas pesquisas na indústria, consideram que as características específicas de tais setores quanto a baixa qualidade do produto e processo, altos custos operacionais, investimentos necessários para implementação de práticas *lean* e almejando por resultados no curto prazo, levou a não implementação de algumas práticas;
e
- c. Características estruturais das empresas: Lucato et al. (2014) e Hum e Ng (1995) pesquisaram vários setores da indústria de transformação, e apontaram que a origem do capital (estrangeiro ou nacional) leva a diferente compreensão

acerca da manufatura enxuta, contribuindo para a não implementação de algumas práticas *lean* por parte das empresas de capital nacional. O mesmo ocorre com as pequenas empresas, que implementam menos práticas *lean* em comparação às grandes empresas (SUSILAWATI et al., 2015).

4.2.2 Discussão da literatura – desenvolvimento de hipóteses

Implementar *lean* não é simplesmente adotar um princípio de forma isolado. O sucesso e os benefícios de *lean* se deve a adoção sistêmica de princípios/práticas que se auto correlacionam criando um ciclo virtuoso de projetos de melhoria contínua para o sistema de produção (Shah e Ward, 2007). Isso conduz a primeira hipótese deste estudo, sobretudo, fundamentada na análise da literatura (Seção 2.1), quanto a baixa clareza/conhecimento do *lean* pelo setor pesquisado (por exemplo, THANKI; THAKKAR, 2014; AMAKO-GYAMPAH; GARGEYA, 2001; JASTI; KODALI, 2014; FORRESTER et al., 2010), a especificidade do setor industrial (por exemplo, PANWAR et al., 2015; HERZOG; TONCHIA, 2014; SALIMI; HADJALI; SOROOSHIAN, 2012) e características estruturais das empresas (por exemplo, LUCATO et al., 2014; HUM; NG, 1995; SUSILAWATI et al., 2015).

H1: A adoção de práticas lean na região estudada perfaz sistemicamente as práticas internas e externas compreendidas por todos os seus elementos operacionais.

H1a: O tamanho da empresa interfere no grau de adoção de práticas lean.

H1b: O setor industrial interfere no grau de adoção de práticas lean.

H1c: A tipologia produtiva principal interfere no grau de adoção de práticas lean.

O *lean manufacturing* é conceitualmente formado por múltiplos atributos que são difíceis de medir (SHAH; WARD, 2007). Pesquisas empíricas anteriores elencaram um grande número de práticas *lean*. White e Ruch (1990) identificaram dez elementos *lean* e posteriormente, White, Ohja e Kuo (2010) agregaram-nas em quatro práticas enxutas (conformance quality, delivery reliability, volume flexibility, low cost). Panizzolo (1998) agregou 48 elementos operacionais *lean* em seis práticas (process and equipment, manufacturing planning and control, human resources, product design, supplier relationships, customer relationships). Shah e Ward (2003) categorizaram 22 elementos em quatro práticas *lean* (*just in time*, total productive maintenance, total quality management, human resource

management). Shah e Ward (2007) propuseram 41 elementos chave que refletem um conjunto abrangente de dez práticas *lean*. A adoção somente algumas práticas *lean* observado na literatura (Tabela 2 da Seção 2.1), está sendo considerada por esta pesquisa como sendo “implementação parcial do *lean*”. Enquanto que na análise de adoção de cada prática (composta por elementos operacionais-chave), observa-se que alguns elementos não foram adotados (por exemplo, GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN et al., 2016; ALCARAZ et al., 2014; HERZOG; TONCHIA, SHAH; WARD, 2007), sendo considerado neste estudo como sendo “implementação fragmentada das práticas *lean*”.

A maioria dos estudos analisados relatam a implementação integral de *lean manufacturing*. Entretanto, alguns estudos nos países em desenvolvimento mostram a adoção do *lean* relacionada às práticas externas e internas, com um único padrão ressaltado pela não adoção da prática “fornecimento JIT” devido ao maior grau de dificuldades de negociação com fornecedores e clientes, a necessidade de conhecimento prévio da cadeia de suprimentos e o retorno no longo prazo associado a esse princípio externo. Observa-se, também na literatura, que os estudos realizados nos países em desenvolvimento, principalmente em países com ampla extensão territorial (por exemplo, Brasil, Índia e México) não correlacionam o *status* econômico da região de localização das empresas pesquisadas com o grau de adoção de *lean*. Somando-se a isso, considerou-se também, alguns fatores relacionados ao objeto da presente pesquisa, dentre os quais:

- a. As características da região do país onde essas empresas atuam. O estado do Pará, Região Amazônica, ocupa uma área de extensão territorial de aproximadamente 1,3 milhão de km², sendo maior que alguns importantes países europeus (por exemplo, Alemanha, Reino Unido, Espanha, Portugal e França) (IBGE, 2015);
- b. Os principais fornecedores estão localizados a uma grande distância de seus clientes;
- c. A falta de infraestrutura de transporte/logística da região. Esses fatores certamente dificultam/inviabilizam a adoção de medidas que visam a manutenção de abordagem cooperativa com os fornecedores por parte das empresas pesquisadas.

No entanto, argumenta-se que, em regiões menos desenvolvidas de economias em desenvolvimento onde os recursos são escassos, a implementação parcial de *lean manufacturing* é a regra. Isto leva a segunda hipótese pesquisada por meio de uma meta-análise da revisão da literatura e dos resultados da pesquisa:

H2: A implementação parcial do lean é mais provável nas regiões menos desenvolvidas devido as restrições de recursos.

Além disso, na implementação do *lean*, parcial e integral, observou-se a adoção fragmentadas de práticas que são compostas por elementos operacionais chave necessários ao arcabouço holístico do *lean*, com raras discussões por alguns artigos (por exemplo, ALCARAZ et al., 2014; HERZOG; TONCHIA, 2014; GHOSH, 2013; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013) quanto as principais razões da adoção fragmentada. Isso leva a formulação da terceira hipótese desta pesquisa.

H3: A implementação fragmentada de práticas lean é mais provável nas regiões menos desenvolvidas devido as restrições de recursos.

4.3 Método de pesquisa

Para testar as hipóteses estabelecidas neste estudo, analisou-se um conjunto de dados primários para caracterizar a implementação de práticas *lean* na indústria de transformação.

Para realização deste estudo utilizou-se o modelo desenvolvido por Shah e Ward (2007), adaptado por Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016) em 45 elementos operacionais agrupados em 10 práticas *lean* (Apêndice A – questionário de pesquisa, Blobo 2). Tal escolha se deve em função desse modelo ser o mais utilizado e evidenciado na abrangente revisão da literatura disponibilizada no presente trabalho. Todos os elementos operacionais foram respondidos em uma escala *Likert* de sete pontos que variam de (1) “discordo totalmente” a (7) “concordo totalmente”.

4.3.1 Amostra e procedimentos de coleta de dados

A população deste estudo concentra-se na indústria de transformação localizada na Região Metropolitana de Belém/PA, Região Amazônica do Brasil, totalizando 1387 empresas.

O questionário foi administrado pela Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), cuja base de filiação empresarial foi considerada particularmente adequada para o propósito desta pesquisa. A aplicação do questionário ocorreu entre os meses de setembro a

dezembro de 2014, enviado via e-mail as 1387 empresas acompanhada de uma carta de apresentação discorrendo sobre o propósito da pesquisa e a utilização dos dados informados somente para fins científicos.

Do total de e-mails enviados inicialmente, 62 retornaram acusando destinatário inválido. Ao passar um mês do envio do questionário às empresas, encaminhou-se outro e-mail lembrando que a equipe de pesquisadores estaria aguardando o questionário devidamente preenchido. O mesmo procedimento foi repetido por mais duas vezes, sempre anexando o questionário na mensagem eletrônica, seguindo recomendações de métodos de pesquisas realizadas pela *internet* (DILLMAN, 2000). Em dezembro de 2014, após o terceiro lembrete enviado por e-mail, foram contabilizados 233 questionários retornados preenchidos completamente e considerados válidos para a pesquisa, após análise das respostas. A taxa de resposta da pesquisa foi de 17,6% da população. Essa taxa se assemelha a outros estudos de pesquisa de grande escala em gestão de operações (por exemplo, BRAUNSCHEIDEL; SURESH, 2009; HULT; KETCHEN; ARRFELT, 2007; BARDHAN; MITHAS; LIN, 2007).

4.3.1.1 Caracterização das empresas e respondentes

As características das empresas pesquisadas constam na Tabela 4.3. Ao todo foram mapeados 16 setores da indústria de transformação, com predominância para os fabricantes de produtos alimentícios (27%) e produtos de madeira (14,2%), dentre outros. A tipologia produtiva principal adotada pela maioria das empresas (81%) é a produção para estoque (*make to stock* – MTS). Quanto ao tamanho das empresas medido pelo número de funcionários (segundo o IBGE (2015), pequenas empresas empregam menos de 100 funcionários, as médias empresas ocupam até 500 pessoas e as grandes empresas geram mais de 500 empregos), observa-se que 71% das empresas são de pequeno porte.

Tabela 4.3 – Caracterização das empresas.

Setor industrial	n	%	Processo	n	%	Funcionários	n	%
Produtos alimentícios	63	27	MTS	189	81	Até 19	38	16
Bebidas	14	6	MTO	36	16	20 a 99	127	55
Produtos de madeira	33	14,2	ETO	8	3	100 a 499	51	22
Produtos químicos	14	6				Mais de 500	17	7
Produtos de borracha e de material plástico	17	7,3						
Produtos de minerais não metálicos	29	12,4						
Produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	26	11,2						
Outros*	37	15,9						
Total	233	100	Total	233	100	Total	233	100

*produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, couros e artefatos de couro, celulose, papel e produtos de papel, produtos farmoquímicos e farmacêuticos, metalurgia, máquinas e equipamentos, outros equipamentos de transporte exceto veículo automotores, produtos diversos.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

As características dos respondentes constam na Tabela 4.4. A maioria dos entrevistados ocupam cargos gerenciais (81%) e de supervisão (12%), no departamento de produção (83%). Acumuladamente, 77% de todos os entrevistados estão em suas respectivas empresas por mais de cinco anos. Com base nessas características, os entrevistados foram considerados qualificados para completar esta pesquisa.

Tabela 4.4 – Caracterização dos respondentes.

Nível hierárquico	n	%	Departamento	n	%	Tempo de atuação	n	%
Analista	3	1,3	Compras	2	0,9	Menos de 1 ano	8	3
Assistente	1	0,4	Qualidade	14	6	De 1 a 3 anos	11	5
Engenheiro	3	1,3	Planejamento	3	1,3	De 3 a 5 anos	35	15
Gerente	189	81	Logística	14	6	De 5 a 7 anos	72	31
Supervisor	28	12	Engenharia	1	0,4	De 7 a 10 anos	59	25
Diretor	9	4	Financeiro	1	0,4	Mais de 10 anos	48	21
			Administração	5	2			
			Produção	193	83			
Total	233	100	Total	233	100	Total	233	100

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

4.3.2 Análise dos dados

Inicialmente os 45 elementos operacionais foram avaliados quanto aos diferentes níveis de adoção pelas empresas pesquisadas e se os mesmos são significativamente implementados de forma holística seguindo os preceitos da manufatura enxuta. Para tal, usou-se um teste não paramétrico (teste de Friedman). Esse teste tem o intuito de comparar tratamentos, ou variáveis, observados mais de uma vez em uma mesma unidade experimental (FRIEDMAN, 1937).

Visando avaliar a estrutura de dependência entre os 45 elementos *lean*, utilizou-se a Análise Fatorial Exploratória (EFA). Segundo Johnson e Wichern (1998), essa análise tem como principal objetivo descrever a variabilidade de um conjunto de dados utilizando um número menor de variáveis não observáveis, denominados fatores comuns ou variáveis latentes. Neste modelo, parte da variabilidade dos dados é atribuída aos fatores comuns e a restante às variáveis que não foram incluídas no modelo, ou seja, o erro aleatório.

Como método de extração dos fatores na EFA, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (CPA) considerando a variância total dos dados. Para seleção do número de fatores a serem utilizados, considerou-se, segundo Hair et al. (2006): (i) Critério da raiz latente (seleção de fatores que possuam autovalor > 1); e (ii) Critério de percentagem de variância explicada (seleciona-se o número de fatores que atingem ou superam um valor mínimo fixado para variabilidade total explicada).

Na interpretação dos fatores na EFA, considerou-se a estimativa da matriz fatorial, a rotação fatorial (obliqua promax que permite que os fatores sejam correlacionados), e por fim a interpretação e reespecificação de fatores após a rotação fatorial objetivando visualizar a estrutura de práticas que corresponde ao modelo implementado pelo objeto pesquisado.

Com os fatores determinados, os mesmos foram submetidos a análise de confiabilidade segundo o Alfa de Cronbach (CA) e a Correlação Total do Item Corrigido (CITC) para verificar se esses constructos são consistentes medindo a mesma dimensão. O valor considerado bom para CA está entre 0,7 a 0,8, e quanto mais próximo de 1, maior a fidedignidade das dimensões do constructo (KLINE, 2005; FIELD, 2005). O CITC mede o quão cada elemento se correlaciona com seu fator (constructo ou prática *lean*), sendo recomendáveis valores $> 0,3$ para cada medida/elemento (FIELD, 2005).

Utilizou-se também a Análise Fatorial Confirmatória (CFA) para verificar a validade discriminante e convergente dos constructos e, por conseguinte, o caminho de implementação das práticas *lean*. A validade discriminante refere-se ao grau em que os fatores são distintos e não correlacionados, sendo que a regra é que os elementos medidos devem relacionar-se mais fortemente ao seu próprio fator que a outro fator, e a validade convergente significa que as variáveis dentro de um fator são altamente correlacionadas (HAIR et al., 2006).

Problemas de validade convergente indicam que os elementos não se correlacionam bem uns com os outros dentro de um mesmo fator, ou seja, a variável latente (fator) não explica bem seus elementos operacionais observados. Problemas de validade discriminante indicam que os elementos se correlacionam mais fortemente com os elementos fora de seu fator do que com os elementos dentro, ou seja, a variável latente é mais bem explicada por outros elementos (de um fator diferente) que por seus próprios elementos operacionais.

Após comprovada a validade dos constructos, avaliou-se a validade do modelo de mensuração/medição (caminho de implementação das práticas *lean*) por meio de índices de qualidade de ajustes absoluto e incremental pelo método da máxima verossimilhança. As medidas de qualidade de ajuste busca comparar a teoria (manufatura enxuta) com o modelo de mensuração representado pelos dados coletados.

No modelo de mensuração, inseriu-se as variáveis de controle listadas na Tabela 3 para avaliar o grau de adoção das práticas *lean*. O método utilizado foi a Análise de Variância Multivariada (MANOVA). Tal técnica consiste em comparar “k” grupos independentes (variáveis de controle) segundo “m” variáveis (práticas *lean*) (MARDIA; KENT; BIBBY, 1979). O teste de Friedman, a EFA e a MANOVA foram realizados por meio do *software* IBM SPSS 20 e a CFA pelo *software* AMOS. O nível de significância para todos os testes foi

de 5%. Assim, pelo *p-valor* obtido em cada teste rejeitou-se a hipótese testada quando o *p-valor* < 0,05.

4.4 Resultados e discussão

Nesta Seção consta a apresentação e discussão dos resultados da presente pesquisa e das análises estatísticas realizadas.

4.4.1 Análise da adoção dos elementos de cada prática lean

Por meio da estatística descritiva comparou-se a utilização mediana de cada medida/elemento que compõe as práticas enxutas. O *ranking* foi validado pelo teste de Friedman. Os resultados estão na Tabela 4.5. Pelo *p-valor* < 5% do teste de Friedman, rejeita-se a hipótese nula de que a soma dos *ranks* são iguais. Ou seja, há variação no grau de adoção dos elementos chave que compõe cada prática *lean*, pelas empresas pesquisadas.

Buscando identificar se as somas dos *ranks* são todas diferentes significativamente, realizou-se a análise *post hoc* para o teste de Friedman considerando a diferença crítica = 1134,09 para os dados da pesquisa (Siegel e Castellan, 1988). Logo, se a diferença entre as somas dos *ranks* para cada par analisado for maior que a diferença crítica, tem-se diferença significativa, caso contrário, é considerada não significativa. Assim sendo, constatou-se que existe diferença significativa entre 665 (67%) comparações do total de 990. A matriz de cálculo da análise *post hoc* do teste de Friedman está disponível no Apêndice B desta tese.

Tabela 4.5 – Estatística descritiva e ANOVA de Friedman.

Elementos operacionais das práticas <i>lean</i>	Código	Soma Rank*	Média	Mediana	Moda	Des. Pad.	Min.	Max.	Frequência (%)						
									1	2	3	4	5	6	7
Nós temos contato frequente com nossos clientes.	Custinv_1	8710,0	5,7	6	6	1,15	2	7	0,0	0,9	4,7	8,6	20,6	37,3	27,9
Nós realizamos manutenção regularmente em todos nossos equipamentos.	TPM_2	8271,0	5,4	5	7	1,43	1	7	0,4	1,7	7,7	18,0	23,2	15,5	33,5
Nós temos contato frequente com nossos fornecedores.	Suppfeed_1	8087,5	5,4	5	5	1,24	1	7	0,4	3,0	3,4	7,7	40,3	20,6	24,5
Nós damos retorno aos fornecedores sobre o desempenho deles em qualidade e entregas.	Suppfeed_4	7649,0	5,1	5	6	1,39	1	7	1,3	3,9	8,6	14,2	27,0	30,0	15,0
Nossos clientes nos dão retorno sobre o nosso desempenho em qualidade e entrega.	Custinv_3	7594,0	5,1	5	6	1,31	1	7	1,3	3,4	6,9	17,6	27,9	32,2	10,7
Nós trabalhamos intensamente para estabelecer relacionamentos duradouros com nossos fornecedores.	Suppfeed_5	7588,5	5,1	5	5 ^a	1,38	1	7	0,9	3,4	8,6	17,6	26,2	26,2	17,2
O ritmo de produção está diretamente relacionado com a taxa de demanda dos clientes.	Flow_5	7418,5	5,1	5	6	1,33	1	7	2,6	0,0	8,2	22,7	21,0	34,3	11,2
Nós nos esforçamos para reduzir o número de fornecedores em cada categoria (ABC, por exemplo).	Suppdevt_4	7350,0	4,9	5	5	1,47	1	7	1,7	3,4	15,5	15,0	25,3	24,9	14,2
Nós conduzimos regularmente pesquisas de satisfação com nossos clientes.	Custinv_7	7097,0	4,7	5	6	1,85	1	7	7,3	6,9	13,7	14,6	14,6	23,6	19,3
Nós mantemos excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos.	TPM_3	7003,0	4,7	5	5	1,62	1	7	4,3	7,7	9,9	19,3	25,8	18,9	14,2
Lead times curtos permitem responder rapidamente às solicitações dos clientes.	SMED_4	6776,5	4,8	5	4	1,64	1	7	6,4	3,4	6,9	27,0	18,5	21,9	15,9
Os equipamentos são agrupados para produzir em fluxo contínuo uma família de produtos.	Flow_3	6542,5	4,5	5	5	1,64	1	7	6,9	6,0	12,4	20,6	26,2	16,7	11,2
Nós dedicamos uma considerável parcela de cada dia para planejar atividades relacionadas à manutenção dos equipamentos.	TPM_1	6466,0	4,4	4	7	1,98	1	7	6,4	19,7	7,7	19,3	11,2	14,6	21,0
Nós temos um canal de comunicação claro e direto com nossos fornecedores-chave.	Suppdevt_3	6363,0	4,5	5	5	1,79	1	7	3,4	15,9	15,0	11,2	20,6	19,3	14,6
Grande quantidade de equipamentos/processos no chão de fábrica encontram-se sob controle (da qualidade).	SPC_1	6210,0	4,3	4	6	1,73	1	7	5,2	16,3	9,9	21,9	14,6	24,0	8,2
A produção é "puxada" pela expedição de produtos acabados.	Pull_1	6131,0	4,3	4	4	1,83	1	7	16,3	1,3	9,4	24,0	20,2	19,7	9,0
Nossos fornecedores frequentemente visitam nossa empresa.	Suppfeed_2	6116,5	4,3	4	5	1,63	1	7	2,6	15,0	12,4	20,6	25,8	11,6	12,0
As famílias de produtos determinam o layout da fábrica.	Flow_4	6080,5	4,2	4	5	1,67	1	7	8,2	9,4	14,2	18,5	29,2	11,6	9,0
A produção nas estações de trabalho é "puxada" pela demanda atual da próxima estação.	Pull_2	5869,5	4,1	4	5 ^a	1,94	1	7	19,3	4,3	10,3	18,5	19,7	19,7	8,2
Nossos clientes frequentemente compartilham informações de demanda atual e futura com o departamento de marketing.	Custinv_6	5869,0	4,1	4	5	1,72	1	7	11,2	7,3	15,0	18,5	26,6	13,7	7,7
Nós frequentemente visitamos nossos fornecedores.	Suppfeed_3	5833,0	4,1	4	5	1,57	1	7	2,1	18,0	16,7	20,2	27,0	6,4	9,4
Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de programação (sequenciamento) similares.	Flow_2	5805,5	4,1	4	5	1,65	1	7	10,3	6,0	15,0	20,6	33,0	5,6	9,4
Nossos clientes raramente visitam nossa empresa.	Custinv_2	5584,0	3,9	4	2	1,74	1	7	6,4	22,7	19,7	10,3	15,5	21,5	3,9
Nós avaliamos nossos fornecedores com base no custo total e não por preço unitário.	Suppdevt_6	5364,5	3,8	4	4	1,66	1	7	12,4	10,7	13,3	32,6	15,0	9,4	6,4
Os empregados de chão de fábrica são fundamentais para compor as equipes de solução de problemas.	HRM_1	5229,5	3,7	3	3	1,74	1	7	6,9	21,9	24,5	18,0	5,6	15,5	7,7
Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de processamento similares.	Flow_1	4988,5	3,7	4	1	1,95	1	7	22,7	9,0	9,0	21,5	21,9	5,6	10,3
Nós disponibilizamos e compartilhamos entre os empregados de chão de fábrica excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos.	TPM_4	4957,0	3,6	3	3	1,76	1	7	11,2	17,6	25,8	19,7	10,3	4,3	11,2
Nós utilizamos extensivamente técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo.	SPC_2	4758,0	3,5	4	1	1,88	1	7	23,6	9,0	14,6	21,9	12,0	14,2	4,7
Nossos clientes estão diretamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros.	Custinv_5	4738,0	3,5	3	3	1,55	1	7	5,2	26,2	31,3	11,2	11,2	12,0	3,0
Nossos fornecedores estão contratualmente compromissados em cada ano para redução de custos.	Suppdevt_1	4358,0	3,3	3	1	1,90	1	7	23,2	18,5	17,2	7,7	17,2	11,6	4,7
Nossos clientes estão ativamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros.	Custinv_4	4343,5	3,2	2	2	1,74	1	7	8,6	44,6	9,9	8,2	13,3	11,6	3,9
Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de <i>setup</i> .	SMED_1	4081,0	3,1	3	2	1,69	1	7	17,6	24,9	22,7	17,2	8,6	0,9	8,2
Os empregados de chão de fábrica direcionam os programas de sugestões de melhorias.	HRM_2	3853,5	3,0	2	2	1,73	1	7	18,0	34,8	13,3	12,0	8,6	9,9	3,4
Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos.	SuppJIT_1	3829,5	3,0	3	1	1,81	1	7	31,3	12,4	16,3	15,9	15,0	4,3	4,7
Nós trabalhamos com baixos tempos de <i>setup</i> em nossa fábrica.	SMED_2	3697,5	2,9	3	2	1,42	1	7	12,9	33,0	24,5	16,7	6,0	4,7	2,1
Nossos fornecedores-chave estão localizados próximos à(s) nossa(s) empresa(s).	Suppdevt_2	3694,5	2,8	3	2	1,54	1	7	23,2	26,2	24,0	13,3	6,0	4,7	2,6
Os equipamentos de nossa fábrica possuem baixo tempo de <i>setup</i> .	SMED_3	3682,5	2,9	3	3	1,57	1	7	18,9	26,2	27,0	12,4	7,7	3,0	4,7
Os empregados de chão de fábrica conduzem os esforços de melhoria de produtos e processos.	HRM_3	3543,5	2,9	2	2	1,60	1	7	17,6	37,8	12,4	13,7	10,3	5,2	3,0
Nós conduzimos estudos de capacidade de processo antes de lançar um novo produto.	SPC_5	3364,5	2,7	2	1	1,95	1	7	44,2	11,6	10,3	13,7	5,6	10,3	4,3
Nós temos um programa formal de certificação de fornecedores.	SuppJIT_3	3234,0	2,6	2	1	1,83	1	7	36,9	22,7	17,2	3,9	9,4	3,4	6,4
Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade.	SPC_4	3187,0	2,5	2	1	1,96	1	7	49,8	9,9	13,7	9,9	2,6	7,7	6,4
Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa <i>Just in Time</i> (JIT).	SuppJIT_2	3054,5	2,5	2	1	1,62	1	7	38,6	15,5	24,9	7,3	7,7	2,6	3,4
Nossos fornecedores-chave gerenciam nossos estoques.	Suppdevt_5	2691,5	2,3	2	1	1,46	1	7	39,5	22,7	24,0	7,3	0,4	3,0	3,0
Painéis visuais com gráficos e cartas de controle que ilustram taxas de defeitos são usados como ferramentas no chão de fábrica.	SPC_3	2221,5	1,9	1	1	1,72	1	7	71,2	7,3	7,7	3,9	0,4	4,3	5,2
Nós usamos <i>kanbans</i> , quadros ou contenedores com cartões para controlar a produção.	Pull_3	1867,5	1,7	1	1	1,61	1	7	80,3	5,2	2,6	2,6	1,3	4,3	3,9

* n = 233; Chi-Square = 3576,59; df = 44; Asymp. Sig. = 0,000.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Com base na análise *post hoc* do teste de Friedman há evidências estatística suficiente para afirmar que o primeiro quartil (maiores soma de *ranks*) é diferente do terceiro quartil (menores soma de *ranks*). Logo, os elementos do primeiro quartil são mais utilizados pelas empresas pesquisadas quando comparados aos elementos do terceiro quartil. Esses resultados mostram que os 11 elementos mais utilizados estão relacionados a seis práticas enxutas: Envolvimento do cliente (Custinv), *feedback* de fornecedor (Suppfeed), Manutenção produtiva total (TPM), Fluxo contínuo (Flow), Desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt) e Troca rápida de ferramentas (SMED). Isso mostra certo equilíbrio na utilização das práticas *lean* externas e internas definidas por Shah e Ward (2007). Com relação aos 11 elementos menos utilizados, têm-se seis práticas *lean*: Processo puxado (Pull), Control estatístico do processo (SPC), Desenvolvimento de fornecedores (Suppdevt), Fornecimento JIT (SuppJIT), Gestão de recursos humanos (HRM) e e Troca rápida de ferramentas (SMED). Novamente, as práticas internas e externas foram relacionadas. Esse padrão de adoção evidência a implementação não sistêmica da manufatura enxuta corroborando possivelmente para a rejeição da hipótese H1 pesquisada.

Diante dessa variação na adoção dos elementos *lean*, verificou-se se há alguma estrutura subjacente que possa melhorar a compreensão de implantação do *lean* e que apresente evidências que possa levar definitivamente a confirmação ou não de H1. Isso foi feito por meio da análise fatorial exploratória (EFA), mostrada na Seção 4.4.2.

4.4.2 Avaliando a organização dos elementos *lean* dentro de cada prática

Para utilização da EFA, primeiramente examinou-se a matriz de correlação entre os elementos operacionais *lean* por meio do teste Bartlett de esfericidade. A hipótese nula do teste afirma que a matriz de correlação é igual a uma matriz identidade onde todos os valores da diagonal principal são iguais a zero. Ou seja, que não há correlação entre os elementos. Com $p\text{-valor} = 0,000$, rejeita-se a hipótese nula ao nível de 5%. Portanto, há correlação entre os elementos. Além disso, a Medida de Adequação da Amostra (MSA) = 0,82, sendo superior a 0,7, constata que a utilização da EFA é ótima (HAIR et al., 2006).

Executando a EFA considerando a extração dos fatores por Análise de Componentes Principais e com Rotação Oblíqua Promax, verificou-se que pelo critério da raiz latente retornou-se dez fatores explicando 76,82% da variabilidade total dos dados. O mesmo resultado foi obtido por Shah e Ward (2007). Isso aponta para a existência de variáveis latentes explicando o comportamento dos elementos *lean*. Entretanto, visando atender os

pressupostos da teoria da EFA, conforme estabelecido por Hair et al. (2009), observou-se que alguns elementos apresentaram problemas, em cada passo executado, dentre os quais: cargas cruzadas e carga $\geq 0,4$ em um fator que não fazia sentido lógico, levando a exclusão desses elementos e a execução novamente da EFA, procedimento semelhante adotados por Fullerton et al. (2014), até resultar na estrutura com 8 fatores visualizados na Tabela 4.6.

Table 4.6 – Rotação dos fatores, comunalidade e variância total explicada pelos fatores.

Elementos	Práticas lean*								Comunalidade
	Suppfeed	SMED	HRM	Flow	TPM	Pull	Custinv	SPC	
Suppfeed_1	,855	,110			-,109	-,119		-,115	0,768
Suppfeed_5	,825	,193	-,149	,106				,108	0,844
Suppfeed_3	,811	-,308					,186	,120	0,744
Suppfeed_2	,791		,126		,208		-,210	-,236	0,796
SMED_2		,953				,120			0,926
SMED_3	,120	,946			-,141			,184	0,926
SMED_1		,750	,228			-,113	,183	-,185	0,885
HRM_1	,102		,951		-,116				0,901
HRM_2			,868					,194	0,927
HRM_3		,140	,857						0,939
Flow_3				,896				,162	0,868
Flow_2		-,160	,314	,848				-,234	0,838
Flow_4			-,163	,826				,207	0,853
TPM_3			-,173	,111	,999				0,917
TPM_2	,138			,116	,834		-,142		0,816
TPM_4			,200	-,217	,753	-,110	,217	,112	0,866
Pull_1						,992			0,934
Pull_2						,957			0,922
Custinv_5							,991	,134	0,940
Custinv_4		,175					,889	-,192	0,940
SPC_4						-,132		,867	0,821
SPC_5			,282	,109				,696	0,869
SPC_2			,194		,347	,186		,453	0,753
Auto valor	9,295	2,740	2,073	1,644	1,478	1,278	0,865	0,622	20
Variância	40,41%	11,91%	9,01%	7,15%	6,43%	5,55%	3,76%	2,70%	87%

*Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization. Rotation converged in 7 iterations.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Com base nesses resultados, infere-se que para a indústria de transformação analisada o padrão de associação convergiu em uma estrutura latente com 8 constructos (fatores/práticas lean) que explica 87% da variabilidade total dos elementos, sendo cada elemento explicado pelo constructo em no mínimo 70% de sua variância (comunalidade), e cada elemento com cargas fatoriais $\geq 0,40$ em cada fator (HAIR et al., 2006). Esses

resultados indicam uma forte correspondência da estrutura latente na explicação do comportamento desses elementos de práticas *lean* adotados pelas empresas pesquisadas.

Com relação à confiabilidade de cada prática, os resultados mostram alta confiabilidade com o menor CA igual a 0,857. Quanto ao CITC, todos os elementos de cada prática apresentam correlação superior a 0,629, o que reforça a formação do constructo por tais elementos. Esses resultados evidenciam a excelente confiabilidade das medidas operacionais e latentes, quando comparadas a outros estudos, por exemplo: Chen e Tan (2013) (CA \geq 0,85 e CITC variando entre 0,47 a 0,68); Kull et al. (2014) (CA \geq 0,81); Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010) (CA \geq 0,72); Shah e Ward (2007) (CA \geq 0,73); Fullerton, McWatters e Fawson (2003) (CA \geq 0,52).

Esses resultados empíricos confirmam a rejeição de H1, uma vez que a implementação da manufatura enxuta na indústria de transformação pesquisada seguiu sistemicamente o caminho de práticas internas e externas, mas com a adoção de apenas oito práticas das dez do modelo de Shah e Ward (2007). Ou seja, a implementação do *lean* na ocorreu de forma parcial (adoção de 8 das 10 práticas *lean* estudadas). Outros estudos disponíveis na literatura que utilizaram o modelo de Shah e Ward (2007) também mostram a implementação parcial do *lean* tanto em países em desenvolvimento (PANWAR et al., 2015; HERZOG; TONCHIA, 2014) quanto em países desenvolvidos (DORA et al., 2014; FUENTES-MOYANO; DÍAZ-SACRISTÁN; JURADO-MARTÍNEZ, 2012; YANG; HONG; MODI, 2011). Entretanto, algumas diferenças importantes entre os resultados desses estudos e os resultados do presente trabalho podem ser notadas:

- a. Nesta pesquisa foram analisados 16 setores da indústria de transformação, enquanto que os trabalhos de Panwar et al. (2015); Dora et al. (2014) e Fuentes-Moyano, Díaz-Sacristán e Jurado-Martínez (2012), consideraram somente um setor da indústria de transformação (processos contínuos, produtos alimentícios e indústria automotiva, respectivamente);
- b. Nos estudos de Dora et al. (2014) e Herzog e Tonchia (2014), dentre as práticas *lean* mais implementadas está “desenvolvimento de fornecedores”, enquanto que no presente estudo, esta prática *lean* não foi considerada no modelo subjacente por não atender aos pressupostos estatísticos (por exemplo, carga fatorial cruzada ou carga fatorial \leq 0,3) e teóricos/conceitual (por exemplo, alguns elementos operacionais correlacionando-se fortemente com algumas práticas *lean* que não eram “desenvolvimento de fornecedores”). Isso

se deve, principalmente, em função da carência de sistemas de informações que possam melhorar a interface com os principais fornecedores e a longa distância geográfica de tais fornecedores para a construção de uma relação de parcerias das empresas com esses fornecedores;

- c. Dentre as práticas *lean* adotadas segundo o presente estudo, têm-se: Gestão de recursos humanos, que foi classificada como menos utilizada pelo trabalho de Yang, Hong e Modi (2011); Troca rápida de ferramentas e Processo puxado, não utilizadas segundo as análises de Panwar et al. (2015); e

Buscando melhorar a análise da hipótese H1, buscou-se identificar o caminho de implementação do *lean* adotado pela indústria pesquisada. Isto foi possível por meio da Análise Fatorial Confirmatória (CFA) a partir dos procedimentos de validade dos constructos e confirmação do modelo subjacente, gerado pela EFA, explicando melhor as correlações entre os constructos (Seção 4.3).

4.4.3 O caminho de implementação do *lean* na região estudada

Inicialmente, por meio da CFA mediu-se a validade dos constructos oriundos da EFA. Os resultados estão disponíveis na Tabela 4.7. Todas as correlações entre os constructos foram positivas, ressaltando-se as correlações significativas de Gestão de recursos humanos (HRM) e Troca rápida de ferramentas (SMED) com todos os demais constructos. A validade convergente foi verificada pela Variância Média Extraída (Average Variance Extracted – AVE) e pelo coeficiente de Confiabilidade Composta (Composite Reliability – CR), e a validade discriminante pelas medidas de AVE, Máximo de Variância Quadrada Compartilhada (Maximum Shared Squared Variance – MSV) e Média de Variância Quadrática Compartilhada (Average Shared Squared Variance – ASV). Em todos os constructos os índices foram satisfatórios (conforme HAIR et al., 2006) indicando alta validade dos mesmos reforçando a estrutura latente gerada na EFA.

Logo, foi concebido um modelo de mensuração que, com base nos dados coletados e analisados, representa o caminho de implementação da manufatura enxuta no objeto pesquisado. Buscando avaliar o quanto esse modelo real se ajusta à teoria *lean*, submeteu-se o mesmo aos índices de qualidade de ajustes, gerando os resultados da Tabela 4.8.

Tabela 4.7 – Validação dos fatores conforme CFA.

	CR	AVE	MSV	ASV	Custinv	Suppfeed	SMED	HRM	Flow	TPM	Pull	SPC
Custinv	0,920	0,852	0,175	0,063	0,923*							
Suppfeed	0,865	0,617	0,326	0,153	0,090	0,785*						
SMED	0,928	0,812	0,401	0,190	0,418	0,357	0,901*					
HRM	0,958	0,883	0,623	0,304	0,347	0,437	0,633	0,940*				
Flow	0,890	0,730	0,333	0,187	0,164	0,527	0,365	0,517	0,855*			
TPM	0,888	0,726	0,446	0,230	0,196	0,571	0,331	0,603	0,458	0,852*		
Pull	0,925	0,860	0,335	0,124	0,234	0,156	0,334	0,407	0,248	0,336	0,928*	
SPC	0,869	0,690	0,623	0,306	0,128	0,340	0,523	0,789	0,577	0,668	0,579	0,831*

*Square root of AVE

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Tabela 4.8 – Medidas de qualidade de ajustes.

Medidas de qualidade	Medidas estatísticas	Valor observado	Valor recomendado para ajuste aceitável ou próximo*
	Estatística teste X^2	0	-
Absoluta	Média da raiz quadrada do erro de aproximação (RMSEA)	0,00	$\leq 0,08$
	Média da raiz dos resíduos padronizados (SRMR)	0,00	$\leq 0,1$
	Índice de qualidade de ajuste (GFI)	0,00	$> 0,8$
Incremental	Índice de ajuste comparativo (CFI)	0,00	$> 0,8$
	Índice de ajuste incremental (IFI)	0,00	$> 0,8$

*Hair, et al. (2009).

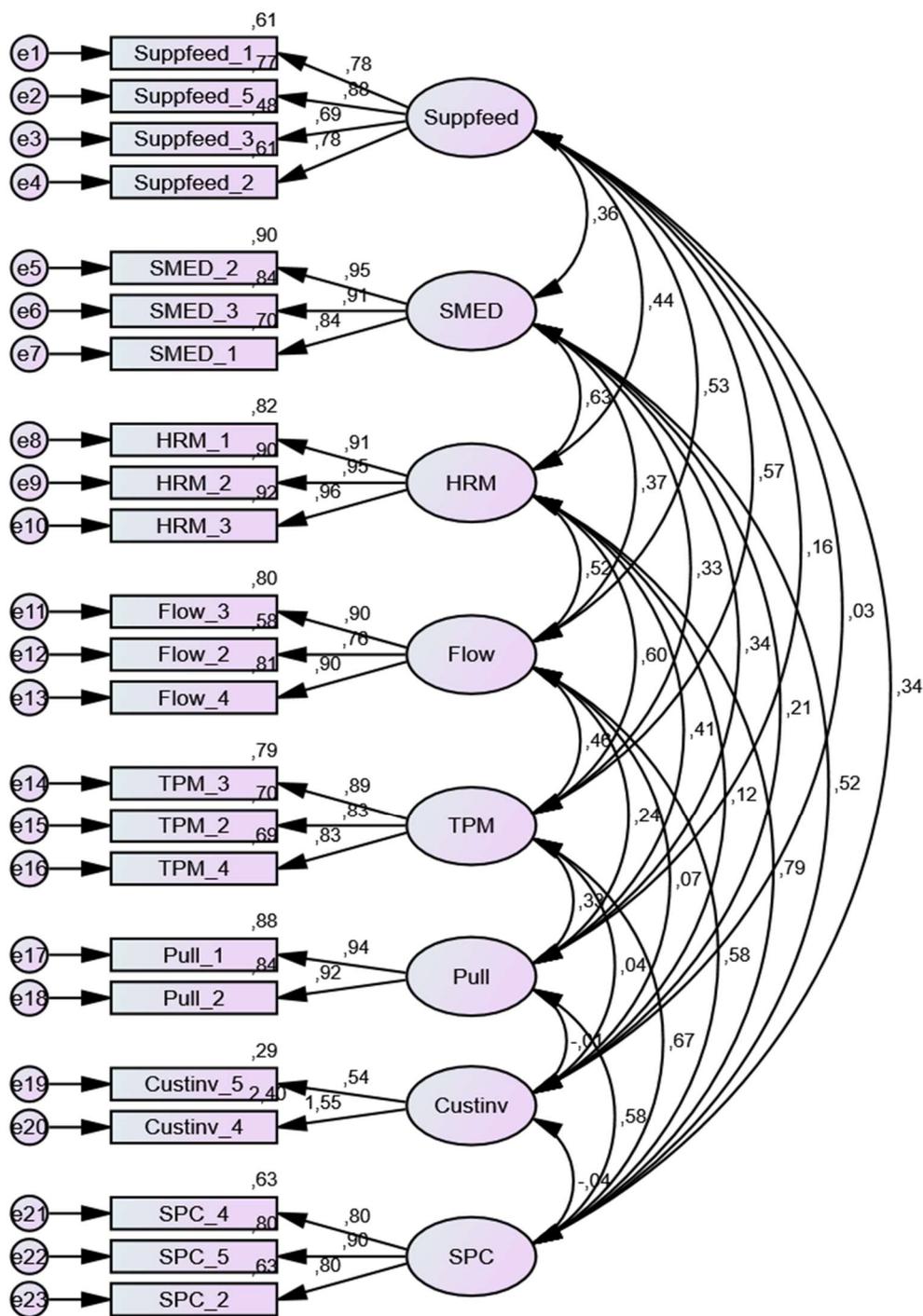
Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Verifica-se que os índices ficaram próximos ou melhores do que o mínimo necessário, indicando ajuste aceitável. O SRMR foi satisfeito, o GFI, CFI e IFI apresentaram valores marginais e a medida RMSEA não foi satisfeita. A medida RMSEA de 0,141 indica um ajuste razoável compatível com o resultado de Yang e Yang (2013). Para Browne e Cudeck (1993); Eskildsen e Dahlggaard (2000) um valor $\leq 0,1$ de RMSEA quer dizer que é um erro razoável de aproximação, uma vez que esta medida leva em conta o tamanho da amostra e o número de itens no modelo (amostra de 233 e 45 itens, para a presente pesquisa). Entretanto, os resultados dos índices de ajuste de qualidade são compatíveis com os alcançados por outros estudos (por exemplo, CHEN; TAN, 2012; FURLAN; VINELLI; PONT, 2011; WIENGARTEN et al., 2015).

Admitindo que a qualidade de ajuste do modelo é aceitável, a Figura 4.1 representa a estrutura subjacente, ou seja, o caminho de implementação da manufatura enxuta na indústria pesquisada, passa pela adoção de seis práticas internas (troca rápida de ferramentas, gestão de

recursos humanos, fluxo contínuo, manutenção produtiva/preventiva total, processo puxado e controle estatístico da qualidade), e por duas externas (*feedback* de fornecedor e envolvimento do cliente). Isso ratifica a adoção parcial do *lean* na indústria pesquisada.

Figura 4.1 – Caminho de implementação do *lean*.



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Comparando-se ao modelo proposto por Shah e Ward (2007) e evidenciado nos resultados de Hofer, Eroglu e Hofer (2012), as práticas *lean* “fornecimento JIT” e “desenvolvimento de fornecedores” não foram comprovadamente utilizadas no presente trabalho. As razões para não utilização dessas duas práticas se deve provavelmente em função de alguns fatores relacionados ao objeto de pesquisa, descritos na Seção 2.2, e que certamente dificultam/inviabilizam o fornecimento JIT, bem como, prejudicam na adoção de medidas que visam a manutenção de abordagem cooperativa e o desenvolvimento dos fornecedores por parte dessas empresas.

Esses resultados confirmam H2 e representam uma importante contribuição do presente estudo, visto que as dificuldades de adoção de práticas *lean* externas relacionadas à extensão territorial e infraestrutura da região de localização do objeto pesquisado ainda não tinham sido discutidas na literatura conforme evidenciado na revisão detalhada na Seção 2.

As oito práticas implementadas pela indústria pesquisada compreendem 36 elementos operacionais, dentre os quais 23 formam o modelo de mensuração apresentada na Figura 1. Logo, as práticas foram adotadas de forma fragmentada comprovada pela ausência de 13 elementos operacionais no presente modelo. Observando-se esses 13 elementos, têm-se que cinco são relativos à prática “envolvimento do cliente”, e um relativo à prática “*feedback* de fornecedor”. Portanto, quase a metade (46%) dos elementos não adotados também pertence às práticas externas, reforçando a ideia de que as condições de localização e estruturação da região e das empresas contribuíram negativamente para a adoção de tais práticas *lean*. Outros sete elementos também não implementados são relativos às práticas internas, a saber:

- a. *Kanban* (Pull_3): relativo à prática “processo puxado”. É sabido na literatura que o *kanban* é difícil de ser replicado de forma pura, levando as empresas a adotarem outros sistemas de coordenação de ordens (por exemplo, *CONWIP*, *CONWIP H*, *kanban H* e sistema DBR – tambor, pulmão, corda), segundo Takahashi (2003) e Takahashi e Nakamura (2002);
- b. *Takt time* (Flow_5): relativo à prática “fluxo contínuo”. Sua não adoção pode ser atribuída a não adoção do *kanban*, pois, o processo puxado é programado pelo *takt time*, e à adoção fragmentada da prática “envolvimento do cliente” que possibilita o cálculo do *takt time*. Esse mesmo resultado foi anotado por Shah e Ward (2007) e Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016). Para Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016) a instabilidade da demanda contribuiu para não adoção deste elemento *lean* e de mais três elementos

relacionados à prática “envolvimento do cliente”. Assim também, ambos os resultados (não adoção do *kanban* e do *takt time*), apesar de serem elementos clássicos do *lean*, são esperados devido suas complexidades de adaptação. Panwar et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo, e atribuíram às especificidades da indústria pesquisada (grandes lotes de produção e alta capacidade de utilização dos equipamentos) como razões para não adoção de *takt time* e *kanban*;

- c. Processos similares (Flow_1): relativo à prática “fluxo contínuo”. Sua não adoção pode ser atribuída aos diferentes setores industriais estudados, e à adoção fragmentada da prática “envolvimento do cliente”, visto que a organização da produção deve-se objetivar o cliente;
- d. *Lead time* (SMED_4): este elemento possibilita a produção em menor tempo assim como o menor tempo de preparação para troca de produtos, relativo à prática “troca rápida de ferramentas”. Tal elemento sofre influência da não adoção de Flow_1. A não adoção de Flow_1 e SMED_4 foi considerada não esperada visto que estes elementos não apresentam tantas complexidades de adoção e contribui para a implementação de elementos de práticas internas para a geração de resultados provenientes do *lean*. Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016) apontam que a variabilidade na demanda e dificuldades no processo de produção podem levar a não adoção deste elemento operacional;
- e. Controle de qualidade dos equipamentos e uso de técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo (SPC_1 e SPC_2): compreendem dois (de um total de cinco) elementos operacionais da prática “controle estatístico do processo”. Adotar tais elementos requer investimentos em tecnologia de processos e mão de obra qualificada. Porém, estas são algumas das características da indústria pesquisada que causam dificuldades, inferidas como uma das razões para a implementação parcial do *lean* e que, contribuiu para adoção fragmentada das práticas *lean*. Tais medidas de controle são positivamente correlacionadas com a redução do *lead time* (SMED_4), e que as razões de não adoção de ambos os elementos ainda não foram discutidas na literatura, o que reforça a relevância deste resultado;
- f. Planejamento de atividades relacionadas à manutenção dos equipamentos (TPM_1): elemento atribuído à prática “manutenção produtiva/preventiva

total”, também explica a não adoção de SPC_1 e SMED_4. Acredita-se que a principal razão para não adoção de TPM_1 está voltada aos fatores humanos. Ou seja, carência de investimentos na qualificação e ao *empowerment* dos colaboradores internos.

Os resultados no presente estudo foram influenciados pelas características específicas não só da indústria de transformação localizada na Região Amazônica, mais também pelas próprias características da Região, a qual apresenta uma vasta extensão geográfica, um histórico de exploração de recursos naturais com baixa agregação de valor aos produtos, e infraestrutura de transporte/logística insatisfatória, corroborando para a confirmação da hipótese H3 estudada. Desta forma, conclui-se que tais características delimitaram o modelo de Shah e Ward (2007) levando a identificação do caminho de implementação do *lean* de forma parcial (H2) e fragmentada (H3), conforme discutido neste estudo. A Seção 4.4, a seguir, busca responder as hipóteses H1a, H1b e H1c de pesquisa.

4.4.4 A influência de variáveis de controle no caminho de implementação do *lean*

Por meio da MANOVA buscou-se conhecer mais sobre o caminho de implementação do *lean* na indústria pesquisada, avaliando se os *scores* médio de utilização das práticas *lean*, obtidos a partir dos *scores* dos fatores gerados na EFA, se diferem significativamente em relação às variáveis de controle: tamanho da empresa, setor industrial e tipologia produtiva principal adotada pelas empresas.

A MANOVA necessita de algumas condições de aplicação, dentre as quais: normalidade multivariada dos dados e igualdade das matrizes de variâncias-covariâncias. Segundo Jonhson e Wichern (1998), se a primeira não for satisfeita, não se têm grandes problemas, uma vez que a MANOVA é robusta a não normalidade dos dados, mas a segunda é essencial que seja satisfeita. Quanto às estatísticas testes da MANOVA, para Hair et al. (2006), tanto o critério de Pillai quanto o lambda de Wilks são mais imunes às violações das suposições, sugerindo ainda que o critério de Pillai é mais robusto e deve ser utilizado se o tamanho da amostra diminui, se diferentes tamanhos de amostras surgem ou se a homogeneidade de covariâncias é violada. Se a MANOVA apresentar alguma diferença entre os grupos, é necessário fazer o teste de comparações múltiplas e verificar em quais variáveis tal diferença é significativa. Nesse caso, foram utilizadas as comparações de Bonferroni (DUNN, 1961).

A estatística descritiva de utilização de práticas *lean* adotado pela indústria pesquisada, conforme as variáveis de controle e os testes que comprovam tais valores constam na Tabela 4.9. Os resultados para o teste de igualdade entre as matrizes de covariâncias dos grupos de cada variável de controle (Teste M de Box) mostram os $p\text{-valor} = 0,000$. Logo, a igualdade não foi satisfeita ao nível de 5% de significância. Como o tamanho dos grupos é diferente e a utilização de transformação impacta na interpretação direta das médias, considerou-se o Traço de Pillai como o teste estatístico da MANOVA por ser mais robusto a violação de covariância. Observa-se que o $p\text{-valor} < 5\%$ para o Traço de Pillai em ambos os grupos analisados, indica a rejeição da hipótese nula e, conseqüentemente, garantindo a existência de diferenças significativas no grau de adoção das práticas conforme tamanho das empresas, setor industrial e tipo de operação. Esses resultados corroboram com as hipóteses de pesquisa H1a, H1b e H1c.

Objetivando melhorar a compreensão que comprova a interferência na adoção de prática *lean* conforme o tamanho das empresas (H1a), o setor industrial (H1b) e a tipologia produtiva principal (H1c), foram realizadas análises *post hoc* da MANOVA. Os resultados dessas análises comprovam as evidências apresentadas para H1a e H1b, mas o mesmo não ocorre com H1c. Logo, tem-se que:

- a. Do total de 48 comparações múltiplas, 22 (46%) são significativamente diferentes com o $p\text{-valor} < 5\%$ (Apêndice C). Portanto, grandes empresas apresentaram maior grau de adoção em todas as práticas *lean* comparadas às pequenas empresas que indica baixo nível de adoção de tais práticas. Esses resultados corroboram com os achados por Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010); Doolen e Hacker (2005); Shah e Ward (2003); Clegg et al. (2002); White, Pearson e Wilson (1999); Lawrence e Hottenstein (1995); Hum e Ng (1995), que também mediram o grau de adoção de prática *lean* conforme o tamanho das empresas, e concluíram que há um maior nível de adoção de práticas em grandes empresas comparado com as pequenas empresas;

Tabela 4.9 – Estatística descritiva das oito práticas em função as variáveis de controle e Testes M de Box e da MANOVA.

Práticas lean	Nº de func.	Média*	D.P.	N	Sector industrial	Média*	D.P.	N	Tipo de operação	Média*	D.P.	N
Suppfeed	Até 19	-0,521	0,921	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,002	0,987	63	MTS	0,074	0,982	189
	20 a 99	-0,035	0,928	127	Fabricação de bebidas	0,499	1,237	14	MTO	-0,368	1,094	36
	100 a 499	0,237	1,050	51	Fabricação de produtos de madeira	0,478	0,919	33	ETO	-0,094	0,620	8
	Mais de 500	0,712	0,966	17	Fabricação de produtos químicos	-0,328	0,655	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,542	0,866	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,520	1,155	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,419	0,648	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	-0,132	0,893	37	-	-	-	-
SMED	Até 19	-0,252	0,993	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,135	1,200	63	MTS	-0,024	0,975	189
	20 a 99	-0,129	0,927	127	Fabricação de bebidas	0,382	0,889	14	MTO	0,063	1,139	36
	100 a 499	0,188	1,019	51	Fabricação de produtos de madeira	-0,250	0,670	33	ETO	0,279	1,009	8
	Mais de 500	0,965	0,910	17	Fabricação de produtos químicos	-0,405	0,517	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,025	0,740	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,380	0,901	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,331	1,090	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	0,055	1,038	37	-	-	-	-
HRM	Até 19	-0,396	0,793	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,210	1,008	63	MTS	-0,038	0,974	189
	20 a 99	-0,114	0,957	127	Fabricação de bebidas	0,941	0,930	14	MTO	0,118	1,132	36
	100 a 499	0,223	1,009	51	Fabricação de produtos de madeira	-0,471	0,694	33	ETO	0,373	0,998	8
	Mais de 500	1,067	0,899	17	Fabricação de produtos químicos	-0,163	0,408	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,525	0,706	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,261	1,218	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,457	0,959	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	-0,108	0,948	37	-	-	-	-
Flow	Até 19	-0,379	0,954	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,233	0,970	63	MTS	0,084	0,962	189
	20 a 99	-0,026	0,993	127	Fabricação de bebidas	0,744	0,665	14	MTO	-0,355	1,126	36
	100 a 499	0,150	1,005	51	Fabricação de produtos de madeira	0,096	0,774	33	ETO	-0,390	0,969	8
	Mais de 500	0,591	0,830	17	Fabricação de produtos químicos	-0,771	0,773	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,062	0,801	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,772	1,148	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,209	0,949	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	-0,044	0,957	37	-	-	-	-

Tabela 4.9 – Estatística descritiva das oito práticas em função as variáveis de controle e Testes M de Box e da MANOVA (continuação).

Práticas lean	Nº de func.	Média*	D.P.	N	Setor industrial	Média*	D.P.	N	Tipo de operação	Média*	D.P.	N
TPM	Até 19	-0,488	1,014	38	Fabricação de produtos alimentícios	-0,091	1,011	63	MTS	0,021	0,984	189
	20 a 99	-0,030	0,874	127	Fabricação de bebidas	0,226	1,207	14	MTO	-0,271	0,982	36
	100 a 499	0,086	1,132	51	Fabricação de produtos de madeira	-0,004	0,674	33	ETO	0,725	1,162	8
	Mais de 500	1,061	0,564	17	Fabricação de produtos químicos	0,121	0,535	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,283	0,898	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,503	1,109	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,741	0,935	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	0,031	1,025	37	-	-	-	-
Pull	Até 19	-0,121	0,872	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,407	0,834	63	MTS	0,027	0,984	189
	20 a 99	-0,005	1,021	127	Fabricação de bebidas	0,225	1,352	14	MTO	-0,118	1,077	36
	100 a 499	-0,117	1,050	51	Fabricação de produtos de madeira	-0,952	1,019	33	ETO	-0,109	1,123	8
	Mais de 500	0,657	0,741	17	Fabricação de produtos químicos	-0,107	0,702	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,041	0,574	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,314	0,967	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,212	0,839	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	0,188	0,910	37	-	-	-	-
Custinv	Até 19	0,077	1,122	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,093	0,992	63	MTS	-0,103	0,947	189
	20 a 99	-0,054	0,951	127	Fabricação de bebidas	0,007	0,828	14	MTO	0,311	1,074	36
	100 a 499	-0,021	1,065	51	Fabricação de produtos de madeira	-0,294	0,953	33	ETO	1,041	1,126	8
	Mais de 500	0,290	0,893	17	Fabricação de produtos químicos	-0,181	0,977	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,142	0,975	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,049	0,993	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,217	1,149	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	0,121	1,037	37	-	-	-	-
SPC	Até 19	-0,530	0,733	38	Fabricação de produtos alimentícios	0,403	1,039	63	MTS	0,034	1,022	189
	20 a 99	0,020	0,964	127	Fabricação de bebidas	0,788	1,210	14	MTO	-0,308	0,806	36
	100 a 499	0,158	1,066	51	Fabricação de produtos de madeira	-0,686	0,853	33	ETO	0,585	0,973	8
	Mais de 500	0,557	1,147	17	Fabricação de produtos químicos	-0,432	0,958	14	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,315	0,602	17	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,311	0,572	29	-	-	-	-
	-	-	-	-	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,447	0,754	26	-	-	-	-
	-	-	-	-	Outros**	-0,135	0,974	37	-	-	-	-

*Testes M de Box: P-valor = 0,000; Traço de Pillai: P-valor = 0,000

**produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, couros e artefatos de couro, celulose, papel e produtos de papel, produtos farmoquímicos e farmacêuticos, metalurgia, máquinas e equipamentos, outros equipamentos de transporte exceto veículos automotores, produtos diversos.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

- b. De todas as 224 comparações múltiplas, 41 (18%) são diferentes a um nível de significativas de 5% (Apêndice D), rejeitando-se a hipótese nula de que os *scores* médios dos grupos de setor industrial em cada prática *lean* são iguais. Isso leva a conclusão de que a utilização destas práticas pelas empresas é diferente conforme o setor industrial. Tais evidências corroboram com os achados por Salimi, Hadjali e Sorooshian (2012); Lawrence e Hottenstein (1995); Taj e Morosan (2011); Doolen e Hacker (2005); Hum e Ng (1995); Mariones et al. (2008); Lucato et al. (2014); ; Matsui (2007); Callen, Fader e Krinsky (2000). Esses estudos evidenciam que os setores industriais interferem no nível de implementação do *lean*, ressaltando o setor automotivo com maior grau de adoção em relação aos demais setores. Resultado já esperado em face da origem da manufatura enxuta em tal setor. No presente estudo os setores com maior grau de adoção do *lean* foram: fabricação de bebidas e fabricação de produtos de metal, enquanto que fabricação de produtos não metálicos foi o setor com menor grau de adoção;
- c. Todas as 24 comparações múltiplas dos grupos de tipologia produtiva são iguais. Ou seja, os *p-valor* são $> 5\%$ (Apêndice E), não rejeitando-se a hipótese nula deste teste *post hoc*. Logo, a implementação do *lean* pelas empresas ocorre em níveis elevados independentes se o tipo de processo de produção principal é o MTS, MTO ou ETO. Isso mostra que mesmo empresas com alta variedade de produtos e customização estão buscando adaptar ferramentas enxutas em conformidade com as características específicas de tais ambientes de produção. Esses resultados vão de encontro a maior parte da literatura, que preconiza as limitações de alguns princípios *lean* em ambientes de alta variabilidade de demanda (REICHHART; HOLWEG, 2007; CRUTE et al., 2003; WHITE; PRYBUTOK, 2001; JINA; BHATTACHARYA; WALTON, 1997). Tais ambientes não inviabilizam a aplicação do *lean*, mas requerem a adaptação de algumas práticas, uma vez que estas foram criadas em uma indústria (Toyota) específica para resolver problemas peculiares (LANDER; LIKER, 2007). Para Godinho Filho (2004), o ambiente de produção mais adequado para o SPE é o ambiente repetitivo. Neste ambiente existe uma baixa diversidade e média-alta diferenciação dos produtos. Logo, as tipologias de produção tais quais: *make to stock*, *assembly to order* e *make*

to order, são plenamente compreensíveis e aplicáveis à manufatura enxuta, o qual estabelece a formação de estoques em níveis estabelecidos pelo JIT.

Esses resultados levam a aceitação de H1a e H1b, mas não satisfazem H1c visto que a tipologia produtiva não interferiu no grau de adoção das práticas *lean*.

4.5 Conclusão

O surgimento de *lean manufacturing* tem sido um dos principais desenvolvimentos na gestão de operações. Conseqüentemente, existem amplas pesquisas sobre implementação *lean* nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. No entanto, as pesquisas nos países em desenvolvimento são limitadas às regiões mais desenvolvidas. Diferentemente, este estudo focaliza uma região menos desenvolvida no Brasil. Ou seja, investiga o caminho utilizado pela indústria de transformação localizada na Região Amazônica/Brasil para a implementação do *lean* e se há variação no grau de adoção do mesmo conforme o tamanho da empresa, o setor industrial e a tipologia produtiva.

A Análise Fatorial Exploratória foi utilizada para evidenciar o modelo de práticas *lean* que teve seus parâmetros validados e ajustados por meio da Análise Fatorial Confirmatória, comprovando que todas as seis práticas internas à empresa (troca rápida de ferramentas (SMED), gestão de recursos humanos (HRM), fluxo contínuo (Flow), manutenção produtiva total (TPM), processo puxado (Pull) e controle estatístico do processo (SPC)) e duas externas (*feedback* de fornecedor (Suppfeed) e envolvimento do clientes (Custinv)), do modelo original de Shah e Ward (2007), derivam de 23 elementos operacionais, compreendendo o caminho de implementação de práticas *lean*.

4.5.1 Contribuições acadêmicas

As oito práticas *lean* derivadas durante a análise empírica são positiva e significativamente correlacionados umas com as outras. As correlações mais elevadas entre HRM e todas as outras práticas reforça a extrema importância que deve ser atribuída às questões humanas como forma de garantir o sucesso e os resultados proporcionados pela manufatura enxuta.

Os resultados discutidos neste Capítulo mostram o caminho de adoção parcial do *lean*, visto que duas práticas externas (fornecimento JIT e desenvolvimento de fornecedores) não atenderam aos pressupostos estatísticos e teórico/conceitual da manufatura enxuta, sendo

excluídos da estrutura latente; e fragmentada constatada pela não utilização de 13 elementos pertencentes às oito práticas *lean* adotadas. Este caminho de implementação do *lean* foi delimitado por questões estruturais típicas das empresas e da região de localização em países em desenvolvimento, dentre as quais: baixo valor agregado dos produtos, insuficiência tecnológica do processo produtivo e de sistemas de informações gerenciais, baixa qualificação da mão de obra com conhecimento em *lean*, atividades logísticas (transporte e estoque) afetadas pela distância dos principais fornecedores e pela falta de infraestrutura da enorme extensão geográfica da Região Amazônica. Logo, considerando o ambiente industrial em que as práticas enxutas estão sendo implementadas, adaptações no modelo teórico do sistema *lean* devem ser consideradas em atendimento a essas características do objeto de pesquisa sem descaracterizar os princípios *lean* de redução/eliminação de desperdícios almejando o aumento da produtividade.

Diferentemente, Shah e Ward (2007) concluíram que TPM foi quem apresentou menor correlação com as demais práticas. No presente estudo, a TPM esta entre as três práticas com os maiores níveis de associação. Isso mostra sua importância crescente nos últimos anos. No entanto, tal como os resultados de Shah e Ward (2007), este estudo mostra que as empresas devem desenvolver uma estratégia de implementação da manufatura enxuta que considere suas características estruturais e de localização geográfica e os grupos de práticas conforme o modelo de mensuração, contemplando todas as dimensões simultaneamente para alcançar os resultados proporcionados pelo *lean*.

Outra contribuição do presente estudo foi quanto a variação do grau de adoção do caminho de implementação *lean*, conforme algumas variáveis de controle. Tais resultados mostram que as grandes empresas implementam um maior número de práticas comparadas as pequenas empresas. O mesmo ocorreu com o setor industrial, sendo que os setores de fabricação de bebidas e fabricação de produtos de metal apresentaram maior grau de adoção quando comparados ao setor de fabricação de produtos não metálicos que apresentou menor grau de adoção do *lean*. Por outro lado, não houve variação na implementação do *lean* em função da tipologia produtiva principal adotada pelas empresas pesquisadas.

4.5.2 Contribuições gerenciais

Os resultados da presente pesquisa são importantes para os gestores de empresas porque mostram a composição de práticas *lean* implementadas no setor localizado em uma região com características que causam dificuldades, sinalizando para a priorização de práticas

internas. Neste estudo, os gerentes podem visualizar algumas referências de práticas *lean* disponíveis na literatura, ressaltando o modelo de Shah e Ward (2007) utilizado pela presente pesquisa, como instrumento de futuras implementações e avaliações de práticas *lean*.

Este estudo também torna disponível para os gestores, o caminho de implementação das práticas *lean* adotado pelas empresas pesquisadas e que pode, também, ser utilizado para implementação e avaliação do *lean* em outras regiões com características semelhantes quanto às limitações de recursos. Entretanto, os gerentes que experimentaram a adoção de práticas *lean* devem atentar para seu efeito longitudinal com impacto nos resultados operacionais e financeiros de forma a superar as barreiras impostas pelos sistemas de gestão tradicional.

Finalmente, ressalta-se que a implementação da manufatura enxuta não ocorre exclusivamente com a adoção de práticas *lean*, e que a quebra de paradigma quanto ao relacionamento e tratamento das pessoas que participa, direta ou indiretamente, no processo organizacional deve ser conduzido prioritariamente durante e após a adoção dessas práticas. Os resultados superiores do *lean* se consolidam no longo prazo a partir do momento que as pessoas entendem que o cerne do sistema de produção enxuta está na forma como as mesmas enxergam o processo na geração de valor para o cliente.

4.5.3 Limitação do estudo e diretrizes para futuras pesquisas

É evidente que os resultados gerados no presente estudo foram afetados por algumas limitações. Por exemplo, a composição da amostra com empresas pesquisadas de uma única região e setor da economia. Isso representa uma oportunidade para pesquisas futuras objetivando a generalização dos resultados considerando características estruturais de outras regiões como também de outros setores da economia. Outra limitação está relacionada ao tamanho da amostra devido as dificuldades de obtenção de questionários respondidos e válidos para a pesquisa. Isto pode consistir em trabalho futuros que contempla a amplitude da amostra considerando empresas de outras regiões do Brasil e de outros países.

A partir dos resultados e conclusões apresentadas, surgem algumas recomendações de pesquisas no tema, por exemplo, uma melhor avaliação do efeito das características que causam dificuldades da região de localização das empresas pesquisadas, sobretudo nos países em desenvolvimento, no grau de adoção de práticas *lean*.

5 O EFEITO DO *LEAN MANUFACTURING* NO DESEMPENHO EMPRESARIAL EM UMA REGIÃO COM RECURSOS ESCASSOS: UMA *SURVEY* NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL

Este capítulo direciona suas análises para a terceira e última questão de pesquisa (medir o efeito de adoção das práticas *lean* no desempenho empresarial) da presente tese. Isso foi possível a partir da investigação empírica da hipótese de pesquisa formulada na Seção 5.2.2, sustentada pela discussão da literatura mundial quanto ao impacto da adoção de práticas de *lean manufacturing* no desempenho das empresas da indústria de transformação.

O capítulo encontra-se estruturado em cinco Seções: a Seção 5.1 apresenta a introdução com caracterização do tema e do objeto de pesquisa; na Seção 5.2 discorre-se acerca do estudo da literatura quanto a adoção de *lean* pela indústria de transformação ao redor do mundo, o impacto de tal adoção no desempenho das empresas da indústria de transformação de países desenvolvidos e de países em desenvolvimento, fundamentando o *gap* existente na literatura, que sustenta a realização da presente pesquisa e sua essencial contribuição, e a formulação das hipóteses de investigação; a Seção 5.3 detalha o método de pesquisa utilizado, com descrição dos procedimentos de coleta e análise estatística dos dados; a Seção 5.4 trata das discussões dos resultados obtidos com a realização das análises de dados, lançando mão de técnicas estatísticas, dentre as quais: estatística descritiva, teste de Friedman e análise *post hoc* de Friedman, Análise Fatorial Exploratória (EFA), Análise Fatorial Confirmatória e Modelagem de Equações Estruturais (SEM); e a Seção 4.5 com a conclusão, que reforça a relevante contribuição da presente pesquisa por meio das contribuições científicas e gerenciais, e finaliza com as limitações e diretrizes para futuras pesquisas.

5.1 Introdução

A aplicação de práticas de *lean manufacturing* na gestão de operações tem se mostrado efetiva na melhoria do desempenho das empresas do setor industrial. Isso vem sendo evidenciado há algum tempo por vários estudos que abordam o efeito de práticas *lean* no desempenho empresarial (por exemplo, BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; DEAN; SNELL, 1996; GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; HUDSON; NANDA, 1995; WHITE, 1993; WIENGARTEN et al., 2015).

A maioria dos estudos analisados na literatura mostra a relação positiva e estatisticamente significativa de adoção de práticas de *lean manufacturing* com o desempenho de empresas do setor industrial, localizadas tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento (por exemplo, GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; CHAVEZ et al., 2015; SHARMA; DIXIT; QADRI, 2015; DORA et al., 2014; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; BHASIN, 2013; CHEN; TAN, 2013; GHOSH, 2013; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013, HOFER; EROGLU; HOFER, 2012; FORRESTER et al., 2010; WHITE; PEARSON; WILSON, 1999; UPTON, 1998; WHITE, 1993). Entretanto, outras pesquisas também mostraram que não há relação entre a implementação do *lean manufacturing* com desempenho empresarial (ALCARAZ et al., 2014; GREEN JR. et al., 2014; FULLERTON; MCWATTERS; FAWSON, 2003; SWINK; NARASIMHAN; KIM, 2005; KADIPASAOGLU; PEIXOTO; KHUMAWALA, 1999; DEAN; SNELL, 1996; HUDSON; NANDA, 1995). Ou ainda, que a relação entre algumas práticas de *lean manufacturing* e desempenho das empresas mostrou-se estatisticamente negativa (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014; HONG; YANG; DOBRZYKOWSKI, 2014; BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; MATSUI, 2007).

Essas evidências empíricas deixam claro que mais pesquisas precisam ser realizadas para que possam avaliar efetivamente a relação entre a implementação de *lean manufacturing* e a melhoria ou não de indicadores de desempenho empresarial. Outra lacuna identificada no estudo da literatura, refere-se as características das regiões de localização das empresas objeto de análise. Visto que os estudos mostram a relação de implementação do *lean manufacturing* com desempenho empresarial em países em desenvolvimento, mas nenhum desses estudos focou uma região com baixo desenvolvimento econômico dentro desses países. É exatamente dentro deste contexto que o presente estudo está inserido, objetivando fornecer uma visão abrangente e detalhada quanto a relação de implementação do *lean* com o desempenho de empresas da indústria de transformação localizada em uma região de recursos escassos, dentre os quais, baixo valor agregado dos produtos, infraestrutura de transporte/logística insatisfatória, baixa qualificação técnica quanto ao *lean manufacturing*, distância dos principais fornecedores.

5.2 Revisão da literatura

Objetivando caracterizar a adoção das práticas *lean* e sua relação com desempenho, realizou-se a revisão sistemática de 84 artigos de *suveys* publicados em periódicos e

identificados nas bases de dados *Engineering Village*, *Scopus*, *Web of Knowledge* e *Google Scholar*. Dentre esses artigos, 38 analisaram o grau de adoção das práticas lean na indústria de transformação e 46 estudaram a relação das práticas lean com o desempenho das empresas. A análise e discussão desses estudos estão divididas nas Seções 2.1, 2.2 e 2.3, respectivamente.

5.2.1 Adoção de lean manufacturing na indústria ao redor do mundo

Conforme mapeamento sistemático da literatura, os países desenvolvidos que mais publicam estudos que discutem a aplicação de práticas *lean* por empresas industriais são os Estados Unidos da América (USA) (por exemplo, VELARDE; PIRRAGLIA; VAN DYK, 2011; MOAYED; SHELL, 2009; MATSON; MATSON, 2007; SHAH; WARD, 2007; GREEN JR.; INMAN, 2006; DOOLEN; HACKER, 2005; FULLERTON; MCWATTERS, 2002; EBRAHIMPOUR; WITHERS, 1993), a Espanha (por exemplo, FUENTES-MOYANO; DÍAZ-SACRISTÁN; JURADO-MARTÍNEZ, 2012; MARIONES et al., 2008; PÉREZ; SANCHEZ, 2000), o Reino Unido com os trabalhos de Wood et al. (2004) e Soriano-Meier e Forrester (2002). Além destes, duas pesquisas internacionais contemplaram os USA e alguns países da Europa e da Ásia (BORTOLOTTI; BOSCARI; DANESE, 2015; CLEGG et al., 2002).

Alguns desses estudos mostram que há variação no grau de adoção das práticas *lean* (por exemplo, FUENTES-MOYANO; DÍAZ-SACRISTÁN; JURADO-MARTÍNEZ, 2012; MARIONES et al., 2008; MATSON; MATSON, 2007; WOOD et al., 2004; FULLERTON; MCWATTERS, 2002; EBRAHIMPOUR; WITHERS, 1993). Essa variação no grau de adoção das práticas *lean* se deve ao tamanho das empresas pesquisadas, visto que as grandes empresas tendem a implementar um maior número de práticas *lean* comparadas as empresas de pequeno porte (DOOLEN; HACKER, 2005; CLEGG et al., 2002; SO; SUN, 2010). Assim como, o tipo de setor industrial também interferiu no grau de adoção das práticas *lean* (MARIONES et al., 2008; CLEGG et al., 2002). Outros estudos concluíram que conforme se intensifica a adoção das práticas *lean*, mais benefícios são compartilhados pelas empresas (MOAYED; SHELL, 2009; MATSON; MATSON, 2007; GREEN JR.; INMAN, 2006; FULLERTON; MCWATTERS, 2002; SORIANO-MEIER; FORRESTER, 2002). Nessa mesma direção, outros estudos mostram que a cultura organizacional contribui para a implementação bem sucedida de práticas *lean*, assim como a inovação e investimento em

P&D apresentam-se correlação positiva e estatisticamente significativa com a adoção de práticas *lean* (WIENGARTEN et al., 2015; CLEGG et al., 2002; PÉREZ; SANCHEZ, 2000).

Quanto ao volume de publicações que abordam a adoção de práticas *lean* pela indústria localizada nos países em desenvolvimento, destacam-se a Índia com os estudos de Panwar et al. (2015); Jasti e Kodali (2014); Thanki e Thakkar (2014); Kumar et al. (2013); Singh e Chauhan (2013); Chauhan e Singh (2012); Laosirihongthong e Dangayach (2005), em seguida a Malásia (por exemplo, GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; PUVANASVARAN et al., 2012; SALIMI; HADJALI; SOROOSHIAN, 2012; AHMAD; HASSAN; TAHA, 2004), o Brasil foi contemplado pelo estudo de Lucato et al. (2014) e pela pesquisa internacional de So e Sun (2010) que abrangeu um total de 17 países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Os resultados discutidos pelos estudos realizados nos países em desenvolvimento não se diferenciam muito em relação aos estudos realizados nos países desenvolvidos. Dentre esses resultados, destaca-se a variação do grau de adoção das práticas *lean* considerada pela maioria dos estudos (JASTI; KODALI, 2014; SINGH; CHAUHAN, 2013; YANG; YANG, 2013; YANG; YEH; YANG, 2012; LAOSIRIHONGTHONG; DANGAYACH, 2005; AHMAD; HASSAN; TAHA, 2004). Dentre as variáveis que interferiram no grau de adoção das práticas *lean*, tem-se o tipo de setor industrial, mostrados nos trabalhos de Lucato et al. (2014); Salimi, Hadjali e Sorooshian (2012) e Hum e Ng (1995). Entretanto, diferentemente de alguns estudos realizados nos países desenvolvidos, Lucato et al. (2014) e Oral; Mistikoglu e Erdis (2003) concluíram que o tamanho da empresa não apresentou relação com o grau de adoção das práticas *lean*. Outro resultado discutido por alguns estudos se refere a falta de qualificação profissional e experiência em *lean manufacturing* como as principais razões para não implementação de práticas *lean* (por exemplo, PANWAR et al., 2015; THANKI; THAKKAR, 2014; HOKOMA; KHANE; HUSSAIN, 2010; HOKOMA; KHANE; HUSSAIN, 2008).

5.2.2 *Relação da adoção de lean manufacturing com desempenho empresarial em países desenvolvidos*

Pode-se constatar na revisão da literatura realizada no presente trabalho que a grande maioria dos estudos que relacionam a adoção de *lean manufacturing* com desempenho empresarial foi realizado em países desenvolvidos (81% dos 46 artigos revisados). Dentre esses países, têm-se o USA (39%) e a China (8%) como os países que mais publicaram

estudos que relacionam a adoção de práticas *lean* com o desempenho empresarial na indústria. Entretanto, as pesquisas internacionais, que analisaram a indústria de vários países desenvolvidos, representam 34% dos 46 artigos revisados.

A maioria dos estudos revisados mostram que há relação positiva entre a adoção de práticas *lean* e desempenho operacional e financeiro (por exemplo, CHAVEZ et al., 2015; DORA et al., 2014; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; BHASIN, 2013; DORA et al., 2013; CHEN; TAN, 2013; HOFER; EROGLU; HOFER, 2012; FURLAN; VINELLI; PONT, 2011; FULLERTON; WEMPE, 2009; PONT; FURLAN; VINELLI, 2008; WARD; ZHOU, 2006; SHAH; WARD, 2003; CHONG; WHITE; PRYBUTOK, 2001; FULLERTON; MCWATTERS, 2001; MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001; CALLEN, 2000; KADIPASAOGLU; PEIXOTO; KHUMAWALA, 1999; WHITE; PEARSON; WILSON, 1999; UPTON, 1998; WHITE, 1993). Enquanto que outros estudos mostram que não há relação significativa entre a adoção de práticas *lean* e desempenho empresarial (por exemplo, GREEN JR. et al., 2014; FULLERTON; MCWATTERS; FAWSON, 2003; SWINK; NARASIMHAN; KIM, 2005; KADIPASAOGLU; PEIXOTO; KHUMAWALA, 1999; DEAN; SNELL, 1996; HUDSON; NANDA, 1995).

Quantos aos principais resultados elencados por esses estudos, destaca-se o de Wiengarten et al. (2015) que mostraram o efeito positivo e significativo de adoção das práticas *lean* com o desempenho empresarial nos países com alto índice de coletivismo e nas empresas com cultura organizacional orientada para o coletivismo. Outro resultado evidenciado na literatura refere-se a relação positiva de somente algumas práticas *lean* com o desempenho operacional (por exemplo, MARIN-GARCIA; BONAVIA, 2015; BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014; GAO; LOW, 2014; HONG; YANG; DOBRZYKOWSKI, 2014; BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; FULLERTON; WEMPE, 2009; MATSUI, 2007; MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001;), enquanto que outras práticas se relacionaram negativamente com o desempenho operacional (por exemplo, BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014; HONG; YANG; DOBRZYKOWSKI, 2014; BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; MATSUI, 2007). Furlan, Vinelli e Pont (2011), Taj e Morosan (2011), Cua, McKone e Schroeder (2001), Callen, Fader e Krinsky (2000) mostraram que o tamanho das empresas e o tipo de setor industrial não apresentaram nenhum impacto significativo da relação entre as práticas *lean* e o desempenho operacional.

5.2.3 Relação da adoção de *lean manufacturing* com desempenho empresarial em países em desenvolvimento e desenvolvimento de hipóteses

Em relação aos países em desenvolvimento, apenas 19% dos artigos revisados mediram o efeito de *lean manufacturing* no desempenho empresarial. Esses estudos estão sumarizados na Tabela 5.1.

Observando os parâmetros listados na Tabela 5.1, verifica-se que mais da metade (56%) desses estudos utilizaram como referência o modelo de práticas *lean* propostas por Shah e Ward (2003) ou Shah e Ward (2007). Tais práticas, estudadas por esses autores, foram relacionadas com indicadores de desempenho operacional (níveis de estoque, qualidade, produtividade, lead time, introdução de novos produtos, flexibilidade, satisfação de clientes, entre outros) e financeiro (custo unitário de produção, custos logísticos, rentabilidade e retorno sobre investimentos). Nessa relação, a maioria dos estudos mostram um efeito positivo e estatisticamente significativo do *lean manufacturing* no desempenho empresarial (por exemplo, SHARMA; DIXIT; QADRI, 2015; GHOSH, 2013; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013, FORRESTER et al., 2010). Entretanto, outros estudos utilizando da análise multivariada de dados mostram que algumas práticas de *lean manufacturing* não apresentaram evidências estatísticas de relação com desempenho empresarial, sugerindo que novas pesquisas sejam realizadas para que possa melhorar a compreensão em torno da presente relação (GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; ALCARAZ et al., 2014).

Tabela 5.1 – Estudos mapeados na literatura que relacionam a adoção de práticas *lean* com o desempenho empresarial nos países em desenvolvimento

Autor	País	Modelo de referênci estudado	Técnica estatística	Indicador de desempenho	Resultados alcançados
Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016)	BRA	10 práticas, Shah e Ward (2007)	Testes de Friedman; Coeficiente de concordância de Kendall; Correlação de Spearman; Análise Fatorial Exploratória; Análise Fatorial Confirmatória; Modelagem de Equações Estruturais.	Estoque de produto acabado; Estoque de matéria prima; Estoque em processo; Nível de estoque na cadeia de suprimento; Custo de transporte de saída; Custo de transporte de entrada; Custo logístico total; Custo de armazém da cadeia de suprimentos.	As PMEs estão sendo capazes de implementar práticas enxutas e, mesmo de forma fragmentada, essas práticas estão ajudando essas empresas a melhorar o desempenho operacional.
Sharma, Dixit e Qadri (2015)	IND	21 práticas, próprios autores	Teste do Qui-quadrado; Stepwise; Teste de Durbin-Watson.	Qualidade	As práticas de produção enxuta influenciaram as medidas de desempenho da qualidade e do potencial competitivo das cadeias de fornecimento de máquinas-ferramentas indianas.
Alcaraz et al. (2014)	MEX	5 práticas, Profeta (2003)	Teste do Qui-quadrado; Modelagem de Equações Estruturais; Estratificação de amostra aleatória.	Qualidade; Níveis de estoque; Custo unitário de produção.	As práticas <i>lean</i> apresentaram diferentes graus de implementação, algumas apresentando intensidade estatisticamente significativa e outras sem evidências comprovadas. Algumas práticas enxutas mostraram uma relação positiva e significativa sobre o impacto direto no desempenho de qualidade e custo e sobre os níveis de estoques, enquanto outras práticas não mostraram evidências estatísticas de impacto na qualidade e no desempenho dos custos.
Ghosh (2013)	IND	7 práticas, Shah e Ward (2003 e 2007)	Estatística descritiva; Análise de regressão.	Produtividade; <i>Lead time</i> ; Níveis de estoque; Tempo de <i>Setup</i> ; Redução de espaço; Custo unitário de produção.	Considerou-se positiva e significativa a relação entre práticas <i>lean</i> e desempenho operacional (OP). Todas as métricas de OP mostraram melhoria.
Nawanir, Teong e Othman (2013)	INA	9 práticas, Ahmad, et al. (2003); Ramarapu, et al. (1995); Shah e Ward (2007)	Estatística descritiva; Análise Fatorial Exploratória; Correlação linear; Estratificação de amostra aleatória.	Produtividade; Qualidade; Satisfação do cliente; Níveis de estoque; Entrega no prazo; Custo unitário de produção; Rentabilidade; <i>Markt share</i> .	A relação entre práticas <i>lean</i> e desempenho operacional (OP) foi considerada positiva e as práticas <i>lean</i> foram consideradas positivas e significativamente correlacionadas com medidas de OP e medidas de desempenho financeiro (FP). As medidas do OP contribuem coletivamente de forma significativa para cada uma das medidas do FP. As medidas de OP medem parcialmente a relação da implementação de práticas <i>lean</i> com medidas de FP.
Forrester et al. (2010)	BRA	9 práticas, Soriano-Meier e Forrester (2002)	Análise de correlação; ANOVA One-Way; Teste de Tukey; Análise de Cluster; Análise de regressão.	Rentabilidade; Retorno sobre investimento.	As empresas <i>Lean</i> apresentaram valores médios significativamente maiores do que as empresas tradicionais em relação à receita por empregado e ao volume de ativos da empresa.
Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010)	THA	13 práticas, Shah e Ward (2003)	Análise Fatorial Exploratória; ANOVA; Análise de regressão múltipla.	Produtividade; <i>Lead time</i> ; Satisfação do cliente; Custo unitário de produção.	As três construções <i>lean</i> foram significativamente relacionadas ao desempenho operacional (JIT mostrou maior relação em grandes empresas (LE) em relação às pequenas e médias empresas (SME), minimização de resíduos (WM) mostrou maior relação nas SMEs, e gestão de fluxo (FM) apresentou baixa relação em LEs e SMEs). As empresas estrangeiras têm maior significado em WM e FM, ea prática JIT foi altamente significativa para os três tipos de propriedade.
Lawrence e Hottenstein (1995)	MEX	4 práticas, Lawrence (1993)	Análise Fatorial Exploratória; Coeficiente de correlação; Modelo de Regressão Hierárquica.	Produtividade; Qualidade; <i>Lead time</i> ; Satisfação do cliente.	A associação entre JIT e desempenho financeiro foi considerada positiva e altamente significativa. A relação foi influenciada pela dimensão da empresa, setor industrial, tipo de operação e nacionalidade dos gestores.

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Ainda em relação aos estudos relacionados na Tabela 5.1, têm que:

- a. Três estudos foram realizados no Brasil: Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016) analisaram uma amostra de 52 MPEs localizadas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil e concluíram que o *lean manufacturing* impacta positiva e significativamente no desempenho operacional das empresas pesquisadas. Esse efeito de *lean manufacturing* materializa-se por meio de três práticas *lean* (controle estatístico do processo, envolvimento do trabalhador e TPM) das 10 do modelo de Shah e Ward (2007). Forrester et al. (2010) contemplaram 37 empresas do setor de máquinas e implementos agrícolas em suas análises, também do Estado de São Paulo, e mostram como resultado que o *lean manufacturing* contribui para a melhoria do desempenho dessas empresas;
- b. Dois estudos exploraram a indústria localizada no México: Alcaraz et al. (2014) mostram que as práticas *lean* impactam positivamente no desempenho de qualidade e custos de 159 empresas do setor de máquinas e equipamentos. Também com efeito positivo e estatisticamente significativo entre JIT e desempenho financeiro foi apontado por Lawrence e Hottenstein (1995) por meio das análises em 124 empresas de quatro setores da indústria de transformação;
- c. Dois artigos direcionaram suas análises para a indústria localizada na Índia: Sharma, Dixit e Qadri (2015) estudaram 100 empresas do setor de máquinas e equipamentos e mostram o efeito positivo das práticas *lean* no desempenho de qualidade. O mesmo resultado positivo e estatisticamente significativo entre práticas *lean* e desempenho operacional de 79 empresas foi mostrado por Ghosh (2013);
- d. Um estudo foi realizado na Indonésia: Nawanir, Teong e Othman (2013) observaram 139 empresas da indústria de transformação e apontaram que o *lean manufacturing* apresenta efeito positivo e estatisticamente significativo em medidas de desempenho operacional e financeiro; e
- e. Um estudo desenvolvido na Tailândia: Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010) concluíram que as práticas *lean* contribuem positivamente com o desempenho operacional, conforme análises em 187 empresas de quatro setores diferentes da indústria de transformação.

Conforme o estudo da literatura percebe-se a pequena quantidade de artigos direcionados aos países em desenvolvimento que mostram o efeito de *lean manufacturing* no

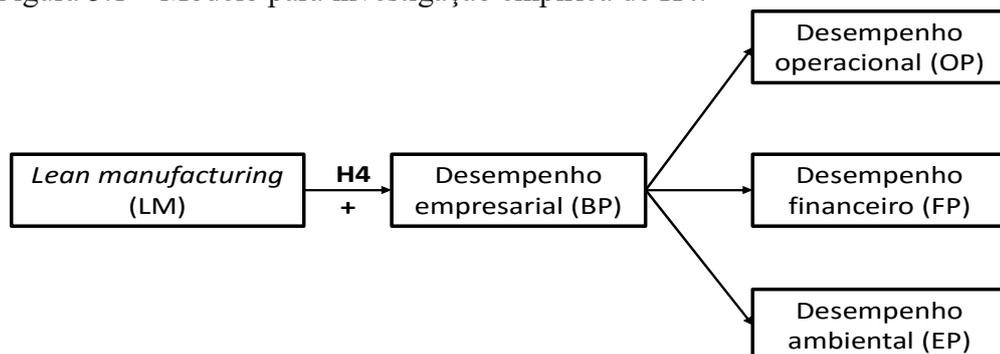
desempenho empresarial. Além disso, esses estudos não contemplaram as regiões de economias menos desenvolvidas desses países. Por exemplo, os trabalhos de Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016) e Forrester et al. (2010) focaram a indústria localizada nas Regiões mais desenvolvidas do Brasil. Enquanto que Sharma, Dixit e Qadri (2015) na Índia e Alcaraz et al. (2014) no México analisaram um único setor (máquinas e equipamentos) da indústria de transformação, sem citar as características estruturais da região de localização. Isso também ocorreu com os trabalhos de Ghosh (2013); Nawanir, Teong e Othman (2013); Rhams, Laosirihongthong e Sohal (2010) e Lawrence e Hottenstein (1995), em que as características das regiões de localização das empresas pesquisadas não foram descritas, uma vez que isso não era o foco desses trabalhos. Além disso, observa-se nesta revisão da literatura nos países em desenvolvimento, que os estudos não abordaram os indicadores de desempenho ambiental, da indústria de transformação, na relação com as práticas *lean*.

Essas evidências presentes na literatura mostram que há uma lacuna que precisa ser contemplada, referente as análises do efeito do *lean manufacturing* no desempenho empresarial, quer seja operacional, financeiro e ambiental, da indústria localizada em regiões com características de baixo valor agregado dos produtos, infraestrutura logística insatisfatória, baixa qualificação técnica quanto ao *lean manufacturing*, distância dos principais fornecedores, dentre outras. Dessa forma, esta pesquisa mostra-se importante para o preenchimento de tal lacuna por meio de evidências empíricas formulada pela hipótese H4:

H4: A implementação do lean manufacturing na indústria de transformação localizada em regiões de economias menos desenvolvidas de um país em desenvolvimento tem efeito positivo no desempenho empresarial.

A investigação empírica de H4 ocorreu conforme o modelo da Figura 5.1.

Figura 5.1 – Modelo para investigação empírica de H4.



Fonte: Do Autor (2016).

5.3 Método de pesquisa

Para testar a hipótese estabelecida neste estudo, analisou-se um conjunto de dados primários para caracterizar a implementação de práticas *lean* na indústria de transformação, as medidas de desempenho operacional, financeiro e ambiental, e a relação de *lean manufacturing* com o desempenho organizacional.

Esta Seção está organizada com a amostra e procedimento de coleta de dados na Seção 5.3.1, em seguida, a descrição do instrumento de coleta de dados de pesquisa na Seção 5.3.2, e por fim, os procedimentos para realização da análise de dados na Seção 5.3.3.

5.3.1 Amostra e procedimentos de coleta de dados

A população deste estudo concentra-se na indústria de transformação localizada na Região Metropolitana de Belém/PA, Região Amazônica do Brasil, totalizando 1387 empresas.

O questionário foi administrado pela Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), cuja base de filiação empresarial foi considerada particularmente adequada para o propósito desta pesquisa. A aplicação do questionário ocorreu entre os meses de setembro a dezembro de 2014, enviado via e-mail as 1387 empresas acompanhada de uma carta de apresentação discorrendo sobre o propósito da pesquisa e a utilização dos dados informados somente para fins científicos.

Do total de e-mails enviados inicialmente, 62 retornaram acusando destinatário inválido. Ao passar um mês do envio do questionário às empresas, encaminhou-se outro e-mail lembrando que a equipe de pesquisadores estaria aguardando o questionário devidamente preenchido. O mesmo procedimento foi repetido por mais duas vezes, sempre anexando o questionário na mensagem eletrônica, seguindo recomendações de métodos de pesquisas realizadas pela *internet* (DILLMAN, 2000). Em dezembro de 2014, após o terceiro lembrete enviado por e-mail, foram contabilizados 217 questionários retornados preenchidos completamente e considerados válidos para a pesquisa, após análise das respostas. A taxa de resposta da pesquisa foi de 16,4% da população. Essa taxa se assemelha a outros estudos de pesquisa de grande escala em gestão de operações (por exemplo, BRAUNSCHEIDEL; SURESH, 2009; HULT; KETCHEN; ARRFELT, 2007; BARDHAN; MITHAS; LIN, 2007).

5.3.2 Medidas incluídas no instrumento de pesquisa

A descrição das medidas do instrumento de pesquisa está organizada em dois grupos: caracterização das empresas e respondentes, e práticas *lean* e indicadores de desempenho.

5.3.2.1 Caracterização das empresas e respondentes

As características das empresas pesquisadas constam na Tabela 5.2. Ao todo foram mapeados 16 setores da indústria de transformação, com predominância para os fabricantes de produtos alimentícios (27%) e produtos de madeira (15%), dentre outros. A tipologia produtiva principal adotada pela maioria das empresas (81,6%) é a produção para estoque (*make to stock* – MTS). Quanto ao tamanho das empresas medido pelo número de funcionários (segundo o IBGE (2015), pequenas empresas empregam menos de 100 funcionários, as médias empresas ocupam até 500 pessoas e as grandes empresas geram mais de 500 empregos), observa-se que 72% das empresas são de pequeno porte.

Table 5.2 – Caracterização das empresas.

Setor industrial	n	%	Processo	n	%	Funcionários	n	%
Produtos alimentícios	58	27	MTS	177	81.6	Até 19	37	17
Bebidas	14	6.5	MTO	32	14.7	20 a 99	120	55
Produtos de madeira	32	15	ETO	8	3.7	100 a 499	48	22
Produtos químicos	14	6.5				Mais de 500	12	6
Produtos de borracha e de material plástico	16	7						
Produtos de minerais não metálicos	26	12						
Produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	24	11						
Outros*	33	15						
Total	217	100	Total	217	100	Total	217	100

*produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, couros e artefatos de couro, celulose, papel e produtos de papel, produtos farmoquímicos e farmacêuticos, metalurgia, máquinas e equipamentos, outros equipamentos de transporte exceto veículo automotores, produtos diversos.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

As características dos respondentes constam na Tabela 5.3. A maioria dos entrevistados ocupam cargos gerenciais (82%) e de supervisão (12%), no departamento de produção (83,4%). Acumuladamente, 79% de todos os entrevistados estão em suas respectivas empresas por mais de cinco anos. Com base nessas características, os entrevistados foram considerados qualificados para completar esta pesquisa.

Tabela 5.3 – Caracterização dos respondentes.

Nível hierárquico	n	%	Departamento	n	%	Tempo de atuação	n	%
Analista	3	1	Compras	1	0.5	Menos de 1 ano	8	4
Engenheiro	3	1	Qualidade	13	6	De 1 a 3 anos	8	4
Gerente	177	82	Planejamento	3	1.4	De 3 a 5 anos	29	13
Supervisor	25	12	Logística	14	6.5	De 5 a 7 anos	68	31
Diretor	9	4	Engenharia	5	2.2	De 7 a 10 anos	58	27
			Produção	181	83.4	Mais de 10 anos	46	21
Total	217	100	Total	217	100	Total	217	100

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

5.3.2.2 Práticas lean e indicadores de desempenho

Pesquisas empíricas anteriores elencaram um grande número de práticas *lean*. White e Ruch (1990) identificaram dez elementos *lean* e posteriormente, White, Ohja e Kuo (2010)

agregaram-nas em quatro práticas enxutas (qualidade de conformidade, confiabilidade de entrega, flexibilidade de volume, baixo custo). Panizzolo (1998) agregou 48 elementos operacionais *lean* em seis práticas (processos e equipamentos, planejamento e controle da produção, recursos humanos, projeto do produto, relações com fornecedores, relacionamento com clientes). Shah e Ward (2003) categorizaram 22 elementos em quatro práticas *lean* (*just in time*, manutenção produtiva total, gestão da qualidade total, gestão de recursos humanos). Shah e Ward (2007) propuseram 41 elementos chave que refletem um conjunto abrangente de dez práticas *lean* (*feedback* de fornecedor, entrega JIT pelos fornecedores, desenvolvimento de fornecedores, envolvimento do cliente, processo puxado, fluxo contínuo, tempo de setup, controle estatístico do processo, envolvimento do trabalhador, manutenção produtiva total).

Para realização deste estudo utilizou-se o modelo desenvolvido por Shah e Ward (2007), adaptado por Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016) em 45 elementos operacionais agrupados em 10 práticas *lean* (Apêndice A – questionário de pesquisa, blobo 2). Tal escolha se deve em função desse modelo ser o mais utilizado e evidenciado na abrangente revisão da literatura disponibilizada no presente capítulo. Todos os elementos operacionais que compõem as práticas *lean* foram respondidos em uma escala *Likert* de sete pontos que variaram de (1) “discordo totalmente” a (7) “concordo totalmente”.

Os indicadores de desempenho investigado no presente estudo estão disponíveis no Apêndice A – questionário de pesquisa, blobo 3. A escolha de tais medidas de desempenho é proveniente da revisão da literatura que mostra o efeito de *lean* no desempenho empresarial (Seção 2.3). Sobretudo os estudos que evidenciam a relação de *lean manufacturing* com desempenho operacional (por exemplo, GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; DORA et al., 2013; GHOSH, 2013; MATSUI, 2007), financeiro (por exemplo, CHAVEZ et al., 2015; DORA, et al., 2014; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013; INMAN et al., 2011; YANG; HONG; MODI, 2011) e ambiental (por exemplo, YANG; HONG; MODI, 2011). Todos os indicadores de desempenho foram respondidos em uma escala *Likert* de 7 pontos: (1) piorou mais de 50%; (2) piorou entre 30% a 50%; (3) piorou entre 10% a 30%; (4) permaneceu o mesmo; (5) melhorou entre 10% a 30%; (6) melhorou entre 30% a 50%; (7) melhorou mais de 50%”. Este tipo de escala foi utilizada por outros estudos, por exemplo, Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016); Yang, Hong e Modi (2011).

5.3.3 *Análise dos dados*

Inicialmente os 45 elementos operacionais das práticas *lean* foram avaliados quanto aos diferentes níveis de adoção pelas empresas pesquisadas e se os mesmos são significativamente implementados de forma holística seguindo os preceitos do *lean manufacturing*. Para tal, usou-se um teste não paramétrico (teste de Friedman). Esse teste tem o intuito de comparar tratamentos, ou variáveis, observados mais de uma vez em uma mesma unidade experimental (FRIEDMAN, 1937).

Visando avaliar a estrutura de dependência entre os 45 elementos *lean* e as onze medidas de desempenho, utilizou-se a Análise Fatorial Exploratória (EFA). Segundo Johnson e Wichern (1998), essa análise tem como principal objetivo descrever a variabilidade de um conjunto de dados utilizando um número menor de variáveis não observáveis, denominados fatores comuns ou variáveis latentes. Neste modelo, parte da variabilidade dos dados é atribuída aos fatores comuns e a restante às variáveis que não foram incluídas no modelo, ou seja, o erro aleatório.

Como método de extração dos fatores na EFA, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (CPA) considerando a variância total dos dados. Para seleção do número de fatores a serem utilizados, considerou-se, segundo Hair et al. (2006): (i) Critério da raiz latente (seleção de fatores que possuam autovalor > 1); e (ii) Critério de percentagem de variância explicada (seleciona-se o número de fatores que atingem ou superam um valor mínimo fixado para variabilidade total explicada).

Na interpretação dos fatores na EFA, considerou-se a estimativa da matriz fatorial, a rotação fatorial (oblíqua promax que permite que os fatores sejam correlacionados), e por fim a interpretação e reespecificação de fatores após a rotação fatorial objetivando visualizar a estrutura de práticas que corresponde ao modelo implementado pelo objeto pesquisado e os grupos de indicadores de desempenho considerados pelo mesmo objeto.

Com os fatores determinados, os mesmos foram submetidos a análise de confiabilidade segundo o Alfa de *Cronbach* (CA) e a Correlação Total do Item Corrigido (CITC) para verificar se esses constructos são consistentes medindo a mesma dimensão. O valor considerado bom para CA está entre 0,7 a 0,8, e quanto mais próximo de 1, maior a fidedignidade das dimensões do constructo (KLINE, 2005; FIELD, 2005). O CITC mede o quão cada elemento se correlaciona com seu fator (constructo ou prática *lean* e desempenho), sendo recomendáveis valores $> 0,3$ para cada medida/elemento (FIELD, 2005).

Utilizou-se também a Análise Fatorial Confirmatória (CFA) para verificar a validade discriminante e convergente dos constructos e, por conseguinte, o caminho de implementação

das práticas *lean*. A validade discriminante refere-se ao grau em que os fatores são distintos e não correlacionados, sendo que a regra é que os elementos medidos devem relacionar-se mais fortemente ao seu próprio fator que a outro fator, e a validade convergente significa que as variáveis dentro de um fator são altamente correlacionadas (HAIR et al., 2006).

Problemas de validade convergente indicam que os elementos não se correlacionam bem uns com os outros dentro de um mesmo fator, ou seja, a variável latente (fator) não explica bem seus elementos operacionais observados. Problemas de validade discriminante indicam que os elementos se correlacionam mais fortemente com os elementos fora de seu fator do que com os elementos dentro, ou seja, a variável latente é mais bem explicada por outros elementos (de um fator diferente) que por seus próprios elementos operacionais.

Após comprovada a validade dos constructos, avaliou-se a validade do modelo de mensuração/medição (caminho de implementação das práticas *lean*) por meio de índices de qualidade de ajustes absoluto e incremental pelo método da máxima verossimilhança. As medidas de qualidade de ajuste busca comparar a teoria (manufatura enxuta) com o modelo de mensuração representado pelos dados coletados.

No modelo de mensuração das práticas *lean*, inseriu-se a variável latente de segunda ordem “*lean manufacturing* – LM”, fazendo o mesmo com o desempenho, inseriu-se a variável latente de segunda ordem chamada “desempenho empresarial (BP)”. Após, relacionou-se LM com BP buscando testar tal modelo estrutural quanto ao impacto de *lean* no desempenho das empresas. O método de estimação utilizado foi o de Máxima Verossimilhança para a Modelagem de Equações Estruturais. Procedimento semelhante adotado por outros autores (por exemplo, BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; FULLERTON; WEMPE, 2009; CHONG; WHITE; PRYBUTOK, 2001). Todas as análises foram realizadas por meio do software IBM SPSS 20 e pelo software AMOS. O nível de significância para todos os testes foi de 5%. Assim, pelo *p-valor* obtido em cada teste rejeitou-se a hipótese testada quando o *p-valor* < 0,05.

5.4 Resultados e discussão

A apresentação e discussão dos resultados da presente pesquisa proveniente das análises estatísticas realizadas estão organizadas na Seção 5.4.1 (a implementação do *lean manufacturing* na região estudada) e na Seção 5.4.2 (o impacto de *lean manufacturing* no desempenho empresarial – hipótese H4

5.4.1 A implementação do lean manufacturing na região estudada

Inicialmente, por meio da estatística descritiva comparou-se a utilização mediana de cada medida/elemento que compõe as práticas enxutas. O *ranking* foi validado pelo teste de Friedman. Os resultados estão na Tabela 5.4. Pelo *p-valor* < 5% do teste de Friedman, rejeita-se a hipótese nula de que a soma dos *ranks* são iguais. Ou seja, há variação no grau de adoção dos elementos chave que compõe cada prática *lean*, pelas empresas pesquisadas.

Buscando identificar se as somas dos *ranks* são todas diferentes significativamente, realizou-se a análise *post hoc* para o teste de Friedman considerando a diferença crítica = 1094,46 para os dados da pesquisa (SIEGEL; CASTELLAN, 1988). Logo, se a diferença entre as somas dos *ranks* para cada par analisado for maior que a diferença crítica, tem-se diferença significativa, caso contrário, é considerada não significativa. Assim sendo, constatou-se que existe diferença significativa entre 666 (67%) comparações do total de 990. A matriz de cálculo da análise *post hoc* do teste de Friedman está disponível no Apêndice F da presente tese.

Com base na análise *post hoc* do teste de Friedman há evidências estatística suficiente para afirmar que os elementos são adotados com diferentes graus de importância.

Diante dessa variação na adoção dos elementos *lean*, verificou-se se há alguma estrutura subjacente que possa melhorar a compreensão de implantação do *lean*. Isso foi feito por meio da análise fatorial exploratória (EFA).

Tabela 5.4 – Estatística descritiva e ANOVA de Friedman.

Operating element of lean practices	Code	Sum of Rank*	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Frequency (%)						
									1	2	3	4	5	6	7
We frequently are in close contact with our customer	Custinv_1	8165,0	5,79	6	6	1,084	2	7	0,0	0,9	4,7	7,8	8,6	20,6	28,6
We maintain al our equipment regularly	TPM_2	7686,0	5,46	5	7	1,397	1	7	0,5	1,4	6,9	17,5	24,4	15,7	33,6
We frequently are in close contact with our suppliers	Suppfeed_1	7586,5	5,50	5	5	1,143	1	7	0,5	0,9	3,2	8,3	42,4	20,3	24,4
We give our suppliers feedback on quality and delivery performance	Suppfeed_4	7141,0	5,16	5	6	1,321	1	7	0,9	2,8	8,3	14,7	29,0	29,5	14,7
Our customers give us feedback on quality and delivery performance	Custinv_3	7069,0	5,10	5	6	1,282	1	7	1,4	3,2	5,1	18,9	27,6	33,6	10,1
We strive to stablish long-term relationship with our suppliers	Suppfeed_5	7060,5	5,14	5	5 ^a	1,292	1	7	0,5	2,3	8,3	18,4	27,6	27,6	15,2
We take active steps to reduce the number of suppliers in each category	Suppdvt_4	6976,5	5,00	5	6	1,403	1	7	0,9	2,3	14,7	16,1	24,9	26,3	14,7
Pace of production is directly linked with the rate on customer demand	Flow_5	6951,5	5,11	5	6	1,231	1	7	0,9	0,0	8,8	24,0	21,2	34,1	11,1
We regularly conduct customer satisfaction surveys	Custinv_7	6691,0	4,79	5	6	1,815	1	7	6,9	5,5	13,4	14,3	15,2	24,9	19,8
We maintain excellent records of all equipment maintenance related activities	TPM_3	6517,0	4,71	5	5	1,570	1	7	3,7	7,8	7,8	20,7	27,6	18,9	13,4
Low supply lead times prevent responding quickly to customer requests	SMED_4	6309,5	4,78	5	4	1,603	1	7	5,5	3,7	6,5	28,6	18,4	21,7	15,7
Equipment is grouped to produce a continuous flow of families of products	Flow_3	6143,5	4,53	5	5	1,596	1	7	5,5	6,0	12,9	19,8	27,6	17,1	11,1
We dedicate a portion of everyday to planned equipment maintenance related activities	TPM_1	6134,5	4,46	4	7	1,965	1	7	5,1	19,8	7,4	19,4	11,1	14,7	22,6
We have corporate level communication on important issues with key suppliers	Suppdvt_3	5918,5	4,47	5	5	1,767	1	7	3,7	14,3	15,7	11,5	21,2	19,4	14,3
Large numbers of equipment / process on shop floor are currently under SPC	SPC_1	5790,0	4,29	4	6	1,717	1	7	4,1	17,5	9,7	22,6	14,3	23,0	8,8
Families of products determine our factory layout	Flow_4	5738,5	4,28	5	5	1,633	1	7	6,9	9,7	12,9	19,4	30,4	11,5	9,2
Production is "pulled" by the shipment of finished goods	Pull_1	5730,5	4,28	4	4	1,823	1	7	15,7	1,4	9,7	24,0	20,3	19,8	9,2
Our suppliers frequently visit our plants	Suppfeed_2	5700,5	4,37	4	5	1,599	1	7	2,3	13,8	13,4	20,7	26,7	11,1	12,0
Our customers frequently share current and future demand information with marketing department	Custinv_6	5619,0	4,25	5	5	1,667	1	7	9,7	6,0	14,7	19,4	27,6	14,7	7,8
Production at stations is "pulled" by the current demand of the next station	Pull_2	5543,5	4,14	4	6	1,922	1	7	18,4	3,7	10,1	18,9	19,4	21,2	8,3
We frequently visit our supplier's plants	Suppfeed_3	5508,5	4,16	4	5	1,568	1	7	1,8	17,1	16,1	20,3	27,6	6,9	10,1
Products are classified into groups with similar routing requirements	Flow_2	5456,0	4,20	4	5	1,597	1	7	8,3	6,5	15,7	20,3	34,6	5,1	9,7
Our customers frequently visit our plants	Custinv_2	5143,5	3,83	3	2	1,772	1	7	6,5	24,4	19,4	9,2	14,3	22,1	4,1
We evaluate suppliers on the basis of total cost and not per unit price	Suppdvt_6	5042,5	3,90	4	4	1,651	1	7	11,5	10,1	11,1	34,6	16,1	9,7	6,9
Shop-floor employees are key to problem solving teams	HRM_1	4846,0	3,72	3	3	1,721	1	7	6,0	22,1	24,9	18,4	6,0	14,7	7,8
Products are classified into groups with similar processing requirements	Flow_1	4574,5	3,66	4	1	1,947	1	7	23,0	9,7	8,3	21,2	22,6	5,1	10,1
We post equipment maintenance records on shop floor for active sharing with employees	TPM_4	4539,0	3,58	3	3	1,741	1	7	11,1	17,5	25,3	20,7	10,6	3,7	11,1
Extensive use of statistical techniques to reduce process variance	SPC_2	4437,0	3,54	4	1	1,871	1	7	23,5	7,8	15,2	21,7	12,9	14,3	4,6
Our customers are directly involved in current and future product offerings	Custinv_5	4432,0	3,50	3	3	1,564	1	7	4,6	26,3	30,4	11,5	11,1	12,9	3,2
Our suppliers are contractually committed to annual cost reductions	Suppdvt_1	4145,5	3,39	3	1	1,914	1	7	22,6	17,1	17,1	7,8	18,0	12,4	5,1
Our customers are actively involved in current and future product offerings	Custinv_4	3960,0	3,21	2	2	1,756	1	7	8,8	46,1	9,2	7,8	12,0	12,0	4,1
Our employees practices setups to reduce the time required	SMED_1	3690,5	3,05	3	2	1,673	1	7	17,1	26,7	23,5	17,1	6,5	0,9	8,3
Suppliers are directly involved in the new product development process	SuppJIT_1	3529,5	3,06	3	1	1,829	1	7	31,3	11,5	15,7	17,1	15,2	4,1	5,1
Shop-floor employees drive suggestion programs	HRM_2	3524,5	3,00	2	2	1,736	1	7	18,0	35,9	12,4	12,4	7,4	10,1	3,7
Our key suppliers are located in close proximity to our plants	Suppdvt_2	3455,5	2,83	3	2 ^a	1,535	1	7	21,7	25,3	25,3	13,8	6,5	4,6	2,8
We are working to lower setup times in our plant	SMED_2	3396,0	2,92	3	2	1,418	1	7	12,0	34,6	25,3	15,7	5,1	5,1	2,3
We have low setup times of equipment in our plant	SMED_3	3316,5	2,87	3	2	1,543	1	7	18,4	28,1	27,6	11,1	7,8	2,3	4,6
Shop-floor employees lead product / process improvement efforts	HRM_3	3232,5	2,87	2	2	1,602	1	7	17,1	39,6	12,0	13,4	9,7	5,1	3,2
We conduct process capability studies before product launch	SPC_5	3184,5	2,78	2	1	1,978	1	7	44,2	9,7	10,6	14,3	6,0	10,6	4,6
Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade	SPC_4	3017,0	2,61	2	1	1,967	1	7	47,5	10,6	13,8	10,6	2,8	8,3	6,5
We have a formal supplier certification program	SuppJIT_3	2846,0	2,56	2	1	1,750	1	7	37,8	22,1	18,0	3,7	10,1	3,7	4,6
Our key suppliers deliver to plant or JIT basis	SuppJIT_2	2735,5	2,47	2	1	1,622	1	7	40,1	14,3	26,3	6,9	6,0	2,8	3,7
Our key suppliers manage our inventory	Suppdvt_5	2528,5	2,31	2	1	1,464	1	7	37,8	23,0	24,9	7,8	0,5	2,8	3,2
Charts showing defects rates are used as tools on the shop floor	SPC_3	1891,5	1,79	1	1	1,630	1	7	73,7	6,5	7,4	4,1	0,5	3,2	4,6
We use a kanban, squares, or containers of signals for production control	Pull_3	1690,5	1,66	1	1	1,628	1	7	82,0	4,1	1,8	2,3	1,4	4,1	4,1

* n = 217; Chi-Square = 3494,88; df = 44; Asymp. Sig. = 0,000.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Executando a EFA considerando a extração dos fatores por Análise de Componentes Principais e com Rotação Oblíqua Promax, verificou-se que pelo critério da raiz latente retornou-se dez fatores explicando 76,82% da variabilidade total dos dados. O mesmo resultado foi obtido por Shah e Ward (2007). Isso aponta para a existência de variáveis latentes explicando o comportamento dos elementos *lean*. Entretanto, visando atender os pressupostos teóricos da EFA pelo procedimento de passo a passo (HAIR et al., 2006), observou-se que alguns elementos apresentaram problemas, em cada passo executado, dentre os quais: cargas cruzadas (por exemplo, Suppdevt_3 retornou no mesmo passo nas práticas *Feedback* de fornecedor e Gestão de recursos humanos, Pull_3 com cargas nas práticas Processo puxado, Controle estatístico do processo ou Desenvolvimento de fornecedores, Flow_5 nas práticas Troca rápida de ferramentas e Fluxo contínuo) e carga $\geq 0,5$ em um fator que não fazia sentido lógico segundo a teoria de *lean manufacturing* (por exemplo, SuppJIT_3 compondo a prática Gestão de recursos humanos, SuppJIT_1 com carga na prática Troca rápida de ferramentas em um passo, em outro passo na prática Desenvolvimento de fornecedores e em um outro na prática Processo puxado), levando a exclusão desses elementos e a execução novamente da EFA, procedimento semelhante adotados por Fullerton et al. (2014), até resultar na estrutura com 8 fatores visualizados na Tabela 5.5.

Com base nesses resultados, infere-se que para a indústria de transformação analisada o padrão de associação convergiu em uma estrutura latente com 8 constructos (fatores/práticas *lean*) que explica 87,4% da variabilidade total dos elementos, sendo cada elemento explicado pelo constructo em no mínimo 79% de sua variância (comunalidade), e cada elemento com cargas fatoriais $\geq 0,50$ em cada fator (HAIR et al., 2006).

Com relação à confiabilidade de cada prática, os resultados mostram alta confiabilidade com o menor CA igual a 0,848. Quanto ao CITC, todos os elementos de cada prática apresentam correlação superior a 0,613, o que reforça a formação do constructo por tais elementos.

Buscando melhorar essas análises, buscou-se o modelo de mensuração que representa a implementação do *lean* pela indústria pesquisada. Isto foi possível por meio da Análise Fatorial Confirmatória (CFA) a partir dos procedimentos de validade dos constructos e confirmação do modelo subjacente, gerado pela EFA, explicando melhor as correlações entre os constructos.

Tabela 5.5 – Rotação dos fatores, comunalidade e variância total explicada pelos fatores.

Elementos	Práticas lean*								Comunalidade
	HRM	Suppfeed	TPM	SMED	Flow	Pull	Custinv	SPC	
HRM_1	0,956	0,106	-0,111						,894
HRM_3	0,879			0,144					,937
HRM_2	0,870						0,110		,924
Suppfeed_3	0,149	0,970	-0,103	-0,335			0,109		,867
Suppfeed_5	-0,239	0,801		0,221	0,183				,836
Suppfeed_4	0,115	0,760		0,162		0,131		-0,199	,790
Suppfeed_2		0,611	0,337				-0,251	-0,403	,797
TPM_3			0,923	-0,102		-0,116		0,141	,882
TPM_2		0,180	0,802						,807
TPM_1		-0,257	0,787			0,410			,844
TPM_4	0,271	0,159	0,653		-0,278	-0,153	0,269	0,173	,864
SMED_3			-0,117	0,957				0,159	,919
SMED_2				0,949		0,112			,925
SMED_1	0,217			0,752		-0,178	0,246		,883
Flow_3					0,920			0,150	,867
Flow_2	0,283			-0,178	0,866		0,139	-0,247	,855
Flow_4	-0,143	0,159			0,803			0,264	,850
Pull_1						0,937			,929
Pull_2						0,911	0,142		,913
Custinv_5						0,149	0,950		,924
Custinv_4				0,178			0,919	-0,157	,944
SPC_4	0,194	-0,167	0,308		0,164			0,614	,789
SPC_5	0,367			0,117	0,151	0,149	-0,133	0,522	,870
Auto valor	9,194	2,763	2,170	1,760	1,445	1,317	0,875	0,587	20
Variância	39,975%	12,011%	9,433%	7,651%	6,285%	5,725%	3,802%	2,553%	87%

*Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization. Rotation converged in 7 iterations.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Por meio da CFA mediu-se a validade dos constructos oriundos da EFA. Os resultados estão disponíveis na Tabela 5.6. Todas as correlações entre os constructos foram positivas, ressaltando-se as correlações significativas de gestão de recursos humanos (HRM), manutenção produtiva/preventiva total (TPM), troca rápida de ferramentas (SMED) e controle estatístico do processo (SPC) com todos os demais constructos. A validade convergente foi verificada pela Variância Média Extraída (Average Variance Extracted – AVE) e pelo coeficiente de Confiabilidade Composta (Composite Reliability – CR), e a validade discriminante pelas medidas de AVE, Máximo de Variância Quadrada Compartilhada (Maximum Shared Squared Variance – MSV) e Média de Variância Quadrática Compartilhada (Average Shared Squared Variance – ASV). Em todos os constructos os índices foram satisfatórios (according to HAIR et al., 2006) indicando alta validade dos mesmos reforçando a estrutura latente gerada na EFA.

Tabela 5.6 – Validade dos fatores conforme a CFA.

Lean practices	CR	AVE	MSV	ASV	HRM	Suppfeed	TPM	SMED	Flow	Pull	Custinv	SPC
HRM	0,956	0,879	0,615	0,293	0,937*							
Suppfeed	0,868	0,624	0,368	0,177	0,476	0,790*						
TPM	0,882	0,655	0,381	0,211	0,599	0,607	0,809*					
SMED	0,930	0,815	0,415	0,178	0,644	0,386	0,302	0,903*				
Flow	0,881	0,714	0,397	0,184	0,512	0,524	0,425	0,357	0,845*			
Pull	0,939	0,885	0,295	0,140	0,401	0,216	0,315	0,338	0,197	0,940*		
Custinv	1,080	1,150	0,068	0,013	0,129	0,028	0,010	0,261	0,064	-0,003	1,072*	
SPC	0,855	0,748	0,615	0,306	0,784	0,418	0,617	0,532	0,630	0,543	-0,024	0,865*

*Square root of AVE

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Logo, foi concebido um modelo de mensuração que, com base nos dados coletados e analisados, representa o caminho de implementação da manufatura enxuta no objeto pesquisado. Buscando avaliar o quanto esse modelo real se ajusta à teoria *lean*, submeteu-se o mesmo aos índices de qualidade de ajustes, gerando os resultados da Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Medidas de qualidade de ajustes.

Medidas de qualidade	Medidas estatísticas	Valor observado	Valor recomendado para ajuste aceitável ou próximo*
	Teste χ^2	1166,067	No
Absoluto	Média da raiz quadrada do erro de aproximação (RMSEA)	0,1	\leq 0,08
	Média da raiz dos resíduos padronizados (SRMR)	0,07	\leq 0,1
	Índice de qualidade de ajuste (GFI)	0,71	$>$ 0,8
Incremental	Índice de ajuste comparativo (CFI)	0,804	$>$ 0,8
	Índice Tucker-Lewis (TLI)	0,8	$>$ 0,8
	Índice de ajuste incremental (IFI)	0,81	$>$ 0,8
Parcimônia	Índice parcimônia de ajuste normal (PNFI)	0,62	\geq 0,6
	Índice parcimônia de ajuste comparativo (PCFI)	0,64	\geq 0,6

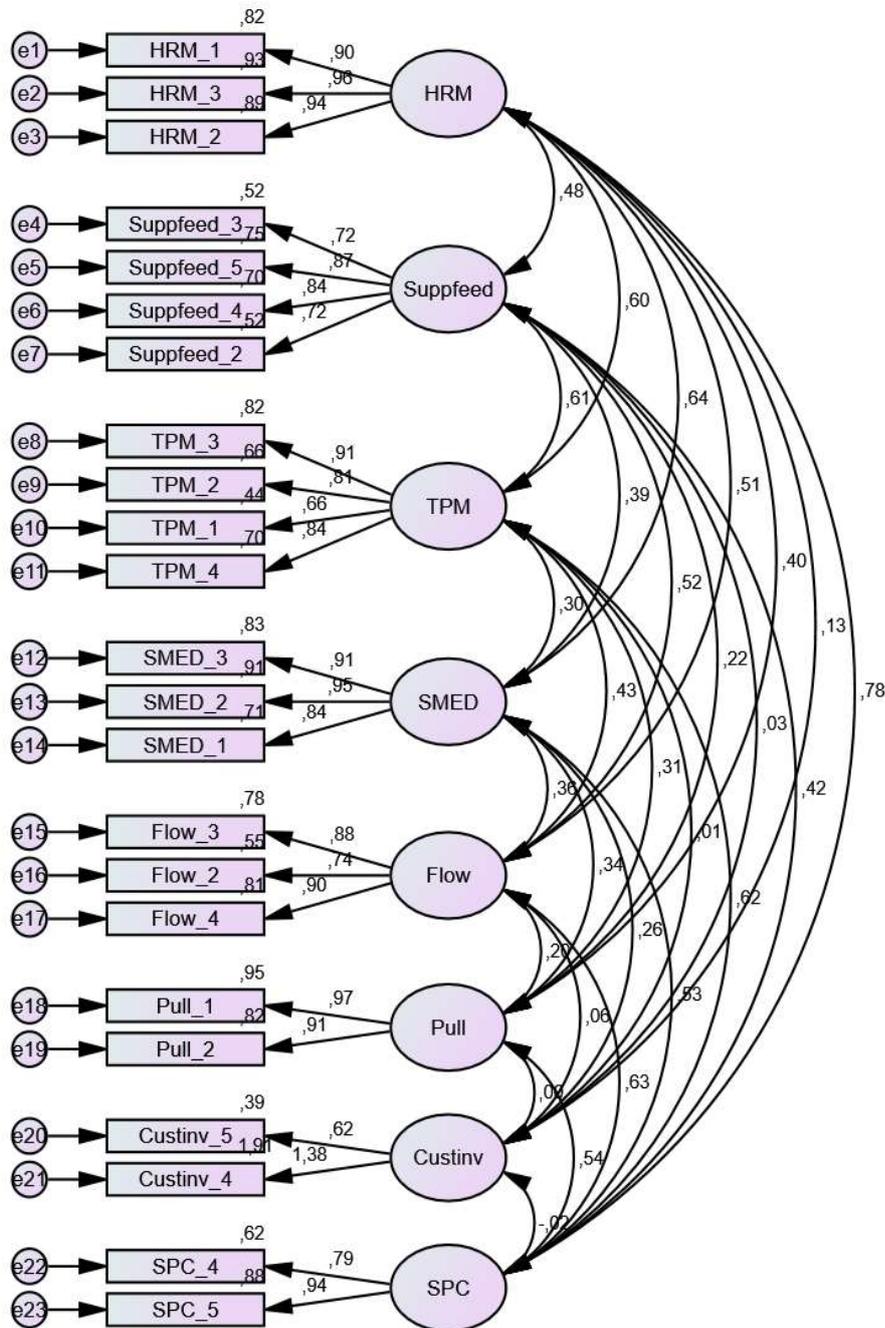
*Hair, et al. (2009).

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Verifica-se que as medidas de qualidade parcimoniosa (PNFI e PCFI) apresentaram índices satisfatórios. Enquanto que os índices de medidas de qualidade incremental (CFI, TLI e IFI) ficaram próximos ou melhores do que o mínimo necessário, indicando ajuste aceitável. Por fim, para os índices de medidas de qualidade absoluto, o SRMR foi satisfeito, o GFI apresentou valor marginal e a medida RMSEA não foi satisfeita. A medida RMSEA de 0,141 indica um ajuste razoável compatível com o resultado de Yang e Yang (2013). Para Browne e Cudeck (1993); Eskildsen e Dahlgard (2000) um valor \leq 0,1 de RMSEA quer dizer que é um erro razoável de aproximação, uma vez que esta medida leva em conta o tamanho da amostra e o número de itens no modelo (amostra de 217 e 45 itens, para a presente pesquisa). Entretanto, os resultados dos índices de ajuste de qualidade são compatíveis com os alcançados por outros estudos (por exemplo, CHEN; TAN, 2012; FURLAN; VINELLI; PONT, 2011; WIENGARTEN et al., 2015).

Admitindo que a qualidade de ajuste do modelo é aceitável, a Figura 5.2 representa a estrutura subjacente, ou seja, o caminho de implementação da manufatura enxuta na indústria pesquisada, passa pela adoção de seis práticas internas (troca rápida de ferramentas, gestão de recursos humanos, fluxo contínuo, manutenção produtiva/preventiva total, processo puxado e controle estatístico da qualidade), e por duas externas (*feedback* de fornecedor e envolvimento do cliente). Isso ratifica a adoção parcial do *lean* na indústria pesquisada.

Figura 5.2 – Caminho de implementação do *lean*.



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Comparando-se ao modelo proposto por Shah e Ward (2007) e evidenciado nos resultados de Hofer, Eroglu e Hofer (2012), as práticas *lean* “fornecimento JIT” e “desenvolvimento de fornecedores” não foram comprovadamente utilizadas no presente trabalho. As razões para não utilização dessas duas práticas se dá provavelmente em função de:

- a. As características da região do país onde essas empresas atuam. O estado do Pará, Região Amazônica, ocupa uma área de extensão territorial de aproximadamente 1,3 milhão de km², sendo maior que alguns importantes países europeus (por exemplo, Alemanha, Reino Unido, Espanha, Portugal e França) (IBGE, 2015);
- b. Os principais fornecedores estão localizados a uma grande distância de seus clientes;
- c. A falta de infraestrutura de transporte/logística da região. Esses fatores certamente dificultam/inviabilizam o fornecimento JIT, bem como, prejudicam em muito a adoção de medidas que visam a manutenção de abordagem cooperativa e o desenvolvimento dos fornecedores por parte dessas empresas.

5.4.2 *O impacto de lean manufacturing no desempenho empresarial (hipótese H4)*

Para avaliar a relação de adoção do *lean manufacturing* com o desempenho empresarial, buscou-se, primeiramente, avaliar a existência de correlações entre as medidas/indicadores de desempenho e a conseqüente formação de variáveis latentes que pudessem explicar tais medidas de desempenho. Isso foi possível a partir da utilização da EFA. A relação de indicadores de desempenho (variáveis manifestas) estão listadas no Quadro 5.1.

5.4.2.1 *Avaliando a estrutura de correlação dos indicadores de desempenho*

Executando a EFA para os indicadores de desempenho, considerando a extração dos fatores por Análise de Componentes Principais e com Rotação Oblíqua Promax, verificou-se que pelo critério da raiz latente retornou-se três fatores explicando 70% da variabilidade total dos dados. Isso aponta para a existência de variáveis latentes, aqui denominadas de Desempenho Operacional (OP), Desempenho Financeiro (FP) e Desempenho Ambiental (EP), explicando o comportamento dos indicadores de desempenho. O resultado da EFA consta na Tabela 5.8.

Quadro 5.1 – Relação de indicadores de desempenho.

Medidas de desempenho	Código
Vendas	Sales
Participação de mercado	Markshr
<i>Lead time</i>	LT
Pedido perfeito	Perford
Níveis de estoques de produtos acabados	FGS
Níveis de estoques de matéria-prima	RMS
Níveis de estoque de materiais em processo	WIP
Taxas de retrabalho	Rewrate
Rentabilidade	Profit
Consumo de materiais perigoso/nocivos/tóxicos	Conhazmat
Consumo de energia elétrica	Energy

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Tabela 5.8 – Rotação de fatores, comunidade e variância total explicada pelos fatores.

Indicator	Performance*			communality
	OP	FP	EP	
FGS	,910		-,180	0,771
WIP	,840			0,779
RMS	,833			0,689
Rewrate	,820	-,152		0,765
Perford	,749	,227		0,610
Lead time	,567	,232	,149	0,577
MKS		,875	,136	0,768
Sales	,106	,799	-,289	0,717
Profit		,773	,206	0,715
Conhazmat	-,143	,159	,880	0,786
Energy	,459	-,234	,522	0,509
Eigenvalue	5,178	1,381	1,126	7,685
Variance	47,076%	12,556%	10,237%	70%

*Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization. Rotation converged in 5 iterations.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

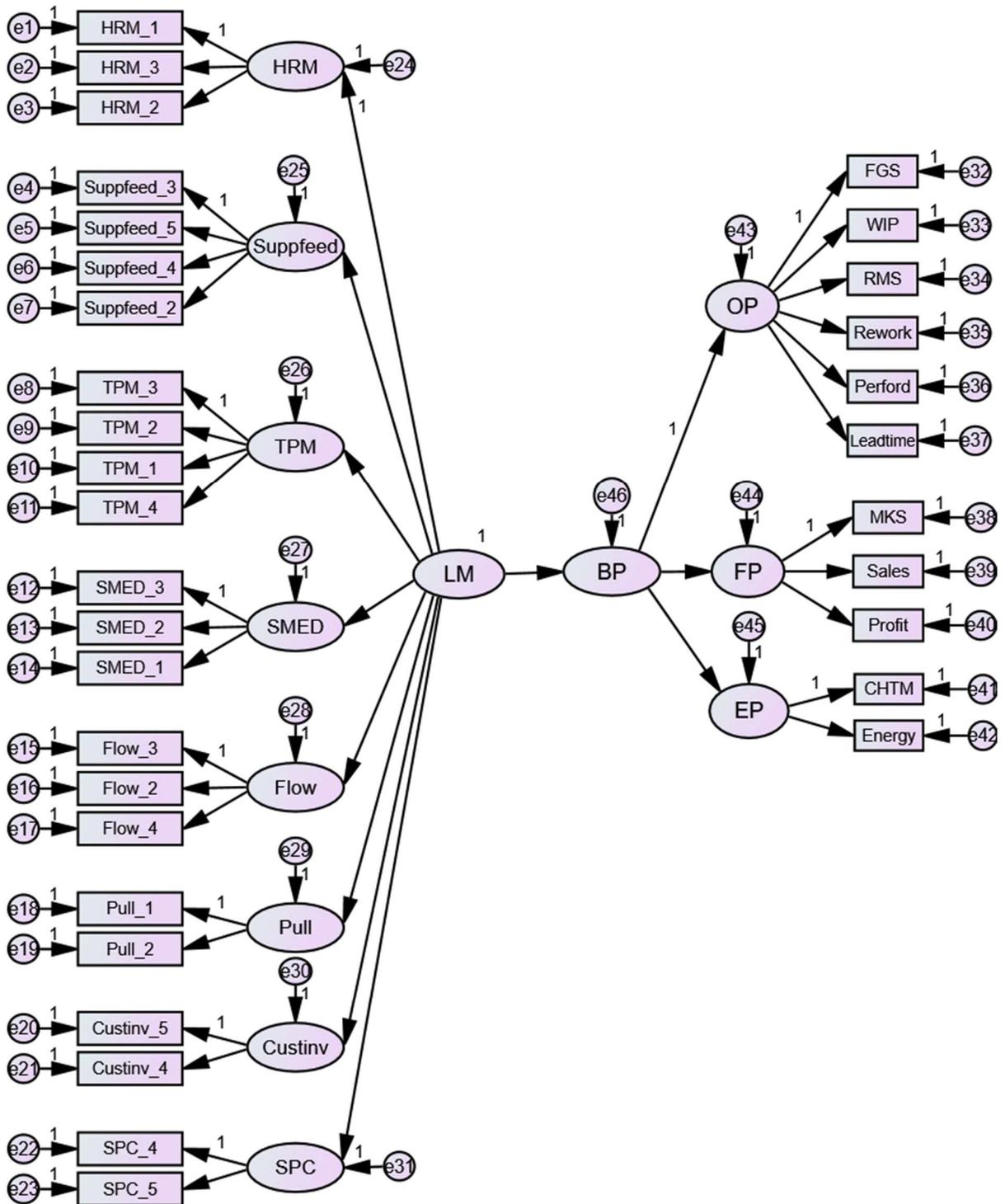
Essas variáveis latentes de primeira ordem (OP, FP e EP) foram consideradas para avaliar o modelo estrutural de inter-relação de *lean manufacturing* com o desempenho organizacional (Seção 5.4.2.2).

5.4.2.2 Avaliando o modelo estrutural de inter-relação de *lean* com o desempenho empresarial

No modelo de mensuração disponibilizado na Figura 5.2, foi inserido uma variável latente de segunda ordem chamada *lean manufacturing* (LM) que produz como efeito as práticas *lean*. O mesmo procedimento foi adotado com o desempenho. Neste caso, a variável latente de segunda ordem foi chamada de Desempenho Empresarial (BP) que gera suas

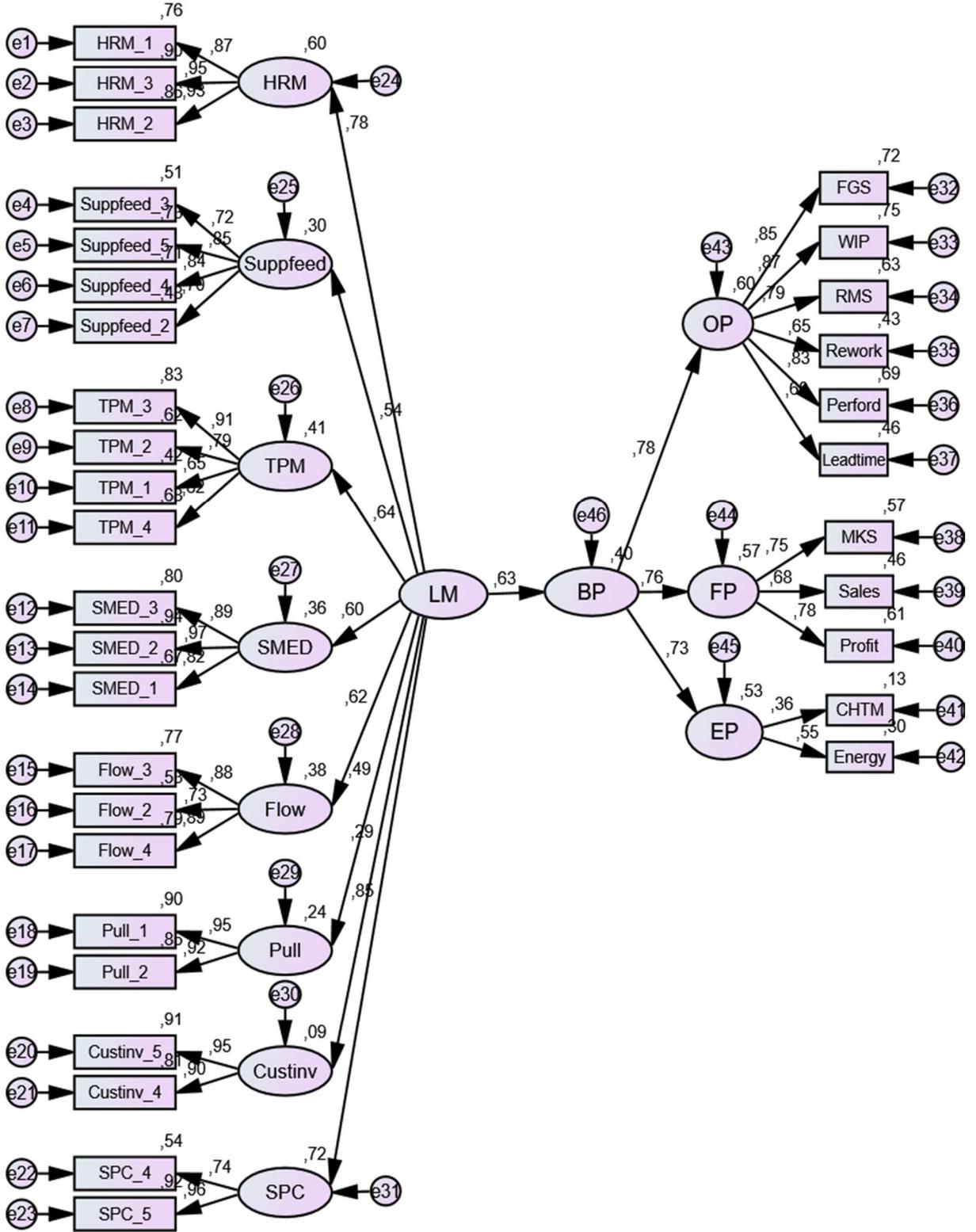
respectivas variáveis latentes de primeira ordem OP, FP e EP. O modelo estrutural a ser testado está disponível na Figura 5.3.

Figura 5.3 – Modelo estrutural de impacto da adoção do *lean manufacturing* no desempenho das empresas.



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Figura 5.4 – Resultado do modelo estrutural de impacto da adoção do *lean manufacturing* no desempenho das empresas.



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A validade convergente dos constructos foi verificada pela AVE e pelo coeficiente CR, disponíveis na Tabela 5.9. Logo, para a variável latente de segunda ordem *Lean Manufacturing* (LM) o valor de AVE foi $< 0,5$, no entanto, próximo deste limite. E para a variável latente de primeira ordem Desempenho Ambiental (EP) o valor de CR $< 0,7$ e o valor de AVE $< 0,5$ sinalizam para a não validação de tal constructo. Em todos os demais constructos os índices foram satisfatórios, conforme parâmetros definidos por Hair et al., 2009. As cargas transversais resultantes na Figura 5.4 representam resultados que levam a validade discriminante do referido modelo.

Tabela 5.9 – Validade convergente dos fatores conforme a SEM.

Constructos	CR	AVE
Lean manufacturing (LM)	0,870	0,440**
Desempenho Empresarial (BP)	0,813	0,591
Desempenho Ambiental (EP)	0,352*	0,220**
Desempenho Operacional (OP)	0,908	0,623
Desempenho Financeiro (FP)	0,790	0,557
Controle Estatístico do Processo (SPC)	0,860	0,757
Envolvimento do Cliente (Custinv)	0,926	0,862
Processo Puxado (Pull)	0,938	0,883
Fluxo Contínuo (Flow)	0,882	0,715
Troca Rápida de Ferramentas (SMED)	0,928	0,812
Manutenção Produtiva Total (TPM)	0,883	0,655
Feedback de Fornecedor (Suppfeed)	0,868	0,623
Gestão de Recursos Humanos (HRM)	0,956	0,879

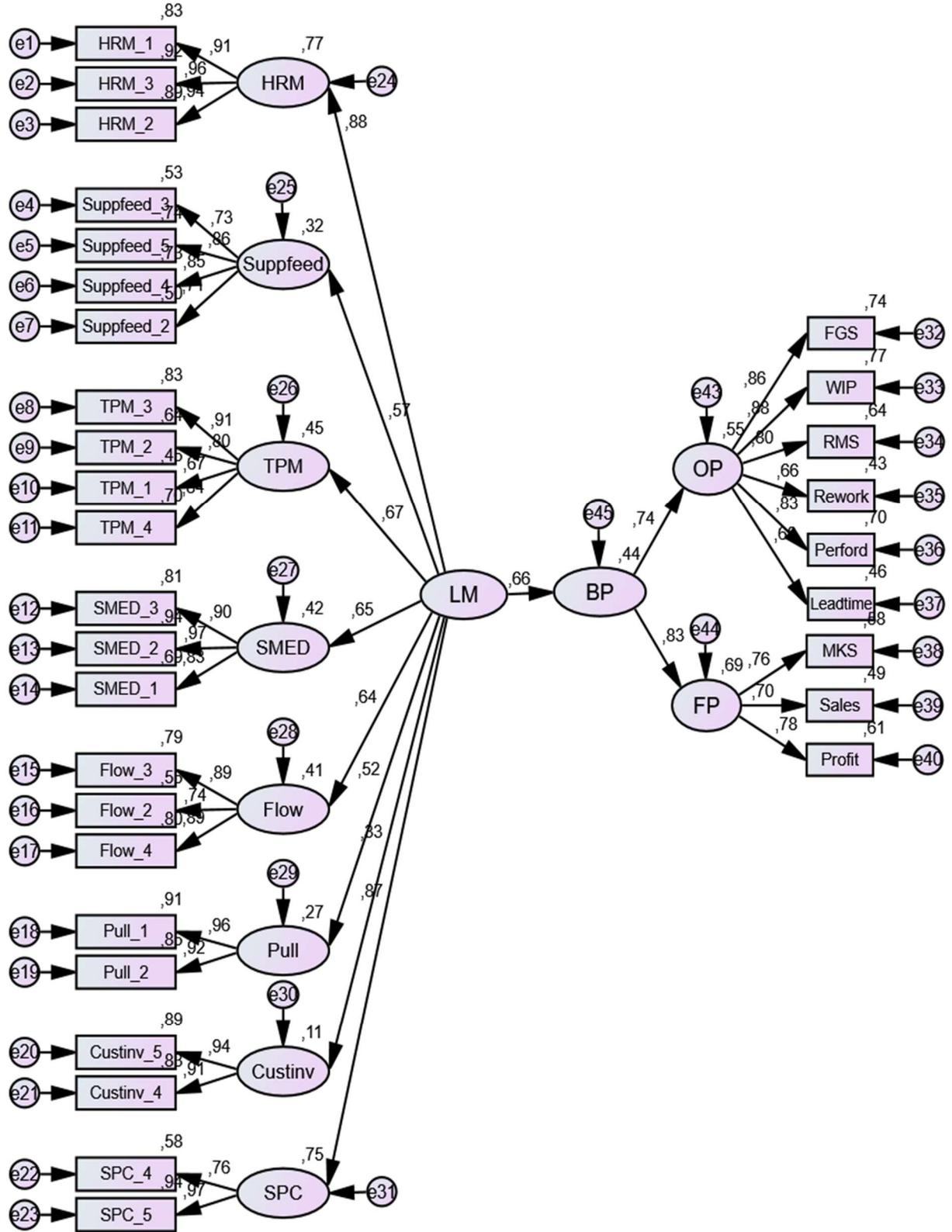
* $< 0,7$; ** $< 0,5$

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Visando a melhorar os índices dos parâmetros de validade convergente dos constructos analisados, exclui-se a variável latente de primeira ordem “Desempenho Ambiental – EP” (por meio de suas variáveis manifestas) do modelo estrutural apresentado na Figura 5.3 e executou-se novamente a SEM pelo mesmo método de estimação executado anteriormente. Os resultados estão disponíveis na Figura 5.5.

Novamente, a validade convergente dos constructos foi verificada pela AVE e pelo coeficiente CR e estão disponíveis na Tabela 5.10. Assim sendo, a variável latente de segunda ordem *Lean Manufacturing* (LM) continua com o mesmo valor de AVE apresentado na primeira execução da SEM (ou seja, próximo do limite aceitável). Entretanto, em todos os demais constructos os índices foram satisfatórios, conforme parâmetros definidos por Hair et al., 2009. Novamente, as cargas transversais resultantes na Figura 5.5 representam resultados que levam a validade discriminante do referido modelo.

Figura 5.5 – Resultado do modelo estrutural de impacto da adoção do *lean manufacturing* no desempenho das empresas, após exclusão do EP.



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Tabela 5.10 – Validade convergente dos fatores conforme a SEM.

Constructos	CR	AVE
Lean manufacturing (LM)	0,877	0,440*
Desempenho Empresarial (BP)	0,705	0,617
Desempenho Operacional (OP)	0,907	0,623
Desempenho Financeiro (FP)	0,791	0,558
Controle Estatístico do Processo (SPC)	0,860	0,758
Envolvimento do Cliente (Custinv)	0,926	0,862
Processo Puxado (Pull)	0,938	0,883
Fluxo Contínuo (Flow)	0,882	0,715
Troca Rápida de Ferramentas (SMED)	0,928	0,812
Manutenção Produtiva Total (TPM)	0,882	0,655
Feedback de Fornecedor (Suppfeed)	0,868	0,623
Gestão de Recursos Humanos (HRM)	0,956	0,879

* < 0.5

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Buscando avaliar o quanto esse modelo real se ajusta à teoria *lean*, submeteu-se o mesmo aos índices de qualidade de ajustes, gerando os resultados listados na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Medidas de qualidade de ajustes.

Medidas de qualidade	Medidas estatísticas	Valor observado	Valor recomendado para ajuste aceitável/próximo*
	Teste X ²	2308,205	No
	X ² normado (χ^2/df)	5	≤ 5
Absoluto	Média da raiz quadrada do erro de aproximação (RMSEA)	0,1	≤ 0.08
	Média da raiz dos resíduos padronizados (SRMR)	0,07	≤ 0.1
	Índice de qualidade de ajuste (GFI)	0,62	> 0.8
	Índice de ajuste comparativo (CFI)	0,73	> 0.8
Incremental	Índice Tucker-Lewis (ILL)	0,7	> 0.8
	Índice de ajuste incremental (IFI)	0,73	> 0.8
Parcimônia	Índice parcimônia de ajuste normal (PNFI)	0,63	≥ 0.6
	Índice parcimônia de ajuste comparativo (PCFI)	0,67	≥ 0.6

*Marôco (2010); Hair et al. (2009).

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Verifica-se que os índices ficaram próximos ou melhores do que o mínimo necessário, indicando ajuste aceitável, inclusive, compatíveis com os valores obtidos pela CFA para o modelo de mensuração (Tabela 5.5) para ambas as medidas absoluta, incremental e parcimoniosa.

Admitindo que a qualidade de ajuste do modelo é aceitável, pode-se afirmar que a implementação de *Lean Manufacturing* (LM) na indústria pesquisada levou a melhorias no Desempenho Empresarial (BP), e estatisticamente significativa com carga fatorial entre LM e BP no valor de 0,66 ($R^2 = 0,44$ e $p\text{-value} < 0,000$). Esse estudo mostra também que as práticas

de Gestão de Recursos Humanos, Feedback de Fornecedor, Manutenção Produtiva/Preventiva Total, Troca Rápida de Ferramentas, Fluxo Contínuo, Processo Puxado, Envolvimento do Cliente e Controle Estatístico do Processo são os efeitos gerados pela adoção de LM; e que LM propicia avanço no BP na forma de melhorias no Desempenho Operacional (OP) e no Desempenho Financeiro (FP).

Os resultados no presente estudo foram influenciados pelas características específicas não só da indústria de transformação localizada na Região Amazônica, mais também pelas próprias características da Região, a qual apresenta uma vasta extensão geográfica, um histórico de exploração de recursos naturais com baixa agregação de valor aos produtos, e infraestrutura de transporte/logística insatisfatória. Infere-se, portanto, que mesmo com a delimitação do modelo de Shah e Ward (2007) levando a implementação do *lean manufacturing* de forma parcial, o mesmo influenciou positivamente o desempenho operacional e financeiro das empresas pesquisadas.

Os resultados do presente estudo são compatíveis com a maioria de outros estudos observados na literatura e que tiveram como aplicação a indústria de países desenvolvidos (por exemplo, CHAVEZ et al., 2015; BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014; GREEN JR. et al., 2014; HONG; YANG; DOBRZYKOWSKI, 2014; BORTOLOTTI; DANESE; ROMANO, 2013; BHASIN, 2013; HOFER; EROGLU; HOFER, 2012). Assim como, com algumas referências que analisaram a indústria de países em desenvolvimento (por exemplo, GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016; SHARMA; DIXIT; QADRI, 2015; ALCARAZ et al., 2014; GHOSH, 2013; NAWANIR; TEONG; OTHMAN, 2013). Entretanto, Alacaraz et al. (2014) mostram em seus resultados que algumas práticas *lean* não apresentaram evidências estatísticas de impacto no desempenho de qualidade e custo. Diferentemente, os resultados do presente estudo mostra o impacto positivo e estatisticamente significativo de todas as oito práticas *lean* no desempenho operacional e financeiro. Esses resultados foram semelhantes aos de Ghosh (2013) e Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010) quanto às melhorias no desempenho operacional, e de Nawanir, Teong e Othman (2013) e Forrester et al. (2010) referente aos indicadores de desempenho financeiro. No entanto, a presente pesquisa mostra-se diferente em relação a estes estudos, principalmente, quanto ao leque de 11 indicadores de desempenho avaliados e agrupados em três grupos (operacional, financeiro e ambiental) e as técnicas estatísticas robustas utilizadas na obtenção e análises dos resultados.

Outra característica diferenciadora desta pesquisa é que, por mais que outros estudos realizados também em países em desenvolvimento tenham explorado a relação de *lean* com

desempenho, a presente pesquisa foi desenvolvida em uma região de baixo desenvolvimento econômico e estrutural conforme descrito na Seção 5.2.3, o que ainda não tinha sido evidenciado pela literatura até o presente momento. Portanto, esta pesquisa mostra que as empresas pesquisadas estão adotando práticas enxutas, mesmo que de forma parcial, e estas práticas estão ajudando essas empresas a melhorar seus desempenhos operacional e financeiro, visto que o desempenho ambiental não foi validado ($CR < 0,7$ e $AVE < 0,5$).

5.5 Conclusão

Este estudo propôs investigar empiricamente a relação de adoção de práticas de *lean manufacturing* com o desempenho empresarial da indústria de transformação localizada na Região Amazônica/Brasil. Uma importante contribuição deste estudo que mostra a relação estatisticamente significativa de melhoria no desempenho empresarial proveniente da implementação do *lean manufacturing* pela indústria localizada em uma região de baixo desenvolvimento econômico de um país em desenvolvimento.

5.5.1 Contribuições acadêmicas

Verificou-se inicialmente que estão sendo implementadas oito das dez práticas do modelo de Shah e Ward (2007). Dentre essas práticas têm-se Gestão de Recursos Humanos, *Feedback* de fornecedor, Manutenção Produtiva Total, Troca Rápida de Ferramentas, Fluxo Contínuo, Processo Puxado, Envolvimento do Cliente e Controle Estatístico do Processo. Todas essas práticas são decorrentes do *lean manufacturing* (LM) conforme significância estatística de $p\text{-value} < 0.000$ e, respectivamente, $R^2 = 0,77$; $R^2 = 0,32$; $R^2 = 0,45$; $R^2 = 0,42$; $R^2 = 0,41$; $R^2 = 0,27$; $R^2 = 0,11$ e $R^2 = 0,75$.

Observa-se também que a relação positiva e estatisticamente significativa (carga = 0,66; $R^2 = 0,44$ e $p\text{-value} < 0.000$) da implementação do LM com desempenho empresarial (BP), gerou efeito positivo e significativo, também, nos indicadores de desempenho operacional (OP) e financeiro (FP), positivo mas, não significativo no desempenho ambiental (EP). A significância estatística de efeito de BP em OP ($R^2 = 0,55$) e em FP ($R^2 = 0,69$), com $p\text{-value} < 0.000$ confirma as evidências empíricas investigadas pelo presente estudo quanto ao efeito de LM, por meio das oito práticas *lean* do modelo estrutural, no BP materializado em OP e FP. Esses resultados corroboram com alguns achados na literatura (e.g., GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016). Mas, diferencia-se dos mesmos quanto, principalmente, as características estruturais e de baixo desenvolvimento econômico da região

de localização desses setores e o leque de indicadores de desempenho avaliados oriundo de 11 medidas que agruparam em operacional, financeiro e ambiental.

Em relação as características da região de localização da indústria pesquisada, alguns estudos concluíram que as diferenças regionais dos países pesquisados apresentaram relação significativa, para as regiões mais desenvolvidas, e não significativa, para as regiões menos desenvolvidas, entre adoção de práticas *lean* e desempenho (WIENGARTEN et al., 2015; YANG; HONG; MODI, 2011; KADIPASAOGLU; PEIXOTO; KHUMAWALA, 1999). Diferentemente, na presente pesquisa infere-se que as características de baixo valor agregado dos produtos, condições de transporte/logística desfavorável, grande extensão territorial, distância dos principais fornecedores, baixo conhecimento técnico em *lean*, entre outros, da região de localização da indústria pesquisada, delimitou o modelo de práticas *lean* estudado, mas com relação positiva e estatisticamente significativa de todas as práticas validadas com o desempenho empresarial.

Quanto aos grupos de indicadores de desempenho estudados, evidencia-se outra importante contribuição da presente pesquisa, visto que esses três grupos de indicadores (operacional, financeiro e ambiental) até então ainda não havia sido discutido na literatura, conforme revisão apresentada na Seção 5.2.3, quanto ao efeito produzido nos mesmos a partir da implementação de práticas do *lean manufacturing*. O que a presente pesquisa vem contribuir com os resultados evidenciados por meio de análises empíricas robustas (Análise Fatorial Exploratória, Análise Fatorial Confirmatória e Modelagem de Equações Estruturais) conforme apresentados e discutidas na Seção 5.4.

5.5.2 Contribuições gerenciais

Os resultados apresentados na presente pesquisa são importantes para os gestores das empresas do setor industrial, porque apresenta um modelo de práticas *lean* que possibilita a avaliação do impacto de tais práticas no desempenho operacional, financeiro e ambiental das empresas. Dessa forma, as decisões concernentes ao monitoramento do efeito de *lean* no desempenho empresarial podem ser revisadas e novas diretrizes podem ser formuladas visando a maximização dos benefícios ou a minimização dos fatores críticos de sucesso provenientes do *lean*. Esse monitoramento pode ser viabilizado por meio da relação de indicadores de desempenho explorados e discutidos na presente pesquisa, agrupados em operacional, financeiro e ambiental.

Assim como, os gestores que buscam esse relacionamento positivo de *lean* com desempenho para sustentar um projeto de implementação do *lean manufacturing* deve olhar para a questão longitudinal inerente a tal implementação devido as características dos sistemas tradicionais de contabilidade de custos. Essas inconsistências dos sistemas de custeio atuais podem ser suavizadas a partir da utilização de novas abordagens de custeio, por exemplo, o custeio do fluxo de valor. Isso está evidenciado na presente pesquisa que mostra, conforme estudo da literatura, algumas inconsistências quanto a relação de melhoria nos indicadores financeiros com a adoção de práticas *lean*. Ao mesmo tempo em que os indicadores operacionais e ambientais apresentaram melhora no desempenho proveniente da adoção de tais práticas.

Finalmente, destaca-se que a implementação de *lean manufacturing* não ocorre exclusivamente com a adoção de práticas *lean*, e que as mudanças no tratamento e comportamento das pessoas que participam, direta ou indiretamente, do processo de melhoria organizacional devem ser conduzidas a priori, durante e após a adoção de tais práticas. Os resultados superiores de *lean* se consolidam no longo prazo a partir do momento em que as pessoas entendem que o cerne do sistema de produção enxuta é a maneira como elas veem o processo na geração de valor para o cliente.

5.5.3 Limitação do estudo e diretrizes para futuras pesquisas

Os resultados obtidos e discutidos na presente pesquisa estão condicionados às limitações de desenvolvimento da pesquisa. Uma dessas primeiras limitações está relacionada ao setor empresarial objeto foco, que neste trabalho foi a indústria de transformação. Isso representa uma oportunidade para pesquisas futuras como para a generalização dos resultados, considerando os setores de comércio e serviço. Uma segunda limitação, também relacionada a amostra de pesquisa, é quanto a região de localização das empresas, por ser de uma única região. Isto sinaliza para outra oportunidade de pesquisas futuras que objetivam a generalização dos resultados considerando características estruturais de outras regiões. Outra limitação está relacionada ao tamanho da amostra devido as dificuldades de obtenção de questionários respondidos e válidos para a pesquisa. Isto pode consistir em trabalho futuros que contempla a amplitude da amostra considerando empresas de outras regiões do Brasil e de outros países. Por fim, a presente pesquisa mostrou-se com apenas duas variáveis de medição para o desempenho ambiental, em face das correlações entre tais variáveis orientadas pelos pressupostos teóricos da EFA. Essa limitação pode ser contemplada por outra pesquisa futura

que possa ampliar as medidas relacionadas ao desempenho ambiental e o tamanho da amostra pesquisada e assim melhorar os resultados que avalia o efeito de *lean* no desempenho ambiental das empresas.

A partir dos resultados e conclusões apresentados neste trabalho, recomendam-se futuras pesquisas sobre o tema de práticas *lean*, tais como a avaliação longitudinal do efeito de *lean manufacturing* no desempenho da indústria de transformação, sobretudo no desempenho financeiro que tende-se a ser percebido no longo prazo, e no desempenho ambiental como forma de diferencial competitivo, e melhor avaliação do efeito cultural na relação do *lean manufacturing* com desempenho das empresas de diferentes países (uma questão que este estudo provou ser controverso).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

Os objetivos centrais desta presente pesquisa foi identificar o caminho de implementação de práticas *lean* adotados pela indústria de transformação, se o grau de adoção dessas práticas *lean* é influenciado por algumas variáveis de controle (tamanho da empresa, setor industrial e tipologia produtiva principal) e o impacto da adoção do *lean manufacturing* no desempenho das empresas pesquisadas.

As análises dos resultados estatísticos das hipóteses de pesquisa H1, H2 e H3 corroboram para o atendimento do primeiro objetivo central que delimitou este estudo e da primeira questão de investigação. Da mesma forma, as hipóteses H1a, H1b e H1c responderam ao segundo objetivo e segunda questão desta pesquisa. Essas hipóteses de pesquisa foram formuladas a partir de um extenso estudo da literatura que mostra a lacuna existente quanto a análise da adoção de práticas *lean* pela indústria de transformação localizada em uma região de recursos escassos de um país em desenvolvimento. Isso está descrito no capítulo 4 desta tese, onde também consta a discussão dos resultados destas hipóteses, com relevância significância estatística por meio da Análise Fatorial Exploratória, Análise Fatorial Confirmatória e Análise de Variância Multivariada, e análise teórico/conceitual, que possibilitou as contribuições científicas percorridas na conclusão do referido capítulo.

Para avaliar o efeito da implementação de *lean manufacturing* (terceiro o bjetivo e questão de pesquisa), foi formulado a hipótese de pesquisa H4 a partir do estudo da literatura, mas uma vez evidenciando a lacuna existente, reforçando mais uma vez a relevante contribuição científica deste trabalho. O que está disponível no capítulo 5 desta tese. Conforme percorrido ao longo deste capítulo 5, foi utilizado o método de Modelagem de Equações Estruturais (SEM) para confirmação da hipótese H4 investigada, corroborando com a pesquisa científica por meio das relevantes contribuições advindas das discussões dos resultados, conclusões e sugestões de pesquisa futuras apresentadas, que sintetiza o referido capítulo.

Na Tabela 6.1 está o resumo dos resultados da presenta pesquisa empírica quanto às questões, objetivos e hipóteses investigadas, como forma de melhorar a visualização das contribuições apresentadas por esta tese.

Tabela 6.1 – Resumo dos resultados empíricos das hipóteses de investigação.

Questão de pesquisa	Objetivo de pesquisa	Hipótese	Resultado
Qual o caminho de implementação do <i>lean</i> na indústria de transformação localizada em uma região de baixo desenvolvimento econômico no Brasil?	Identificar o caminho de implementação de práticas <i>lean</i> adotado pela indústria de transformação localizada na Região Amazônica/Brasil.	H1	Negada
		H2	Confirmada
		H3	Confirmada
O grau de adoção das práticas que compreende o atual caminho de implementação do <i>lean</i> na indústria de transformação estudada é influenciado pelo tamanho da empresa, setor industrial e tipologia produtiva?	Analisar o grau de adoção das práticas <i>lean</i> pelas empresas estudadas, conforme o tamanho da empresa, setor industrial e tipo de operação.	H1a	Confirmada
		H1b	Confirmada
		H1c	Negada
Qual o efeito de adoção do <i>lean manufacturing</i> no desempenho empresarial da indústria de transformação estudada?	Analisar o efeito no desempenho empresarial das empresas, resultante da adoção de <i>lean manufacturing</i> .	H4	Confirmada

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Por fim, observa-se, por meio de uma extensa análise da literatura (capítulo 3) redigida em formato de artigo e publicada em um periódico internacional, e de mais outros dois capítulos (4 e 5), também elaborados em formato de artigo, as principais contribuições científicas quanto a caracterização de implementação do *lean manufacturing* pela indústria de transformação localizada em uma região de recursos escassos (Região Amazônica) de um país em desenvolvimento (Brasil). Isso corrobora com o atendimento dos objetivos e questões de pesquisa delineadas no Capítulo introdutório deste trabalho. O que reforça,

fundamentalmente, a relevância científica desta pesquisa para o estado da arte e para o setor industrial de uma região que carece de melhorias nos indicadores de desenvolvimento econômico, o que não tinha sido explorado até o presente momento.

Referente as limitações para realização deste trabalho, têm-se que a composição da amostra formada por empresas de um único setor da economia, localizadas em uma única região geográfica, o tamanho da amostra e a quantidade de medidas relacionadas aos indicadores de desempenho ambiental. Isso representa oportunidades para futuras pesquisas, conforme descritas nos capítulos 3, 4 e 5. Quanto às sugestões para futuras pesquisas, cita-se a avaliação longitudinal do impacto de *lean* no desempenho financeiro das empresas e a avaliação do efeito das características que causam dificuldades da região de localização das empresas pesquisadas.

REFERÊNCIAS

- ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J.; NEEDY, K. L. A classification scheme for the process industry to guide the implementation of lean. **Journal Eng. Management**. v. 8, n. 2, 2006. p. 15–25.
- ACHANGA, P.; SHEHAB, E.; ROY, R.; NELDER, G. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, 2006. p. 460-471.
- AHMAD, S.; HASSAN, M. H.; TAHA, Z. State of implementation of TPM in SMIs: a survey study in Malaysia. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v 10, n 2, 2004. p 93-106.
- AHMAD, S.; SCHROEDER, R. G.; SINHA, K. K. The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 20, n. 3, 2003. p. 161-91.
- ÅHLSTRÖM, P. Sequences in the implementation of lean production. **European Management Journal**. v. 16, 1998. p. 327-334.
- AHUJA, G. 1996. Does It Pay to Be Green? An Empirical Examination of the Relationship between Emissions Reduction and Firm Performance. **Business Strategy and the Environment**, v. 5, n. 1, 1996. p. 30-37.
- ALCARAZ, J. L. G.; MALDONADO, A. A.; INIESTA, A. A.; ROBLES, G. C.; HERNÁNDEZ, G. A. A systematic review/survey for JIT implementation: Mexican maquiladoras as case study. **Computrs in Industry**, v 65, 2014. p 761-773.
- ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras**. 21. ed. São Paulo: Brasiliense, 2004.
- AMOAKO-GYAMPAH, K.; GARGEYA, V. B. Just-in-time manufacturing in Ghana. **Industrial Management and Data Systems**, v 101, n 3-4, 2001. p 106-113.
- AMOAKO-GYAMPAH, K.; BOYE, S. S. Operations strategy in an emerging economy: the case of Ghanaian manufacturing industry. **Journal of Operations Mgmt**. v 19, n 1, 2001. p. 59-79.
- ANAND, G.; KODALI, R. Performance measurement system for lean manufacturing:ba perspective from SMEs. **International Journal Global Small Business**, v. 2, n. 4, 2008. p. 371–410.
- ARAÚJO, C. A. C. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da teoria das restrições e o mapeamento do fluxo de valor**. 2004. **Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção**. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

BADRI, M. A.; DAVIS, D.; DAVIS, D. Operations strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model of industries in developing countries. **Omega**, v 28, n 2, 2000. p 155-173.

BARDHAN, I., MITHAS, S., LIN, S. Performance impacts of strategy, information technology applications, and business process outsourcing in US manufacturing plants. **Production and Operations Management** 16 (6), 2007. 747–762. (POM)

BAYNAT, B.; BUZACOTT, J. A.; DALLERY, Y. Multiproduct Kanban-Like Control Systems. **International Journal of Production Research**, v. 40, n. 16, 2002. p. 4225-4255.

BELEKOUKIAS, I., GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. **International Journal of Production Research**, v 52, n 18, 2014. P. 5346-5366.

BENTLEY, G.; NIGHTINGALE, D.; TANEJA, A. **Lean Enterprise Model**. Disponível em: [http://lean.mit.edu/events/workshops/Files/~oubl ic/Le lem.pdf](http://lean.mit.edu/events/workshops/Files/~oubl%20ic/Le%20lem.pdf). 2000. Acessado em: 15 jan. 2016.

BHASIN, S. Analysis of whether lean is viewed as an ideology by British organizations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 24, n 4, 2013. p 536-554.

BIRDI, K. C.; CLEGG, M.; PATTERSON, A.; ROBINSON, C. B.; STRIDE, T. D.; WALL, S. J. The Impact of Human Resource and Operational Management Practices on Company Productivity: A Longitudinal Study. **Personnel Psychology**, v. 61, n. 3, 2008. p. 467–501.

BONAVIA, T.; MARIN, J. An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 505, 2006.

BORTOLOTTI, T.; BOSCARI, S.; AND DANESE, P. Successful lean implementation: organizational culture and soft lean practices. **International Journal Production Economics**, v 51, n 4, 2015. p 182-201.

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, 2013. p 1117-1130. (IJPR)

BRAUNSCHEIDEL, M.J., SURESH, N.C. The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response. **Journal of Operations Management** 27 (2), 2009. 119–140.

BROX, J. A.; FADER, C. The set of just-in-time management strategies: an assessment of their impact on plant-level productivity and input-factor substitutability using variable cost function estimates. **International Journal of Production Research**, v. 40, n. 12, 2002. p. 2705-2720.

BOYER, K. K. 1996. An assessment of managerial commitment to lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 9, 1996. p. 48–59.

BROWNE, M. W., & CUDECK, R. **Alternative ways of assessing model fit**. In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136–162). Newbury Park, CA: Sage, 1993.

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

BRUNET, A.; NEW, S. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 23, n. 12, 2003. p. 1426-1446.

BUKER, D.W. **Steps to JIT**. 2. ed., David W. Buker, Antioch, IL, 2001.

BUMGARDNER, M.; BUEHLMANN, U.; SCHULER, A.; CHRISTANSON, R. Domestic competitiveness in secondary wood industries. **For. Production Journal**, v. 54, n. 10, 2004. p. 21–28.

CAGLIANO, R.; CANIATO, F.; SPINA, G. The linkage between supply chain integration and manufacturing improvement programmes. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 3, 2006. p. 282-99.

CAGLIANO, R.; SPINA, G. 2000. Advanced manufacturing technologies and strategically flexible production. **Journal of Operations Management**, v 18, n 2, 2000. p 169-190.

CALLEN, J. L.; FADER, C.; KRINSKY, I. Just in time: a cross-sectional plant analysis. **International Journal Production Economics**, v 63, 2000. p 277-301.

CHALLIS, D.; SAMSON, D.; LAWSON, B. Impact of technological, organizational and human resource investments on employee and manufacturing performance: Australian and New Zealand evidence. **International Journal Production Research**. v. 43, n. 1, 2005. p. 81–107.

CHANDRA, P.; SASTRY. T. Competitiveness of Indian manufacturing. *Vikalpa*. v 23, n 3, 1998. p 25-36.

CHAOUIYA, C.; LIBEROPOULOS, G.; DALLERY, Y. Extended Kanban Control System for Production Coordination of Assembly Manufacturing Systems. **IIE Transactions**, v. 32, n. 10, 2000. p. 999-1012.

CHAUHAN, G.; SINGH, T. P. Measuring parameters of lean manufacturing realization. **Measuring Business Excellence**, v 16, n 3, 2012. p 57-71.

CHAVEZ, G.; YU, W.; JACOBS, M.; FYNES, B.; WIENGARTEN, F. Internal lean practices and performance: the role of technological turbulence. **International Journal Production Economics**, n 160, 2015. p 157-171.

CHEN, Z.; TAN, K. H. The impact of organization ownership structure on JIT implementation and production operations performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v 33, n 9, 2012. p 1202-1229.

CHIKAN, A.; DEMETER, K. Manufacturing strategies in Hungarian industry: the effects of transition from planned to market economy. **International Journal of Operations and Production Mgmt.** v 15, n 11, 1995. p 5-19.

CHONG, H.; WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. Relationship among, organizational support, JIT implementation, and performance. **Industrial Management & Data Systems**, v 101, n 6, 2001. p 273-280.

CLAYCOMB, C.; DRÖGE, C.; GERMAIN, R. The effect of just-in-time with customers on organizational design and performance. **International Journal of Logistics Management**, v. 10, n. 1, 1999a. p. 37-58.

CLAYCOMB, C.; GERMAIN, R.; DRÖGE, C., 1999b. Total system JIT outcomes: inventory, organization and financial effects. **International Journal of Physical Distribution and Logistics**. v. 29, n. 10, 1999b. p. 612–630.

CLEGG, C. W.; WALL, T. D.; PEPPER, K.; STRIDE, C.; WOODS, D.; MORRISON, D.; CORDERY, J.; COUCHMAN, P.; BADHAM, R.; KUENZLER, C.; GROTE, G.; IDE, W.; Takahashi, M.; Kogi, K. An international survey of the use and effectiveness of modern manufacturing practices. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v 12, n 2, 2002. p 171-191.

CRUTE, V.; WARD, Y.; BROWN, S.; GRAVES, A. Implementing lean in aerospace: challenging the assumptions and understanding the challenges. **Technovation**, v 23, n 12, 2003. p 917-928.

CUA, K.; McKONE, K.; SCHROEDER, R. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. **Journal of Operations Management**. v. 19, 2001. p. 675-694.

CUA, K. O. **A theory of integrated manufacturing practices relating total quality management, just-in-time, and total productive maintenance.** 2000. Dissertation thesis, University of Minnesota, Ann Arbor, MI.

DABHILKAR, M.; P. AHLSTROM. **The Impact of Lean Production Practices and Continuous Improvement Behavior on Plant Operating Performance.** Paper presented at the 8th International CINet Conference, Gothenburg, 2007.

DALLERY, Y.; LIBEROPOULOS, G. Extended Kanban Control System: Combining Kanban and Base Stock. **IIE Transactions**, v. 32, n. 4, 2000. p. 369-386.

DANESE, P.; ROMANO, P.; BORTOLOTTI, T. JIT production, JIT supply and performance: investigating the moderating effects. **Industrial Management & Data Systems**, v 112, n 3, 2012. p 411-465.

DANGAYACH, G. S.; DESHMUKH, S. G. Practice of manufacturing strategy: evidences from select Indian automobile companies. **International Journal of Production Research**. v 39, n 11, 2001b. p 2353-2393.

- DANGAYACH, G. S.; DESHMUKH, S. G. Evidence of manufacturing strategies in Indian industry: a survey. **International Journal of Production Economics**, v 83, n 3, 2003. p 279-298.
- DAVY, J. A.; WHITE, R. E.; MERRITT, N. J.; GRITZMACHER, K. 1992. A derivation of the underlying constructs of just-in-time management systems. **Academy of Management Journal**, v. 35, n. 3, 1992. 653–670.
- DE MEYER, A.; FERDOW, K. Influence of manufacturing improvement programs on performance. **International Journal of Operations and Production Mgmt.** v 10, n 2, 1990. p 120-131.
- DEAN JR., J. W.; SNELL, S. A. The strategic use of integrated manufacturing: an empirical examination. **Strategic Manufacturing Journal**, v 17, 1996. p 459-480.
- DEMO, P. **Metodologia do Conhecimento Científico**. São Paulo: Atlas, 2000.
- DILLMAN, D.A. **Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method**, 2nd ed. Wiley: New York, 2000.
- DOOLEN, T. L.; HACKER, M. E. A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufactures. **Journal of Manufacturing Systems**, v 24, n 1, 2005. p 55-67.
- DORA, M.; VAN GOUBERGEN, D.; KUMAR, M.; MOLNAR, A.; GELLYNCK, X. Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. **British Food Journal**, v 116, n 1, 2014. p 125-141.
- 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 and Technology**, v 31, n 2, 2013. p 156-164.
- EBRAHIMPOUR, M.; WITHERS, B. E. Comparison of manufacturing management in JIT and non-JIT firms. **International Journal of Production Economics**, v 32, n 3, 1993. p 355-364.
- EDWARDS, D. K. Practical guidelines for lean manufacturing equipment. **Product Inventory Manage J Second Quarter**, 1996. p. 51-55.
- EMILIANI, M. L. 2001. Redefining the focus of investment analysts. **The TQM Magazine**, v. 13, n. 1, 2001. p. 34-51.
- ESKILDSEN, J. K., & DAHLGAARD, J. J. A causal model for employee satisfaction. **Total Quality Management**, 11(8), 2000. 1081–1094.
- ESWARAMOORTHY, M.; KATHIRESAN, G. R.; PRASAD, P. S. S.; MOHANRAM, P. V. A survey on lean practices in Indian machine tool industries. **International Journal Advanced Manufacturing Technology**, n. 52, 2011. p. 1091-1101.

FARHANA, F.; AMIR, A. 2009. Lean production practice: the differences and similarities in performance between the companies of Bangladesh and other countries of the world. **Asian J Bus Manag.** v. 1, n. 1, 2009. p. 32–6.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M.; DIAS, F. T. **Proposta de um método baseado em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos a manufatura enxuta.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 25 ENEGEP. Anais... UFRGS, Porto Alegre, RS, 2005.

FERNANDES, D. C.; SANTOS, F. G.; BARRELLA, W. D.; YOSHIDA, I. C. S. **Implantação de Células de Manufatura na Indústria: Um Estudo de Caso.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 21 ENEGEP. Anais...Salvador, 2001.

FERREIRA, C. F. **Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho. 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção.** Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

FIELD, A. **Discovering Statistics with SPSS.** 2. ed. London: Sage Publications, 2005.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; FLYNN, J. E. World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. **Journal of Operations Management**, Vol. 17, 1999. p. 249-69.

FLYNN, B. B.; SAKAKIBARA, S.; SCHROEDER, R. G.; BATES, K. A.; FLYNN, E. J. Relationship between JIT and TQM: practices and performance. **Acad. Management Journal**, v. 38, n. 5, 1995a. p. 1325–1360.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; SAKAKIBARA, S. The impact of quality management practices on performance and competitive advantage. **Decision Sciences**, v. 26, n. 5, 1995b. p. 659–691.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; SAKAKIBARA, S. A framework for quality management research and an associated measurement instrument. **Journal of Operations Management**, v. 11, n.4, 1994. p. 339–366.

FORRESTER, P. L.; SHIMIZU, U. K.; SORIANO-MEIER, H.; GARZA-REYES, J. A.; BASSO, L. F. C. Lean production, Market share and value creation in the agricultural machinery sector in Brazil. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 21, n 7, 2010. p 853-871.

FORZA, C. Work organization in lean production and traditional plants, what are the differences? **International Journal of Operations & Production Management**, 16, 1996. p. 42-62.

FRIEDLI, T.; GOETZFRIED, M.; BASU, P. Analysis of the implementation of Total Productive Maintenance, Total Quality Management, and Just-In-Time in pharmaceutical manufacturing. **Journal Pharm Innov**, v 5, 2010. p 181-192.

FRIEDMAN, M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. **Journal of the American Statistical Association**, v **32**, n **200**, 1937. p 675-701.

FREIN, Y.; DI MASCOLO, M.; DALLERY, Y. On the Design of Generalized Kanban Control Systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. **15**, n.**9**, 1995.

FUENTES-MOYANO, J.; DÍAZ-SACRISTÁN, M.; JURADO-MATÍNEZ, P. J. Cooperation in the supply chain and lean production adoption: evidence from the Spanish automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v **32**, n **9**, 2012. p 1075-1096.

FUJIMOTO, T. **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.

FULLERTON, R. R.; KENNEDY, F. A.; WIDENER, S. K. Lean manufacturing and firm performance: the incremental contribution of lean management accounting practices. **Journal of Operations Management**, v **32**, n **7-8**, 2014. p 414-428.

FULLERTON, R. R.; WEMPE, W. F. Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v **29**, n **3**, 2009. p 214-240.

FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S.; FAWSON, C. An examination of the between JIT and financial performance. **Journal of Operations Management**, v **21**, n **4**, 2003. p 838-404.

FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. The role of performance measures and incentive systems in relation to the degree of JIT implementation. **Accounting, Organizations and Society**, v **27**, 2002. p 711-735.

FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. The production performance benefits from JIT implementation. **Journal of Operation Management**, v **19**, n **1**, 2001. p 81-96.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Perfil dos Estados**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 28 mar. 2015.

FURLAN, A.; VINELLI, A.; PONT, G. D. Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v **31**, n **8**, 2011. p 835-850.

FURLAN, A.; PONT, G. D.; VINELLI, A. On the complementarity between internal and external just-in-time bundles to build and sustain high performance manufacturing. **International Journal of Production Economics**, v. **133**, n. **2**, 2010. p. 489–495.

GAO, S.; LOW, S. P. Impact of Toyota way implementation on performance of large Chinese construction firms. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v **140**, n **3**, 2014.

GAO, S.; LOW, S. P. The adoption of Toyota way principles in large Chinese construction firms. **J. Tech. Manage. China**, v. 7, n. 3, 2012. p. 291–316.

GAURY, E. G. A.; KLEIJNEN, J. P. C.; PIERREVAL, H. A Methodology to Customize Pull Control Systems. **Journal of the Operational Research Society**, v 52, n 7, 2001. p 789-799.

GERMAIN, R.; DRÖGE, C. Effect of just-in-time purchasing relationships on organizational design, purchasing department configuration, and firm performance. **Industrial Marketing Management**. v. 26, n. 2, 1997. p. 115–125.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais que simplesmente Justi-in-Time**. Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. In: Produção e Competitividade: aplicações e inovações. Recife, 2000. p. 31-59.

GHOSH, M. Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 24, n 1, 2013. p 113-122.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GODINHO FILHO, M.; GANGA, G. M. D.; GUNASEKARAN, A. Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprise: implementation and effect on performance. **International Journal of Production Research**, v 54, 2016. p 1-23.

GODINHO FILHO, M.; SAES, E. V. From time-based competition (TBC) to quick response manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction. **International Journal of Manufacturing Technology**, v. 64, 2013. p. 1177 - 1191.

GODINHO FILHO, M., FERNANDES, F. C. F. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão e produção**, v.11, n.1, 2004. p. 1-19.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Economia**. Governo do Estado do Pará. Disponível em: <<http://www.pa.gov.br>>. Acessado em: 17 mar. 2014.

GRAVEL, M.; PRICE, W. L. Using The Kanban. In: a Job Shop Environment. **International Journal of Production Research**, v 26, n 6, 1988. p 1105-1118.

GREEN JR., K. W.; INMAN, R. A.; BIROU, L. M.; WHITTEN, D. Total JIT (T-JIT) and its impact on supply chain competency and organizational performance. **International Journal Production Economics**, v 147, 2014. p 125-135.

GREEN JR., K. W.; INMAN, R. A. Does implementation of a JIT-with-customers strategy change an organization's structure? **Industrial Management and Data Systems**, v 106, n 8, 2006. p 1077-1094.

GUBATA, J. Just-in-time manufacturing. **Research Starters Business**, 2008. p. 1-8.

GUIMARÃES, J. L. S.; BORGES, J. M. **Kanban na Indústria de Roupas: Avaliação das Características de Uma Aplicação.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17 ENEGEP, 1997, Gramado, RS. Anais... Gramado, RS, 1997.

GUPTA, S. M.; AL-TURKI, Y. A. Y. An Algorithm to Dynamically Adjust the Number of Kanbans. In: Stochastic Processing Times and Variable Demand Environment. **Production Planning and Control**, v. 8, n. 2, 1997. p 133-141.

GUPTA, S. M.; AL-TURKI, Y. A.Y. Adapting Just-in-Time Manufacturing Systems to Preventive Maintenance Interruptions. **Production Planning and Control**, v. 9, n. 4, 1998. p 349-359.

HAIR, J. F.; BLACK, B., BABIN, B., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. **Multivariate Data Analysis.** 6th. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. Strategic Intent. **Harvard Business Review**, 67, 1989. p. 63-76.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing.** New York, NY: Wiley, 1984.

HENDERSON, B. A.; LARCO, J. L. **Lean Transformation.** The Oaklea Press. Rechmond. Virgínia, 2000.

HECKERT, C. R.; FRANCISCHINI, P. G. **Variações do Just in Time na Indústria Automobilística Brasileira.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18 ENEGEP, 1998, Niterói, RJ.

HEIZER, J.; RENDER, B. **Operations Management.** 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice-Hall, 2006..

HENDRICK, T. E. 'Fake Pull' in a Kanban Environment: Acceptable Trade-Off Or Violation Of Principle? **Production and Inventory Management Journal**, v. 29, n. 2, 1988. p. 6-9.

HENKE, J.; KRACHENBERG, R.; LYONS, T. Cross-functional teams: Good concept, poor implementation? **Journal of Product Innovation Management.** v 10, n 3, 1993. p 216-229.

HERAGU, S. S. **Facilities Design.** PWS Publishing Company, Boston, MA, 1997.

HERZOG, N. V.; TONCHIA, S. An instrument for measuring the degree of lean implementation in manufacturing. **Journal of Mechanical Engineering**, v 60, n 12, 2014. p 797-803.

HOFER, C.; EROGLU, C.; HOFER, A. R. The effect of lean production on financial performance: the mediating role of inventory leanness. **International Journal Production Economics**, v 138, n 2, 2012. p 242-253.

HOKOMA, R. A.; KHAN, M. K.; HUSSAIN, K. The present status of quality and manufacturing management techniques and philosophies within the Libyan iron and steel industry. **The TQM Journal**, v 22, n 2, 2010. p 209-221.

HOKOMA, R. A.; KHAN, M. K.; HUSSAIN, K. Investigation into the implementation stages of manufacturing and quality techniques and philosophies within the Libyan cement industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 19, n 7, 2008. p 893-907.

HONG, P.; YANG, MA GA (MARK); DOBRZYKOWSKI, D. D. Strategic customer service orientations, lean manufacturing practices and performance outcomes: an empirical study. **Journal of Service Management**, v 25, n 5, 2014. p 699-723.

HOPP, W.J. AND SPEARMAN, M.L. "To pull or not to pull: what is the question?". **Manufacturing and Service Operations Management**, v 6, n 2, 2004. pp. 133-48.

HUANG, C. C.; KUSIAK, A. Manufacturing Control With a Push- Pull Approach. **International Journal of Production Research**, v. 36, n. 1, 1998. p. 251-275.

HUDSON, M.; NANDA, D. The impact of Jus-In-Time manufacturing on firm performance in the US. **Journal of Operations Management**, v 12, n 1, 1995. p 297-310.

HULT, G.T., KETCHEN, D.J., ARRFELT, M. Strategic supply chain management: improving performance through a culture of competitiveness and knowledge management. **Strategic Management Journal** 28 (10), 2007. 1035–1052.

HUM, Sin-Hoon; NG, Yong-Tjoon. A study on just in time practices in Singapore. **International Journal of Operations & Production Management**, v 15, n 6, 1995. p 5-24.

INMAN, R. A.; SALE, R. S.; GREEN JR., K. W.; WHITTEN, D. Agile manufacturing: relation to JIT, operational performance and firm performance. **Journal of Operations Management**, v 29, 2011. p 343-355.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos Estados**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 28 mar. 2015.

IMAI, M. **Gemba kaizen**: a common sense, low cost approach to management. New York: McGraw-Hill, 1997.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. Validity and reliability of lean manufacturing frameworks: an empirical study in Indian manufacturing industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v 5, n 4, 2014. p 361-391.

JINA, J.; BHATTACHARYA, A. K.; WALTON, A. D. Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**, v 10, n 1, 1997. p 5-13.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

KADIPASAOGLU, S. N.; PEIXOTO, J. L.; KHUMAWALA, B. M. Global manufacturing practices: an empirical evaluation. **Industrial Management and Data Systems**, v 99, n 3, 1999. p 101-108.

KARAESMEN, F.; DALLERY, Y. Performance Comparison of Pull Type Control Mechanisms for Multi-Stage Manufacturing. **International Journal of Production Economics**, v. 68, n. 1, 2000. p. 59-71.

KIM, T. M. Just-in-Time Manufacturing System: A Periodic Pull System. **International Journal of Production Research**, v.23, n. 3, 1985. p. 553-562.

KLINE, R.B. **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**. The Guildford Press, New York, 2005.

KOH, H. C.; SIM, K. L.; KILLOUGH, L. N. The interaction effects of lean production manufacturing practices, compensation, and information systems on production costs: a recursive partitioning model. **Advances in Management Accounting**. v. 12, 2004.

KULL, T. J.; YAN, T.; LIU, Z.; WACKER, J. G. The moderation of lean manufacturing effectiveness by dimensions of national culture: testing practice-culture congruence hypotheses. **International Journal Production Economics**, v 153, 2014. p 1-12.

KUMAR, N.; KUMAR, S.; HELEEM, A.; GAHLOT, P., 2013. Implementing lean manufacturing system: ISM approach. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v 6, n 4, 2013. p 996-1012.

LAGE JUNIOR, M. **Evolução e Avaliação da Utilização do Sistema Kanban e de Suas Adaptações: Survey e Estudos de Caso. 2007. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção**. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos.

LAGE JÚNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. **Gestão e Produção**, v. 15, n. 1, 2008. p. 173-188.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

LANDRY, S.; DUGUAY, C. R.; CHAUSSÉ, S.; THEMENS, J. Integrating MRP, Kanban, and Bar-Coding Systems to Achieve JIT Procurement. **Production and Inventory Management Journal**, v. 38, n. 1, 1997. p. 8-12.

LAOSIRIHONGTHONG, T.; DANGAYACH, G. S. A comparative study of implementation of manufacturing strategies in Thai and Indian automotive manufacturing companies. **Journal of Manufacturing Systems**, v 24, n 2, 2005. p 131-143.

LAWRENCE, J. J.; HOTTENSTEIN, M. The relationship between JIT manufacturing and performance in Mexican plants affiliated with U.S. companies. **Journal of Operation Management**, v 13, n 1, 1995. p 3-18.

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**, **47 (10)**, 2009. 2649-2667.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Middle managers are biggest obstacle to lean enterprise**. 2007. Disponível em: www.lean.org. Acesso em 27 março de 2014.

LEITE, M. O.; PINHO, I. B.; PEREIRA, P. E.; HEINECK, L. F.; ROCHA, F. E. M. **Aplicação do sistema kanban no transporte de materiais na construção civil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24 ENEGEP, 2004, Florianópolis-SC. Anais...Florianópolis, 2004.

LEWIS, M. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. **20**, n. **8**, 2000. p. 155- 170.

LIAN, Y.; VAN LANDEGHEM, H. Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping- based simulation generator. **International Journal of Production Research**, v. **45**, n. **13**, 2007. p. 267-275.

LIKER, J.; HOSEUS, M. **A cultura Toyota: a alma do Modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LIKER, J. **The Toyota way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004.

LUCATO, W. C.; CALARGE, F. A.; LOUREIRO JÚNIOR, M.; CALADO, R. D. Performance evaluation of lean manufacturing implementation in Brazil. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v **63**, n **5**, 2014. p 529-549.

MANN, D. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions**. New york: Productivity Press, 2005.

MARIONES, A. B.; PINTADO, A. B.; CERIO, J. M. D. de. The role of organizational context and infrastructure practices in JIT implementation. **International Journal of Operations & Production Management**, v **28**, n **11**, 2008. p 1042-1066.

MATTA, A.; DALLERY, Y.; DI MASCOLO, M. Analysis of Assembly Systems Controlled With Kanbans. **European Journal of Operational Research**, v. **166**, n. **2**, 2005.

MATSON, J. E.; MATSON, J. O. Just-in-time implementation issues among automotive suppliers in the southern USA. **Supply Chain Management: An International Journal**, v **12**, n **6**, 2007. p 432-443.

MATSUI, Y. An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies. **International Journal Production Economics**, v **108**, 2007. p 153-164.

MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G.; CUA, K. O. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Operations Management**, v **19**, 2001. p 39-58.

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

MOAYED, F. A.; SHELL, R. L. Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v 15, n 3, 2009. p 285-296.

MOHANTY, R. P.; KUMAR, S.; TIWARI, M.K. Expert Enhanced Coloured Fuzzy Petri Net models of Traditional, Flexible and Reconfigurable Kanban Systems. **Production Planning and Control**, v. 14, n. 5, 2003. p. 459-477.

MONDEN, Y. Adaptable Kanban System Helps Toyota Maintain Just-in-Time Production. **Industrial Engineering**, v. 13, n. 5, 1981. p. 29-46.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção**. São Paulo: IMAM, 1984.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: practical approach to production management**. Norcross: Industrial Engineering and Management Press, 3 ed., 1998.

NAGENDRA, P. B.; DAS, S. K. MRP/sfx: A Kanban-Oriented Shop Floor Extension to MRP. **Production Planning and Control**, v 10, n 3, 1999. p 207-218.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance**. São Paulo: Internacional Sistema Educativos, 1989.

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

OHNO, T. **Workplace Management**. 1st. ed. New York: McGraw-Hill Global Education Holdings, LLC, 2013.

OHNO, T. **The Origin of Toyota Production System and Kanban System**. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTIVITY AND QUALITY IMPROVEMENT, 1982, Tokyo.

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

ORAL, E. L.; MISTIKOGLU, G.; ERDIS, E. JIT in developing countries: a case study of the Turkish prefabrication sector. **Building and Environment**, v 38, n 6, 2003. p 853-860.

OTENTI, S. A Modified Kanban System in a Semiconductor Manufacturing Environment. **IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference**. 1991.

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

PANWAR, A.; JAIN, R.; RATHORE, A. P. S. Lean implementation in Indian process industries: some empirical evidence. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 26, n 1, 2015. p 131-160.

PASA, G. S. **Uma Abordagem para Avaliar a Consistência Teórica de Sistema Produtivos. 2004. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção.** Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2004.

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

PERRY, R. F.; GUPTA, S. M. Flexible Kanban System. **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, n. 10, 1999. p 1065-1093.

PICCHI, F. A. **Lean Thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção.** In: II SIBRAGEC. Anais... Antac. Fortaleza, 2001.

PONT, G. D.; FURLAN, A.; VINELLI, A. Interrelationships among lean bundles and their effects on operational performance. **Operation Management Research**, v 1, 2008. p 150-158.

PUVANASVARAN, P.; TIAN, R. K. S.; SURESH, V.; MUHAMAD, M. R. Lean principles adoption in environmental management system (EMS): a survey on ISO 14001 certified companies in Malaysia. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v 5, n 2, 2012. p 406-430.

QUEIROZ, J. A. de; RENTES, A. F. Contabilidade de custos vs. contabilidade de ganhos: respostas às exigências da produção enxuta. **Gestão e Produção**, v. 17, n. 2, 2010. p. 377-388.

RAAB, S. et al. Improving Papanicolau test quality and reducing medical errors by using Toyota Production System methods. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 194, 2006. p. 57-64.

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, 2010. p. 839-852.

REES, L. P.; PHILIPOOM, P. R.; TAYLOR III, B. W.; HUANG, P. Y. Dynamically Adjusting The Number of Kanbans in a Just-in- Time Production System Using Estimated Values of Leadtime. **IIE Transactions**, v. 19, n.2, 1987.

REICHHART, A.; HOLWEG, M. Creating the customer-responsive supply chain: a reconciliation of concepts. **International Journal of Operations and Production Management**, v 27, n 11, 2007. p 1144-1172.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda.** Massachusetts: Bookline, 1998.

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, 2003. p. 829-844.

SALIMI, M.; HADJALI, H. R.; SOROOSHIAN, S. A lean production framework for Malaysian automotive and heavy machinery industry. **Journal of Applied Sciences**, v 12, n 13, 2012. p 1402-1407.

SALVADOR, A. D. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Bibliográfica**. Porto Alegre: Sulina, 1978.

SÁNCHEZ, M. A.; PÉREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 21, n. 11, 2001. p. 1433-1451.

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas sobre Simplicidade**. São Paulo: Pioneira, 1984.

SEIDMANN, A. Regenerative Pull (Kanban) Production Control Policies. **European Journal of Operational Research**, v. 35, n. 3, 1988. p. 401-413.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operation Management**, v. 21, 2003. p. 129-149.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v 25, 2007. p 785-805.

SINGH, T. P.; CHAUHAN, G. Significant parameters of labour flexibility contributing to lean manufacturing. **Global Journal of Flexible System Management**, v 14, n 2, 2013. p 93-105.

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

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre, Bookman: 1996.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR., N. J. **Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences**. New York: McGraw-Hill, 1988.

SIPPER, D.; BULFIN, R. L. Jr. **Production: Planning, Control, and Integration**. McGraw-Hill, 1997.

SILVA, E. L. de; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000.

SMALEY, A. **Criando o Sistema puxado nivelado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

SOHAL, A. S.; EGGLESTONE, A. Lean Production: Experience among Australian Organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 11, 1994. p. 35-51.

SPEAR, S.; BOWEN, H. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, 1999. p. 97-106.

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

SO, S.; SUN, H. Supplier integration strategy for lean manufacturing adoption in electronic-enable supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v 15, n 6, 2010. p 474-487.

SWINK, M.; NARASIMHAN, R.; KIM, S. W. Manufacturing practices and strategy integration: effects on cost efficiency, flexibility, and market-based performance. **Decision Science**, v 36, n 3, 2005. p 427-457.

SURI, R. **The power of time**. Portland: Productivity Press, 2010.

TAJ, S.; MOROSAN, C. The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 22, n 2, 2011. p 223-240.

TAKAHASHI, K.; NAKAMURA, N.; OHASHI, K. Order Release in JIT Production Systems: A Simulation Study. **Simulation**, v. 66, n. 2, 1996. p 75-87.

TAKAHASHI, K.; NAKAMURA, N.; IZUMI, M. Concurrent Ordering in JIT Production Systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 3, 1997.

TAKAHASHI, K.; NAKAMURA, N. Ordering Alternatives in JIT Production Systems. **Production Planning and Control**, v. 9, n. 8, p. 784-794, 1998.

TAKAHASHI, K.; NAKAMURA, N. Comparing Reactive Kanban and Reactive CONWIP. **Production Planning and Control**, v. 13, n. 8, p. 702-714, 2002.

TAKAHASHI, K. Comparing Reactive Kanban Systems. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 18, p. 4317-4337, 2003.

TARDIF, V.; MAASEIDVAAG, L. An Adaptive Approach to Controlling Kanban Systems. **European Journal of Operational Research**, v. 132, n. 2, p. 411-424, 2001.

THANKI, S. J.; THAKKAR, J. Status of lean manufacturing practices in Indian industries and government initiatives: a pilot study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v 25, n 5, 2014. p 655-675.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do Lead Time e Entregas no Prazo em Pequenas e Média Empresas que Fabricam sob Encomenda: a abordagem Workload Control

(WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção**, v. 19, n. 1, 2012. p. 43-58.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; Smart, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, 2003. p 207- 222.

TREVILLE, S. AND ANTONAKIS, J. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v. 24 n. 2, 2006. pp. 99-123.

UPTON, D. Just-in-time and performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v 18, n 11, 1998. p 1101-1110.

VELARDE, G. J.; PIRRAGLIA, A.; VAN DYK, H.; SALOMI, D. E. Lean manufacturing in the US South Atlantic Region: an overview of the current wood industry. **International Wood Products Journal**, v 2, n 1, 2011. p 30-37.

VERNYI, B.; VINAS, T. Easing Into E-Kanban. **Industry Week**, v. 254, n. 12, 2005. p. 32.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R. **Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5 ed, Porto Alegre: Bookman, 2006.

WARD, PETER; ZHOU, H. Impact of information technology integration and Lean/Just-in-time practices on lead time performance. **Decision Science**, v 37, n 2, 2006. p 177-203.

WIENGARTEN, F.; GIMENEZ, C.; FYNES, B.; FERDOWS, K. Exploring the importance of cultural collectivism on the efficacy of lean practices: taking an organizational and national perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v 35, n 3, 2015. p 370-391.

WHITE, R. An empirical assessment of JIT in US manufacturers. **Production and Inventory Management Journal**, v. 2, 1993. p. 38-42.

WHITE, R.E., RUCH, W.A. The composition and scope of JIT. **Operations Management Review**. v. 7, n. 3/4, 1990. p. 9–18.

WHITE, R. E.; PEARSON, J. N.; WILSON, J. R. JIT manufacturing: a survey of implementations in small and large U.S. manufacturers. **Management Science**, v. 45, n.1, 1999. p.1-15.

WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. The Relationship Between JIT practices and Type of Production System. Omega, **The International Journal of Management Science**, v. 29, n. 2, 2001. p. 113-124.

WHITE, R.E., OHJA, D., KUO, C.C., 2010. A competitive progression perspective of JIT systems: evidence from early US implementations. **International Journal of Production Research**. v. 48, n. 2, 2010. p. 6103–6124.

WOOD, S. J.; STRIDE, C. B.; WALL, T. D.; CLEGG, C. W. Revisiting the use and effectiveness of modern management practices. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v 14, n 4, 2004. p 415-432.

WOMACK, J. P.; JONES, D.; ROSS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D.; ROSS, D. **The machine that changed the world: the story of lean production**. New York: Harper Collins, 1991.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YANG, Ching-Chow; YANG, King-Jang. An integrated model of the Toyota production system with total quality management and people factors. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v 23, n 5, 2013. p 450-461.

YANG, Ching-Chow; YEH, Tsu-Ming; YANG, King-Jang. The implementation of technical practices and human factors of the Toyota production system in different industries. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v 22, n 6, 2012. p 541-555.

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

ZIPKIN, P. A. **Kanban-Like Production Control System: Analysis of Simple Models**. Technical Report, Research Working Paper n. 89-1, Graduate School of Business, Columbia University, New York, 1989.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

PARTICIPE DE UMA PESQUISA SOBRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTO

Prezado Empresário,

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Estado de São Paulo, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), vem respeitosamente pedir a sua colaboração na participação de uma pesquisa que procura entender o impacto da utilização de práticas do Sistema Toyota de Produção, ou Sistema de Produção Enxuto, no desempenho de sua empresa de manufatura.

A compreensão de quais práticas levam a uma maior redução do *lead time* ou custo operacional ou maior participação de mercado, é vital para aumento da competitividade das empresas de manufatura brasileiras.

A pesquisa está preocupada com a generalização dos resultados e, para tanto, asseguramos que a participação na pesquisa não implica em sua identificação pessoal e tampouco da empresa em que colabora. Os dados individuais serão mantidos em sigilo.

Os resultados serão publicados em um relatório que poderá ser acessado livremente por qualquer cidadão ou empresa interessada, ao fim da pesquisa.

A maior parte do questionário é de questões fechadas e de múltipla escolha, o que facilita o preenchimento, o que deverá ocorrer entre 15 e 20 minutos.

O questionário é composto de 4 blocos de questões. O primeiro bloco refere-se à identificação de características de sua empresa. O bloco 2 trata do levantamento do grau de utilização de práticas do Sistema Toyota de Produção por sua empresa. O bloco 3 refere-se a questões ligadas ao desempenho de sua empresa. Por fim, o bloco 4 busca informações sobre práticas de inovação adotados por sua empresa.

Agradecemos mais uma vez a sua participação na pesquisa,

Att.

Prof. Dr. Moacir Godinho Filho
Coordenador e Orientador da
Pesquisa na UFSCar

Prof. M.Sc. Léony Luis Lopes Negrão
Coordenador da Pesquisa no Pará

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

1.1 Em relação à empresa ou unidade em que você colabora, pontue:

Número de funcionários:	() Até 19 () 20 a 99 () 100 a 499 () mais de 500 empregados
Composição do capital:	Nacional: ___% Estrangeiro: ___% → País: _____
Localização:	Estado: PA → Capital () Interior ()
Setor:	<input type="checkbox"/> Veículos Automotores <input type="checkbox"/> Produtos metálicos <input type="checkbox"/> Edição e impressão <input type="checkbox"/> Equipamentos Médicos <input type="checkbox"/> Metalurgia Básica <input type="checkbox"/> Celulose e papel <input type="checkbox"/> Eletrônicos e Comunicações <input type="checkbox"/> Minerais Não Metálicos <input type="checkbox"/> Artefatos de couro <input type="checkbox"/> Material Elétrico <input type="checkbox"/> Borracha e Plásticos <input type="checkbox"/> Vestuário e acessórios <input type="checkbox"/> Equipamentos de Informática <input type="checkbox"/> Produtos Químicos <input type="checkbox"/> Produtos têxteis <input type="checkbox"/> Máquinas e Equipamentos <input type="checkbox"/> Mármore e Granitos <input type="checkbox"/> Alimentos e bebidas <input type="checkbox"/> Indústria Extrativa <input type="checkbox"/> Indústria da Construção <input type="checkbox"/> Indústria Cerâmica <input type="checkbox"/> Produtos Madeireiros <input type="checkbox"/> Outro: _____
Destino das vendas (% faturamento total)	Mercado Interno: _____% Mercado Externo: _____%

1.2 Em relação à sua atuação na empresa, pontue:

Nível hierárquico	() Supervisão () gerência () Diretoria () Presidência () Outro: _____
Área/Departamento/Processo:	() Manufatura () Qualidade () Logística () Compras () Outra: _____
Tempo na empresa:	() menos de 1 ano () 1-3 anos () 3-5 anos () 5-7 anos () 7-10 anos () mais que 10 anos

BLOCO 2 – LEVANTAMENTO DAS PRÁTICAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO POR SUA EMPRESA

2.1 Qual a Tipologia Produtiva Principal adotada pela empresa:

- () Produção para estoque: fabricação de produtos que ficam em estoque até a execução da venda;
- () Produção sob Encomenda: fabricação de produtos apenas após o fechamento da venda;
- () Montagem sob Encomenda: montagem de produtos, sem fabricação de peças, após o fechamento da venda;
- () Engenharia sob Encomenda: produção de produtos a partir do desenvolvimento do projeto do produto, após a venda.

2.2 Em relação à utilização de Práticas do Sistema Toyota de Produção adotadas no cotidiano das operações da empresa assinale de acordo com a escala a seguir o seu nível de concordância:

Discordo Totalmente ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ Concordo Totalmente

Práticas do Sistema Toyota de Produção relativas	Escala de Concordância						
Nós temos contato frequente com nossos fornecedores	1	2	3	4	5	6	7
Nossos fornecedores frequentemente visitam nossa empresa	1	2	3	4	5	6	7
Nós frequentemente visitamos nossos fornecedores	1	2	3	4	5	6	7
Nós damos retorno aos fornecedores sobre o desempenho deles em qualidade e entregas	1	2	3	4	5	6	7
Nós trabalhamos intensamente para estabelecer relacionamentos duradouros com nossos fornecedores	1	2	3	4	5	6	7
Os fornecedores estão diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos	1	2	3	4	5	6	7
Nossos fornecedores-chave entregam em nossa empresa com base num programa Just in Time (JIT)	1	2	3	4	5	6	7
Nós temos um programa formal de certificação de fornecedores	1	2	3	4	5	6	7
Nossos fornecedores estão contratualmente compromissados em cada ano para redução de custos	1	2	3	4	5	6	7
Nossos fornecedores-chave estão localizados próximos à(s) nossa(s) empresa(s)	1	2	3	4	5	6	7
Nós temos um canal de comunicação claro e direto com nossos fornecedores-chave	1	2	3	4	5	6	7
Nós nos esforçamos para reduzir o número de fornecedores em cada categoria (ABC, por exemplo)	1	2	3	4	5	6	7
Nossos fornecedores-chave gerenciam nossos estoques	1	2	3	4	5	6	7
Nós avaliamos nossos fornecedores com base no custo total e não por preço unitário	1	2	3	4	5	6	7
Nós temos contato frequente com nossos clientes	1	2	3	4	5	6	7
Nossos clientes raramente visitam nossa empresa	1	2	3	4	5	6	7
Nossos clientes nos dão retorno sobre o nosso desempenho em qualidade e entrega	1	2	3	4	5	6	7
Nossos clientes estão ativamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	1	2	3	4	5	6	7
Nossos clientes estão diretamente envolvidos na oferta de produtos atuais e futuros	1	2	3	4	5	6	7
Nossos clientes frequentemente compartilham informações de demanda atual e futura com o departamento de marketing	1	2	3	4	5	6	7
Nós conduzimos regularmente pesquisas de satisfação com nossos clientes	1	2	3	4	5	6	7
A produção é "puxada" pela expedição de produtos acabados	1	2	3	4	5	6	7
A produção nas estações de trabalho é "puxada" pela demanda atual da próxima estação	1	2	3	4	5	6	7

Práticas do Sistema Toyota de Produção relativas	Escala de Concordância						
	1	2	3	4	5	6	7
Nós usamos kanbans, quadros ou contenedores com cartões para controlar a produção	1	2	3	4	5	6	7
Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de processamento similares	1	2	3	4	5	6	7
Os produtos são classificados em grupos de acordo com necessidades de programação (sequenciamento) similares	1	2	3	4	5	6	7
Os equipamentos são agrupados para produzir em fluxo contínuo uma família de produtos	1	2	3	4	5	6	7
As famílias de produtos determinam o layout da fábrica	1	2	3	4	5	6	7
O ritmo de produção está diretamente relacionado com a taxa de demanda dos clientes	1	2	3	4	5	6	7
Nossos empregados se esforçam para reduzir o tempo de setup	1	2	3	4	5	6	7
Nós trabalhamos com baixos tempos de setup em nossa fábrica	1	2	3	4	5	6	7
Os equipamentos de nossa fábrica possuem baixo tempo de setup	1	2	3	4	5	6	7
Lead times curtos permitem responder rapidamente às solicitações dos clientes	1	2	3	4	5	6	7
Grande quantidade de equipamentos/processos no chão de fábrica encontram-se sob controle (da qualidade)	1	2	3	4	5	6	7
Nós utilizamos extensivamente técnicas estatísticas para reduzir a variabilidade de processo	1	2	3	4	5	6	7
Painéis visuais com gráficos e cartas de controle que ilustram taxa de defeitos são usados como ferramentas no chão de fábrica	1	2	3	4	5	6	7
Nós usamos diagrama de espinha de peixe para identificar as causas de problemas em qualidade	1	2	3	4	5	6	7
Nós conduzimos estudos de capacidade de processo antes de lançar um novo produto	1	2	3	4	5	6	7
Os empregados de chão de fábrica são fundamentais para compor as equipes de solução de problemas	1	2	3	4	5	6	7
Os empregados de chão de fábrica direcionam os programas de sugestões de melhorias	1	2	3	4	5	6	7
Os empregados de chão de fábrica conduzem os esforços de melhoria de produtos e processos	1	2	3	4	5	6	7
Nós dedicamos uma considerável parcela de cada dia para planejar atividades relacionada à manutenção dos equipamentos	1	2	3	4	5	6	7
Nós realizamos manutenção regularmente em todos nossos equipamentos	1	2	3	4	5	6	7
Nós mantemos excelentes registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	1	2	3	4	5	6	7
Nós disponibilizamos e compartilhamos entre os empregados de chão de fábrica registros de todas as atividades de manutenção realizadas nos equipamentos	1	2	3	4	5	6	7

BLOCO 3 – SOBRE O DESEMPENHO DE SUA EMPRESA

3.1 Comparado ao período antes da implantação de Práticas do Sistema Toyota de Produção, como você avalia o desempenho de sua empresa, de acordo com a escala a seguir:

- ① Piorou mais de 50%
- ② Piorou entre 30 a 50%
- ③ Piorou entre 10 a 30%
- ④ Permaneceu o mesmo
- ⑤ Melhorou entre 10 a 30%
- ⑥ Melhorou entre 30 a 50%
- ⑦ Melhorou mais de 50%

Indicadores de Desempenho	Escala de Concordância						
Vendas	1	2	3	4	5	6	7
Participação de mercado	1	2	3	4	5	6	7
Lead time	1	2	3	4	5	6	7
Pedido Perfeito (produto certo, entregue na quantidade certa, na data certa, livre de avarias e com a documentação correta)	1	2	3	4	5	6	7
Níveis de estoques de produtos acabados	1	2	3	4	5	6	7
Níveis de estoques de matéria-prima	1	2	3	4	5	6	7
Níveis de estoque de materiais em processo	1	2	3	4	5	6	7
Taxas de Retrabalho	1	2	3	4	5	6	7
Rentabilidade	1	2	3	4	5	6	7
Consumo de materiais perigosos / nocivos / tóxicos	1	2	3	4	5	6	7
Consumo de Energia	1	2	3	4	5	6	7

Obrigado pela participação.

Envie o questionário respondido para o e-mail: leony@uepa.br ou leonynegrao@gmail.com

Se tiverem interesse em receber um relatório completo ao final da pesquisa enviem um e-mail para: leony@uepa.br

APÊNDICE B - MATRIZ DE CÁLCULO DA ANÁLISE POST HOC DO TESTE DE FRIEDMAN

Medidas	Soma dos ranks	CIN1	TPM2	SUF1	SUF4	CIN3	SUF5	FLOW5	SUD4	CIN7	TPM3	SMED4	FLOW3	TPM1	SUD3	SPC1	PULL1	SUF2	FLOW4	PULL2	CIN6	SUF3	FLOW2	CIN2	SUD6	HRM1	FLOW1	TPM4	SPC2	CIN5	SUD1	CIN4	SMED1	HRM2	SJT1	SMED2	SUD2	SMED3	HRM3	SPC5	SJT3	SPC4	SJT2	SUD5	SPC3	PULL3	Soma dos ranks	Medidas				
CIN1	8710,0		F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	8710,0	CIN1	
TPM2	8271,0	439,0		F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	8271,0	TPM2
SUF1	8087,5	622,5	183,5		F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	8087,5	SUF1	
SUF4	7649,0	1061,0	622,0	438,5		F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7649,0	SUF4	
CIN3	7594,0	1116,0	677,0	493,5	55,0		F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7594,0	CIN3		
SUF5	7588,5	1121,5	682,5	499,0	60,5	5,5		F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7588,5	SUF5		
FLOW5	7418,5	1291,5	852,5	669,0	230,5	175,5	170,0		F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7418,5	FLOW5		
SUD4	7350,0	1360,0	921,0	737,5	299,0	244,0	238,5	68,5		F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7350,0	SUD4		
CIN7	7097,0	1613,0	1174,0	990,5	552,0	497,0	491,5	321,5	253,0		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7097,0	CIN7		
TPM3	7003,0	1707,0	1268,0	1084,5	646,0	591,0	585,5	415,5	347,0	94,0		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	7003,0	TPM3		
SMED4	6776,5	1933,5	1494,5	1311,0	872,5	817,5	812,0	642,0	573,5	320,5	226,5		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6776,5	SMED4		
FLOW3	6542,5	2167,5	1728,5	1545,0	1106,5	1051,5	1046,0	876,0	807,5	554,5	460,5	234,0		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6542,5	FLOW3		
TPM1	6466,0	2244,0	1805,0	1621,5	1183,0	1128,0	1122,5	952,5	884,0	631,0	537,0	310,5	76,5		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6466,0	TPM1		
SUD3	6363,0	2347,0	1908,0	1724,5	1286,0	1231,0	1225,5	1055,5	987,0	734,0	640,0	413,5	179,5	103,0		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6363,0	SUD3		
SPC1	6210,0	2500,0	2061,0	1877,5	1439,0	1384,0	1378,5	1208,5	1140,0	887,0	793,0	566,5	332,5	256,0	153,0		F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6210,0	SPC1	
PULL1	6131,0	2579,0	2140,0	1956,5	1518,0	1463,0	1457,5	1287,5	1219,0	966,0	872,0	645,5		79,0			F	F	F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6131,0	PULL1		
SUF2	6116,5	2593,5	2154,5	1971,0	1532,5	1477,5	1472,0	1302,0	1233,5	980,5	886,5	660,0	426,0	349,5	246,5	93,5	14,5		F	F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6116,5	SUF2		
FLOW4	6080,5	2629,5	2190,5	2007,0	1568,5	1513,5	1508,0	1338,0	1269,5	1016,5	922,5	696,0	462,0	385,5	282,5	129,5	50,5	36,0		F	F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	6080,5	FLOW4		
PULL2	5869,5	2840,5	2401,5	2218,0	1779,5	1724,5	1719,0	1549,0	1480,5	1227,5	1133,5	907,0	673,0	596,5	493,5	340,5	261,5	247,0	211,0		F	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5869,5	PULL2		
CIN6	5869,0	2841,0	2402,0	2218,5	1780,0	1725,0	1719,5	1549,5	1481,0	1228,0	1134,0	907,5	673,5	597,0	494,0	341,0	262,0	247,5	211,5	0,5		F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5869,0	CIN6			
SUF3	5833,0	2877,0	2438,0	2254,5	1816,0	1761,0	1755,5	1585,5	1517,0	1264,0	1170,0	943,5	709,5	633,0	530,0	377,0	298,0	283,5	247,5	36,5	36,0		F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5833,0	SUF3		
FLOW2	5805,5	2904,5	2465,5	2282,0	1843,5	1788,5	1783,0	1613,0	1544,5	1291,5	1197,5	971,0	737,0	660,5	557,5	404,5	325,5	311,0	275,0	64,0	63,5	27,5		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5805,5	FLOW2		
CIN2	5594,0	3126,0	2687,0	2503,5	2065,0	2010,0	2004,5	1834,5	1766,0	1513,0	1419,0	1192,5	958,5	882,0	779,0	626,0	547,0	532,5	496,5	285,5	249,0	221,5		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5594,0	CIN2		
SUD6	5364,5	3345,5	2906,5	2723,0	2284,5	2229,5	2224,0	2054,0	1985,5	1732,5	1638,5	1412,0	1178,0	1101,5	998,5	845,5	766,5	752,0	716,0	505,0	504,5	468,5	441,0	219,5		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5364,5	SUD6		
HRM1	5229,5	3480,5	3041,5	2858,0	2419,5	2364,5	2359,0	2189,0	2120,5	1867,5	1773,5	1547,0	1313,0	1236,5	1133,5	980,5	901,5	887,0	851,0	640,0	639,5	603,5	576,0	354,5	135,0		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	5229,5	HRM1		
FLOW1	4988,5	3721,5	3282,5	3099,0	2660,5	2605,5	2600,0	2430,0	2361,5	2108,5	2014,5	1788,0	1554,0	1477,5	1374,5	1221,5	1142,5	1128,0	1092,0	881,0	880,5	844,5	817,0	595,5	376,0	241,0		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	4988,5	FLOW1		
TPM4	4957,0	3753,0	3314,0	3130,5	2692,0	2631,5	2461,5	2393,0	2140,0	2046,0	1819,5	1585,5	1509,0	1406,0	1253,0	1174,0	1159,5	1123,5	912,5	912,0	876,0	848,5	827,0	407,5	272,5	31,5		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	4957,0	TPM4		
SPC2	4758,0	3952,0	3513,0	3329,5	2891,0	2836,0	2830,5	2680,5	2592,0	2339,0	2245,0	2018,5	1784,5	1708,0	1605,0	1452,0	1373,0	1358,5	1322,5	1111,5	1111,0	1075,0	1047,5	826,0	606,5	471,5	230,5	199,0		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	4758,0	SPC2		
CIN5	4738,0	3972,0	3533,0	3349,5	2911,0	2856,0	2850,5	2680,5	2612,0	2359,0	2265,0	2038,5	1804,5	1728,0	1625,0	1472,0	1393,0	1378,5	1342,5	1131,5	1131,0	1095,0	1067,5	846,0	626,5	491,5	250,5	219,0	20,0		F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	4738,0	CIN5			
SUD1	4358,0	4352,0	3913,0	3729,5																																																

APÊNDICE C - ANÁLISE *POST HOC* DA MANOVA DO GRUPO TAMANHO DAS EMPRESAS

Multiple Comparisons							
Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
SUF	Até 19	20 a 99	-,4866297*	0,1706653	0,029	-0,9373598	-0,0358996
		100 a 499	-,7586313*	0,2096359	0,003	-1,3080518	-0,2092107
		Mais de 500	-1,2334949*	0,2780028	0,001	-1,9900846	-0,4769052
	20 a 99	100 a 499	-0,2720016	0,1684952	0,376	-0,7137619	0,1697587
		Mais de 500	-,7468652*	0,2484531	0,032	-1,4417978	-0,0519326
	100 a 499	Mais de 500	-0,4748636	0,2766758	0,333	-1,2277706	0,2780434
SMED	Até 19	20 a 99	-0,1227981	0,1808586	0,905	-0,6012753	0,3556791
		100 a 499	-0,4397938	0,2151746	0,181	-1,0042419	0,1246544
		Mais de 500	-1,2170111*	0,2732903	0,000	-1,9557069	-0,4783152
	20 a 99	100 a 499	-0,3169956	0,1646618	0,225	-0,7485051	0,1145138
		Mais de 500	-1,0942130*	0,2355865	0,001	-1,7516698	-0,4367561
	100 a 499	Mais de 500	-,7772173*	0,2628522	0,029	-1,4913306	-0,0631040
HRM	Até 19	20 a 99	-0,2819370	0,1541840	0,269	-0,6874198	0,1235458
		100 a 499	-,6185828*	0,1910862	0,009	-1,1191438	-0,1180219
		Mais de 500	-1,4626267*	0,2531332	0,000	-2,1543105	-0,7709430
	20 a 99	100 a 499	-0,3366458	0,1648276	0,181	-0,7682871	0,0949954
		Mais de 500	-1,1806897*	0,2339458	0,000	-1,8323526	-0,5290269
	100 a 499	Mais de 500	-,8440439*	0,2597535	0,014	-1,5496288	-0,1384591
FLOW	Até 19	20 a 99	-0,3536022	0,1780444	0,204	-0,8234654	0,1162609
		100 a 499	-0,5295043	0,2091167	0,062	-1,0779146	0,0189060
		Mais de 500	-,9707386*	0,2539714	0,003	-1,6555197	-0,2859574
	20 a 99	100 a 499	-0,1759021	0,1659887	0,715	-0,6102893	0,2584852
		Mais de 500	-,6171363*	0,2198271	0,046	-1,2262723	-0,0080003
	100 a 499	Mais de 500	-0,4412343	0,2456704	0,293	-1,1058495	0,2233810
TPM	Até 19	20 a 99	-0,4575766	0,1818827	0,069	-0,9395961	0,0244430
		100 a 499	-0,5739113	0,2284212	0,065	-1,1726535	0,0248308
		Mais de 500	-1,5487222*	0,2140012	0,000	-2,1173443	-0,9801000
	20 a 99	100 a 499	-0,1163348	0,1763891	0,912	-0,5797982	0,3471286
		Mais de 500	-1,0911456*	0,1572685	0,000	-1,5209640	-0,6613273
	100 a 499	Mais de 500	-,9748108*	0,2093522	0,000	-1,5292573	-0,4203643
PULL	Até 19	20 a 99	-0,1159433	0,1680191	0,901	-0,5581253	0,3262388
		100 a 499	-0,0035449	0,2040117	1,000	-0,5380631	0,5309734
		Mais de 500	-,7776221*	0,2287749	0,009	-1,3937729	-0,1614712
	20 a 99	100 a 499	0,1123984	0,1726603	0,915	-0,3395656	0,5643624
		Mais de 500	-,6616788*	0,2013176	0,015	-1,2154965	-0,1078611
	100 a 499	Mais de 500	-,7740772*	0,2322049	0,010	-1,3971923	-0,1509621
CIN	Até 19	20 a 99	0,1307894	0,2006680	0,914	-0,4011978	0,6627767
		100 a 499	0,0983736	0,2353128	0,975	-0,5194827	0,7162298
		Mais de 500	-0,2131572	0,2829865	0,875	-0,9731086	0,5467942
	20 a 99	100 a 499	-0,0324159	0,1712936	0,998	-0,4814399	0,4166082
		Mais de 500	-0,3439466	0,2324882	0,467	-0,9915610	0,3036678
	100 a 499	Mais de 500	-0,3115307	0,2629737	0,641	-1,0235319	0,4004704
SPC	Até 19	20 a 99	-,5505382*	0,1464326	0,002	-0,9348604	-0,1662160
		100 a 499	-,6882896*	0,1907777	0,003	-1,1880654	-0,1885139
		Mais de 500	-1,0874152*	0,3024358	0,008	-1,9270438	-0,2477866
	20 a 99	100 a 499	-0,1377515	0,1719899	0,854	-0,5885074	0,3130045
		Mais de 500	-0,5368771	0,2909498	0,284	-1,3544033	0,2806492
	100 a 499	Mais de 500	-0,3991256	0,3156033	0,593	-1,2652523	0,4670011

Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,938.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Fonte: Do Autor (2016)

APÊNDICE D - ANÁLISE *POST HOC* DA MANOVA DO GRUPO DE SETORES EMPRESARIAIS

Multiple Comparisons								
Dependent Variable	Setor industrial (I)	Setor industrial (J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
SUF	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	-0,497	0,353	0,842	-1,711	0,717	
		Fabricação de produtos de madeira	-0,476	0,203	0,284	-1,109	0,158	
		Fabricação de produtos químicos	0,330	0,215	0,780	-0,372	1,033	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,544	0,244	0,366	-0,254	1,342	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,522	0,248	0,426	-0,264	1,308	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,417	0,178	0,284	-0,973	0,138	
	Fabricação de bebidas	Outros	0,134	0,192	0,997	-0,465	0,732	
		Fabricação de produtos de madeira	0,021	0,367	1,000	-1,221	1,264	
		Fabricação de produtos químicos	0,827	0,374	0,386	-0,435	2,090	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	1,041	0,392	0,187	-0,263	2,345	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1,019	0,394	0,209	-0,285	2,322	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,080	0,354	1,000	-1,137	1,297	
	Fabricação de produtos de madeira	Outros	0,631	0,362	0,661	-0,600	1,861	
		Fabricação de produtos químicos*	0,806	0,237	0,033	0,041	1,571	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico*	1,020	0,264	0,010	0,168	1,871	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos*	0,998	0,268	0,010	0,154	1,841	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,058	0,204	1,000	-0,585	0,702	
		Outros	0,609	0,217	0,111	-0,070	1,289	
	Fabricação de produtos químicos	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,213	0,273	0,993	-0,679	1,106	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,192	0,277	0,997	-0,694	1,077	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,748	0,216	0,034	-1,458	-0,037	
		Outros	-0,197	0,228	0,988	-0,937	0,543	
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,022	0,300	1,000	-0,980	0,936	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,961	0,246	0,011	-1,765	-0,157	
		Outros	-0,410	0,256	0,747	-1,240	0,420	
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,939	0,249	0,010	-1,731	-0,147	
		Outros	-0,388	0,260	0,807	-1,209	0,433	
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,551	0,194	0,104	-0,058	1,161	
	SMED	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	-0,247	0,282	0,986	-1,177	0,683
			Fabricação de produtos de madeira	0,384	0,191	0,478	-0,207	0,976
Fabricação de produtos químicos			0,540	0,205	0,168	-0,109	1,188	
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico			0,110	0,235	1,000	-0,639	0,859	
Fabricação de produtos de minerais não metálicos			0,515	0,226	0,318	-0,190	1,219	
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos			-0,196	0,262	0,995	-1,023	0,631	
Fabricação de bebidas		Outros	0,080	0,228	1,000	-0,628	0,789	
		Fabricação de produtos de madeira	0,631	0,265	0,301	-0,263	1,526	
		Fabricação de produtos químicos	0,786	0,275	0,132	-0,136	1,709	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,357	0,298	0,925	-0,625	1,339	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,762	0,291	0,194	-0,194	1,717	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,051	0,320	1,000	-0,985	1,087	
Fabricação de produtos de madeira		Outros	0,327	0,293	0,947	-0,632	1,286	
		Fabricação de produtos químicos	0,155	0,181	0,988	-0,431	0,741	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,274	0,214	0,898	-0,971	0,423	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,130	0,204	0,998	-0,514	0,775	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,581	0,243	0,277	-1,360	0,198	
		Outros	-0,304	0,207	0,819	-0,952	0,344	
Fabricação de produtos químicos		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,430	0,226	0,564	-1,169	0,310	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,025	0,217	1,000	-0,719	0,669	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,736	0,254	0,103	-1,552	0,080	
		Outros	-0,459	0,219	0,434	-1,157	0,238	
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,405	0,245	0,719	-0,381	1,190	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,306	0,279	0,954	-1,197	0,585	
		Outros	-0,030	0,248	1,000	-0,819	0,759	
Fabricação de produtos de minerais não metálicos		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,711	0,271	0,174	-1,570	0,149	
		Outros	-0,435	0,239	0,610	-1,184	0,315	
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos		Outros	0,276	0,273	0,971	-0,587	1,140	

APÊNDICE D - ANÁLISE *POST HOC* DA MANOVA DO GRUPO DE SETORES EMPRESARIAIS (CONTINUAÇÃO)

		Multiple Comparisons						
Dependent Variable	Setor industrial (I)	Setor industrial (J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
HRM	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	-0,731	0,279	0,205	-1,671	0,208	
		Fabricação de produtos de madeira*	0,680	0,175	0,005	0,136	1,225	
		Fabricação de produtos químicos	0,373	0,167	0,352	-0,155	0,901	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico*	0,735	0,213	0,029	0,049	1,421	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,470	0,259	0,614	-0,352	1,293	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,247	0,227	0,956	-0,966	0,471	
		Outros	0,318	0,201	0,760	-0,308	0,944	
	Fabricação de bebidas	Fabricação de produtos de madeira*	1,412	0,276	0,001	0,477	2,346	
		Fabricação de produtos químicos*	1,104	0,271	0,013	0,177	2,031	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico*	1,466	0,302	0,001	0,466	2,467	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos*	1,202	0,336	0,022	0,115	2,288	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,484	0,312	0,773	-0,537	1,505	
		Outros*	1,049	0,293	0,028	0,077	2,021	
		Outros	-0,308	0,163	0,565	-0,828	0,212	
	Fabricação de produtos de madeira	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,055	0,210	1,000	-0,625	0,734	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,210	0,256	0,991	-1,026	0,606	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,928	0,224	0,003	-1,639	-0,217	
		Outros	-0,363	0,197	0,596	-0,980	0,255	
	Fabricação de produtos químicos	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,362	0,203	0,636	-0,305	1,030	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,098	0,251	1,000	-0,707	0,902	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,620	0,217	0,113	-1,319	0,078	
		Outros	-0,055	0,190	1,000	-0,658	0,547	
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,265	0,284	0,981	-1,167	0,638	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,982	0,254	0,009	-1,795	-0,169	
		Outros	-0,417	0,232	0,623	-1,157	0,322	
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,718	0,294	0,244	-1,646	0,211	
		Outros	-0,153	0,275	0,999	-1,020	0,715	
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,565	0,244	0,306	-0,205	1,336	
	FLOW	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	-0,511	0,216	0,295	-1,218	0,196
			Fabricação de produtos de madeira	0,137	0,182	0,995	-0,429	0,703
			Fabricação de produtos químicos*	1,004	0,240	0,007	0,206	1,802
			Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,171	0,229	0,995	-0,575	0,917
Fabricação de produtos de minerais não metálicos*			1,006	0,246	0,004	0,226	1,785	
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos			0,024	0,223	1,000	-0,681	0,730	
Outros			0,277	0,199	0,859	-0,344	0,898	
Fabricação de bebidas		Fabricação de produtos de madeira	0,648	0,223	0,109	-0,080	1,376	
		Fabricação de produtos químicos*	1,515	0,272	0,000	0,617	2,413	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,682	0,263	0,200	-0,177	1,540	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos*	1,516	0,278	0,000	0,629	2,404	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,535	0,257	0,447	-0,293	1,363	
		Outros*	0,788	0,237	0,040	0,022	1,554	
Fabricação de produtos de madeira		Fabricação de produtos químicos*	0,867	0,247	0,031	0,052	1,682	
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,034	0,236	1,000	-0,732	0,800	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos*	0,869	0,252	0,024	0,070	1,668	
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,113	0,230	1,000	-0,841	0,615	
		Outros	0,140	0,207	0,997	-0,508	0,788	
Fabricação de produtos químicos		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,833	0,284	0,102	-1,760	0,094	
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,002	0,297	1,000	-0,952	0,956	
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,980	0,278	0,025	-1,881	-0,079		
	Outros	-0,727	0,260	0,134	-1,574	0,120		
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,835	0,288	0,099	-0,084	1,754		
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,147	0,269	0,999	-1,009	0,715		
	Outros	0,106	0,250	1,000	-0,697	0,909		
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,981	0,283	0,022	-1,875	-0,088		
	Outros	-0,729	0,265	0,130	-1,564	0,107		
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,253	0,244	0,967	-0,516	1,021		

APÊNDICE D - ANÁLISE *POST HOC* DA MANOVA DO GRUPO DE SETORES EMPRESARIAIS (CONTINUAÇÃO)

Dependent Variable	Setor industrial (I)	Setor industrial (J)	Multiple Comparisons					95% Confidence Interval	
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound		
TPM	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	-0,317	0,347	0,981	-1,506	0,872		
		Fabricação de produtos de madeira	-0,086	0,173	1,000	-0,624	0,451		
		Fabricação de produtos químicos	-0,211	0,191	0,952	-0,826	0,403		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,192	0,252	0,994	-0,633	1,018		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,412	0,242	0,686	-0,354	1,178		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,831	0,223	0,011	-1,537	-0,126		
		Outros	-0,121	0,211	0,999	-0,780	0,537		
	Fabricação de bebidas	Fabricação de produtos de madeira	0,231	0,343	0,997	-0,953	1,414		
		Fabricação de produtos químicos	0,106	0,353	1,000	-1,099	1,310		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,509	0,389	0,887	-0,783	1,801		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,729	0,383	0,561	-0,539	1,998		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,514	0,371	0,854	-1,756	0,727		
		Outros	0,196	0,364	0,999	-1,028	1,420		
		Fabricação de produtos de madeira	Fabricação de produtos químicos	-0,125	0,185	0,997	-0,726	0,475	
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico		0,278	0,247	0,945	-0,537	1,093		
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos		0,499	0,237	0,429	-0,255	1,252		
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*		-0,745	0,218	0,027	-1,437	-0,053		
	Outros		-0,035	0,205	1,000	-0,679	0,608		
	Fabricação de produtos químicos	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,404	0,261	0,775	-0,452	1,259		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,624	0,251	0,229	-0,177	1,424		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,620	0,232	0,165	-1,365	0,125		
		Outros	0,090	0,221	1,000	-0,613	0,793		
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,220	0,300	0,995	-0,739	1,180		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-1,023	0,285	0,020	-1,940	-0,107		
		Outros	-0,313	0,275	0,944	-1,200	0,573		
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-1,244	0,276	0,001	-2,114	-0,374		
		Outros	-0,534	0,266	0,488	-1,370	0,303		
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,710	0,249	0,102	-0,073	1,493		
Outros		0,182	0,376	1,000	-1,129	1,494			
PULL	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de produtos de madeira*	1,359	0,206	0,000	0,709	2,009		
		Fabricação de produtos químicos	0,515	0,215	0,292	-0,203	1,232		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,366	0,174	0,434	-0,194	0,927		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos*	0,721	0,208	0,023	0,062	1,381		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,196	0,195	0,972	-0,424	0,815		
		Outros	0,219	0,183	0,930	-0,352	0,790		
		Outros	1,177	0,403	0,121	-0,184	2,537		
	Fabricação de bebidas	Fabricação de produtos químicos	0,332	0,407	0,990	-1,044	1,708		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,184	0,387	1,000	-1,148	1,515		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,539	0,403	0,874	-0,824	1,902		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,013	0,397	1,000	-1,337	1,363		
		Outros	0,037	0,391	1,000	-1,300	1,374		
	Fabricação de produtos de madeira	Fabricação de produtos químicos*	-0,844	0,258	0,044	-1,676	-0,013		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico*	-0,993	0,226	0,001	-1,708	-0,278		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,638	0,252	0,205	-1,431	0,155		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-1,163	0,242	0,000	-1,925	-0,402		
		Outros	-1,140	0,232	0,000	-1,867	-0,413		
	Fabricação de produtos químicos	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,148	0,234	0,998	-0,919	0,622		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,207	0,260	0,992	-0,630	1,044		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,319	0,250	0,900	-1,129	0,491		
		Outros	-0,295	0,240	0,916	-1,075	0,485		
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,355	0,227	0,769	-0,368	1,078		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,171	0,216	0,993	-0,859	0,518		
		Outros	-0,147	0,204	0,996	-0,795	0,501		
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,526	0,244	0,393	-1,294	0,243		
		Outros	-0,502	0,234	0,397	-1,237	0,232		
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,024	0,222	1,000	-0,676	0,723		

APÊNDICE D - ANÁLISE *POST HOC* DA MANOVA DO GRUPO DE SETORES EMPRESARIAIS (CONTINUAÇÃO)

Dependent Variable	Setor industrial (I)	Setor industrial (J)	Multiple Comparisons					95% Confidence Interval	
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound		
CIN	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	0,086	0,254	1,000	-0,762	0,934		
		Fabricação de produtos de madeira	0,387	0,208	0,579	-0,262	1,037		
		Fabricação de produtos químicos	0,274	0,289	0,977	-0,705	1,253		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,235	0,268	0,985	-0,646	1,116		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,141	0,223	0,998	-0,561	0,844		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,125	0,258	1,000	-0,947	0,698		
		Outros	-0,029	0,211	1,000	-0,688	0,631		
	Fabricação de bebidas	Fabricação de produtos de madeira	0,301	0,276	0,954	-0,603	1,205		
		Fabricação de produtos químicos	0,188	0,342	0,999	-0,941	1,316		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,149	0,324	1,000	-0,907	1,205		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,055	0,288	1,000	-0,881	0,991		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,211	0,316	0,997	-1,229	0,807		
		Outros	-0,115	0,279	1,000	-1,025	0,796		
	Fabricação de produtos de madeira	Fabricação de produtos químicos	-0,113	0,309	1,000	-1,138	0,911		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,152	0,289	0,999	-1,088	0,784		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,246	0,248	0,974	-1,025	0,534		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,512	0,280	0,604	-1,398	0,374		
		Outros	-0,416	0,238	0,656	-1,159	0,328		
	Fabricação de produtos químicos	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,039	0,352	1,000	-1,191	1,114		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,132	0,320	1,000	-1,183	0,918		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,398	0,345	0,938	-1,519	0,722		
		Outros	-0,302	0,312	0,975	-1,332	0,727		
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,094	0,300	1,000	-1,061	0,874		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,360	0,327	0,953	-1,407	0,687		
Outros		-0,264	0,292	0,984	-1,206	0,679			
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,266	0,291	0,983	-1,187	0,655			
	Outros	-0,170	0,251	0,997	-0,958	0,618			
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,096	0,283	1,000	-0,797	0,990			
SPC	Fabricação de produtos alimentícios	Fabricação de bebidas	-0,385	0,349	0,948	-1,579	0,809		
		Fabricação de produtos de madeira*	1,089	0,198	0,000	0,472	1,706		
		Fabricação de produtos químicos	0,835	0,288	0,124	-0,133	1,802		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico*	0,718	0,196	0,014	0,095	1,342		
		Fabricação de produtos de minerais não metálicos*	0,714	0,169	0,001	0,190	1,237		
		Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,044	0,198	1,000	-0,663	0,575		
		Outros	0,538	0,207	0,170	-0,106	1,182		
	Fabricação de bebidas	Fabricação de produtos de madeira*	1,474	0,356	0,011	0,265	2,683		
		Fabricação de produtos químicos	1,220	0,413	0,104	-0,143	2,583		
		Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	1,103	0,355	0,089	-0,105	2,312		
Fabricação de produtos de minerais não metálicos		1,099	0,340	0,078	-0,081	2,279			
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos		0,341	0,356	0,975	-0,868	1,550			
Outros		0,923	0,361	0,229	-0,295	2,142			
Fabricação de produtos de madeira	Fabricação de produtos químicos	-0,254	0,296	0,987	-1,242	0,733			
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,371	0,208	0,637	-1,034	0,293			
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,375	0,183	0,456	-0,950	0,200			
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-1,133	0,210	0,000	-1,793	-0,473			
	Outros	-0,551	0,218	0,204	-1,234	0,132			
Fabricação de produtos químicos	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-0,116	0,295	1,000	-1,105	0,873			
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,121	0,277	1,000	-1,069	0,827			
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,878	0,296	0,106	-1,867	0,110			
	Outros	-0,296	0,302	0,973	-1,297	0,705			
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-0,005	0,181	1,000	-0,589	0,580			
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,762	0,208	0,015	-1,427	-0,097			
	Outros	-0,180	0,217	0,990	-0,867	0,507			
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*	-0,757	0,182	0,003	-1,335	-0,179			
	Outros	-0,175	0,192	0,984	-0,779	0,428			
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Outros	0,582	0,218	0,152	-0,102	1,267			

Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,820.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Fonte: Do Autor (2016)

**APÊNDICE E - ANÁLISE *POST HOC* DA MANOVA DO GRUPO
TIPOLOGIA PRODUTIVA PRINCIPAL**

Multiple Comparisons							
Dependent Variable	I	J	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
SUF	MTS	MTO	0,442	0,196	0,072	-0,032	0,916
		ETO	0,168	0,230	0,753	-0,481	0,818
	MTO	ETO	-0,274	0,285	0,609	-1,001	0,452
SMED	MTS	MTO	-0,087	0,203	0,905	-0,578	0,405
		ETO	-0,303	0,364	0,695	-1,356	0,749
	MTO	ETO	-0,217	0,404	0,855	-1,304	0,870
HRM	MTS	MTO	-0,157	0,201	0,719	-0,645	0,332
		ETO	-0,411	0,360	0,518	-1,452	0,629
	MTO	ETO	-0,255	0,400	0,804	-1,330	0,821
FLOW	MTS	MTO	0,439	0,200	0,084	-0,047	0,924
		ETO	0,474	0,350	0,409	-0,537	1,484
	MTO	ETO	0,035	0,391	0,996	-1,012	1,082
TPM	MTS	MTO	0,292	0,179	0,240	-0,139	0,724
		ETO	-0,704	0,417	0,271	-1,915	0,507
	MTO	ETO	-0,996	0,442	0,113	-2,223	0,230
PULL	MTS	MTO	0,146	0,193	0,733	-0,322	0,613
		ETO	0,136	0,403	0,940	-1,035	1,306
	MTO	ETO	-0,010	0,436	1,000	-1,203	1,183
CIN	MTS	MTO	-0,415	0,192	0,089	-0,879	0,050
		ETO	-1,145	0,404	0,055	-2,318	0,029
	MTO	ETO	-0,730	0,437	0,262	-1,926	0,466
SPC	MTS	MTO	0,342	0,154	0,075	-0,028	0,711
		ETO	-0,551	0,352	0,315	-1,566	0,463
	MTO	ETO	-0,893	0,369	0,088	-1,919	0,132

Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,981.

Fonte: Do Autor (2016)

