



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO MESQUITA FILHO”  
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**EPAMINONDAS RODRIGUES SOARES JUNIOR**

**PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO DE  
MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DO PROGRAMA *LEAN*  
EM EMPRESA DO SEGMENTO QUÍMICO:  
SEGUNDO ABORDAGEM DO MDE, BASE *LESAT*  
& *BALDRIGE*.**

**Guaratinguetá**

**2016**

EPAMINONDAS RODRIGUES SOARES JUNIOR

**PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DO  
PROGRAMA *LEAN* EM EMPRESA DO SEGMENTO QUÍMICO: SEGUNDO  
ABORDAGEM DO MDE, BASE *LESAT & BALDRIGE*.**

Tese a ser apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica na área de Gestão e Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Robisom Damasceno Calado

Guaratinguetá

2016


S676p	<p>Soares Junior, Epaminondas Rodrigues</p> <p>Proposta de um Instrumento de Medição e Avaliação do Programa Lean em Empresa do Segmento Químico: segundo abordagem do MDE, Base LESAT &amp; BALBRIGE / Epaminondas Rodrigues Soares Junior – Guaratinguetá, 2016</p> <p>126 f.: il.</p> <p>Bibliografia: f. 120-126</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva</p> <p>Coorientador: Prof. Dr. Robisom Damasceno Calado</p> <p>1. Produção enxuta 2. Empresas - crescimento 3. Gestão da qualidade total. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 65.011.4(043)</p>
-------	---

*EPAMINONDAS RODRIGUES SOARES JUNIOR*

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA  
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

  
Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA  
Orientador / Unesp-Feg

  
Prof. Dr. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA  
Unesp - Feg

  
Prof. Dr. NELSON TAVARES MATIAS  
UERJ

  
Prof. Dr. FABRICIO MACIEL GOMES  
EEL/USP

  
Prof. Dr. ROSINEI BATISTA RIBEIRO  
FATEA/ISPIC

Agosto de 2016

## **DADOS CURRICULARES**

### **EPAMINONDAS RODRIGUES SOARES JUNIOR**

NASCIMENTO	01/08/1963 - Guaratinguetá/ SP
FILIAÇÃO	Epaminondas Rodrigues Soares Maria Aparecida Rodrigues Soares
1982/1986	Curso de Graduação em Engenharia Industrial Química, na Faculdade de Engenharia Química de Lorena
2002/2003	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, na área de Novos Materiais e Química Fina, no nível de mestrado, na Faculdade de Engenharia Química de Lorena
2009/2011	Curso de Pós-Graduação de MBA em Gestão Empresarial, na Universidade de Taubaté
2014/2016	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, na área de Gestão e Otimização, no nível de doutorado, na Faculdade de Engenharia no Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Messias Borges Silva pela orientação e apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Robisom Damasceno Calado, pelo incentivo e brilhantes sugestões no período de desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus pais, Epaminondas Rodrigues Soares (*in memoriam*) e Maria Aparecida Rodrigues Soares (*in memoriam*), que sempre foram meus exemplos e incentivadores.

À minha esposa Priscilla, que esteve sempre ao meu lado.

As minhas filhas Luma e Aline que são a razão da minha existência.

Aos Profs. Drs. Fernando Augusto Silva Marins e Aneirson Francisco da Silva, que sempre tiveram sugestões para melhorar esta Tese.

A Srta. Luciana Arraes, “quase” Engenheira de Produção pela UNISAL, que de forma dedicada me apoia e suporta em todas as atividades do trabalho de pesquisa.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SOARES JR., E.R. Proposta de um instrumento de medição e avaliação do programa *Lean* em empresa do segmento químico: segundo abordagem do MDE, base *Lesat & Baldrige*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

## RESUMO

Esta pesquisa teve o objetivo de diagnosticar o nível de maturidade de diversas unidades produtivas de uma empresa do ramo químico e se elas poderiam ser consideradas Classe Mundial, identificando os pontos fortes e fracos da gestão de cada uma das fábricas analisadas, visando buscar oportunidades de melhoria em seu Sistema de Gestão. O método científico utilizado, as limitações da pesquisa e implicações, os resultados de investigação e pesquisa são exploratórios. O estudo foi feito por meio de uma pesquisa tipo *Survey* por análise combinada inicialmente qualitativa e em seguida quantitativa, referente ao grau de maturidade das empresas analisadas, utilizando-se do método de Análise de Correlação *Grey*. Referente ao método de pesquisa, foi utilizado o questionário combinado do *LAI Enterprise Self-assessment Tool (Lesat)* do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* e *Baldrige Performance Excellence Program do National Institute of Standards and Technology (NIST)* do *United States Department of Commerce*, aplicados ao Método de Diagnóstico de Empresas (MDE). Pesquisas futuras podem ser realizadas em estudos de correlação entre um número maior de empresas de manufatura de outros segmentos. Este estudo amplo e com diversidade de organizações proporcionará um melhor entendimento do nível maturidade das organizações. A contribuição do estudo está na capacidade de diagnosticar o nível de maturidade da organização pesquisada. Avaliar se a aplicação das ferramentas do MDE, *Lesat*, *Baldrige* e *Grey System* entre as diversas fábricas de uma empresa do ramo químico pesquisadas têm sido capazes de identificar os pontos fortes e fracos desta organização. O estudo resultou na identificação de uma forma sistêmica de orientar a necessidade de novos projetos e ações para apoiar e elaborar o planejamento estratégico da empresa química pesquisada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção Enxuta. Sistema *Grey*. Diagnóstico de Empresas. *Lesat*. *Baldrige*.

SOARES JR., E.R. Proposal for an instrument of measurement and evaluation of Lean Program in a chemical company: according approach of BDM, basis Lesat & Baldrige. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) - College of Engineering Campus Guaratinguetá, Paulista State University, Guaratinguetá, 2016.

## **ABSTRACT**

This research had the purpose to diagnose the level of maturity of the several production plants in a chemical industry and evaluate if they could be consider World Class, in order to identify the strengths and weaknesses of the management of each of the analyzed factories, to identify opportunities for improvement in its Management System. The scientific method used, research limitations and implications, the results of investigation and research are exploratory. This study done through a survey type Survey combined qualitative analysis initially and then quantitative, concerning the degree of maturity of the factories analyzed, using Grey Correlation analysis method. Concerning the study method was the combined questionnaire LAI Enterprise Self-assessment Tool (Lesat) of Massachusetts Institute of Technology (MIT) and Baldrige Performance Excellence Program of the National Institute of Standards and Technology (NIST) of the United States Department of Commerce, using the Business Diagnostic Method (BDM). Future research can be carry out and correlation studies among a larger number of other branches manufacturing companies can be perform. A larger study with a diversity of organizations will provide a better understanding of the maturity level of the organizations. The contribution of this study is in the ability to diagnose the organization's maturity level. Evaluate if the application of BDM, Lesat & Baldrige and Grey System tools between the different factories inside a chemical company surveyed have been able to identify the strengths and weaknesses of this organization. The study resulted in the identification of a systemic way to guide the need for new projects and initiatives to support and develop the strategic planning of the chemical company researched.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing. Grey System. Business Diagnoses. Lesat. Baldrige.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Etapas de execução de um levantamento do tipo Survey (FORZA, 2002).....	23
Figura 2 Processo de Pesquisa. Adaptado de Cooper e Schindler (2003).....	25
Figura 3 Metodologia científica. Adaptado de Martins (1998); Yin (2010). ....	27
Figura 4 Comparativo da produção puxada com a produção empurrada .....	31
Figura 5 Princípios e ferramentas do modelo <i>Lean</i> nas etapas de um projeto de melhoria (MIYAKE, 2008) .....	34
Figura 6 Roteiro de Transformação LAI .....	46
Figura 7 Modelo estrutural para os critérios Baldrige (WILSON; COLLIER, 2000)....	49
Figura 8 Analogia com o boxe (SEIBEL, 2001) .....	50
Figura 9 Indicadores de desempenho de acordo com <i>Lesat &amp; Baldrige</i> .....	52
Figura 10 Indicadores de Desempenho .....	53
Figura 11 Estratégia de melhoria. Adaptado de Cudney (2009) .....	60
Figura 12 Sistema de Estratégia de Negócio (CUDNEY, 2009).....	60
Figura 13 Passos do Catchball. Adaptado de Calado <i>et al.</i> (2014) .....	61
Figura 14 Níveis de necessidade da organização (CUDNEY, 2009) .....	62
Figura 15 Times e estágios de mudança (JACKSON, 2006) .....	63
Figura 16 Modelo de Gerenciamento Estratégico Integrado ao MDE e Hoshin Kanri (CALADO <i>et al.</i> , 2014).....	66
Figura 17 Estrutura do Método de Diagnóstico de Empresa (CALADO <i>et al.</i> , 2014) ..	68
Figura 18 Etapas e descrição do Método de Diagnóstico de Empresa. Adaptado de Calado <i>et al.</i> (2014) .....	69
Figura 19 Modelo de gerenciamento estratégico integrado ao MDE e <i>Hoshin Kanri</i> (CALADO <i>et al.</i> , 2014).....	71
Figura 20 Avaliação dos Indicadores - Produção Enxuta da empresa química.....	82
Figura 21 Matrix X (índice positivo).....	83
Figura 22 Matriz $\Delta$ (diferença absoluta) .....	84
Figura 23 Matriz $\varepsilon$ (transformação de dados da diferença absoluta).....	85
Figura 24 Matriz $r$ (grau de correlação).....	86
Figura 25 Transformação <i>Lean</i> .....	87
Figura 26 Ciclo de processos de manufatura.....	88
Figura 27 Facilitar Infraestrutura.....	88

Figura 28 Indicadores de desempenho da fábrica A.....	89
Figura 29 Transformação <i>Lean</i> .....	90
Figura 30 Ciclo de processos de manufatura.....	90
Figura 31 Facilitar Infraestrutura.....	91
Figura 32 Indicadores de desempenho da fábrica B.....	91
Figura 33 Transformação <i>Lean</i> .....	92
Figura 34 Ciclo de processos de manufatura.....	93
Figura 35 Facilitar Infraestrutura.....	93
Figura 36 Indicadores de desempenho da fábrica C.....	94
Figura 37 Transformação <i>Lean</i> .....	95
Figura 38 Ciclo de processos de manufatura.....	95
Figura 39 Facilitar Infraestrutura.....	96
Figura 40 Indicadores de desempenho da fábrica D.....	96
Figura 41 Transformação <i>Lean</i> .....	97
Figura 42 Ciclo de processos de manufatura.....	98
Figura 43 Facilitar Infraestrutura.....	98
Figura 44 Indicadores de desempenho da fábrica E.....	99
Figura 45 Classificação das Fábricas ABCDE.....	109
Figura 46 <i>Boxplot</i> da correlação ( $r_i$ ) dos indicadores da empresa química.....	110
Figura 47 Histograma correlação ( $r_i$ ) dos indicadores da empresa química.....	111
Figura 48 Resumo correlação ( $r$ ) dos indicadores da empresa química.....	112

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 Ocorrência de palavras-chave.....	20
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Requisitos dos Tipos de Survey (FORZA, 2002).....	23
Quadro 2 Prazo para o salto do pensamento enxuto (WOMACK ; JONES, 1998) .....	33
Quadro 3 Indicadores de Desempenho .....	54
Quadro 4 Índice técnico de economia para avaliar as melhorias de projeto (TIE-JUN ; SHA, 2008).....	56
Quadro 5 Quantidade de índice de avaliação .....	56
Quadro 6 Os quatro times e os sete passos Hoshin (JACKSON, 2006).....	64
Quadro 7 Os principais pontos fortes da empresa química (Q3).....	112

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ABIQUIM - Associao Brasileira da Indústria Química  
AHP - *Analytic Hierarchy Process*  
B2B - *Business To Business*  
BDM - *Business Diagnostic Method*  
CEP - Controle Estatístico de Processo  
DCS - *Digital Control System*  
DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconmicos  
ERP - *Enterprise Resource Planning*  
HD - *Hard Disk*  
JIT - *Just in Time*  
LAI - *Lean Advanced Initiative*  
LBS - *London Business School*  
LESAT - *Lean Enterprise Self-assessment Tool*  
MBNQA - *Malcolm Baldrige National Quality Award*  
MDE - Método de Diagnóstico de Empresas  
MFV - Mapeamento do Fluxo de Valor  
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*  
NIST - *National Institute of Standards and Technology*  
PCP - Planejamento, Controle, Programaao e Controle da Produao  
PR - Prtica  
PF - Performance  
Q - Quartil  
RINEN - Rede Integrada de Emergência  
SIPAT – Semana Interna de Prevenao de Acidente de Trabalho  
SMED - *Single Minute Exchange of Die*  
S&OP - *Sales and Operations Planning*  
TI - Tecnologia da Informaao  
TPM - *Total Productivity Maintenance* – Manutenao Produtiva Total-  
TQC - *Total Quality Control* – Controle de Qualidade Total  
VMI - *Vendor Managed Inventory*  
VSM - *Value Stream Mapping*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1. MOTIVAÇÃO .....	16
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	17
1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO .....	18
<b>1.3.1. Objetivo Geral</b> .....	18
<b>1.3.2. Objetivos Específicos</b> .....	18
1.4. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA.....	19
1.5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	20
1.6. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA .....	21
1.7. MÉTODO CIENTÍFICO DE PESQUISA .....	22
<b>1.7.1. Aspectos da Metodologia Científica</b> .....	24
<b>1.7.2. Estrutura do Trabalho</b> .....	27
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	29
2.1. PRODUÇÃO ENXUTA .....	29
<b>2.1.1. Mentalidade Enxuta</b> .....	31
<b>2.1.2. Princípios <i>Lean</i></b> .....	33
<b>2.1.3. Sistema Puxado</b> .....	34
<b>2.1.4. Desperdícios</b> .....	36
<b>2.1.5. Ferramentas da Produção Enxuta</b> .....	38
2.1.5.1. Troca Rápida de Ferramental.....	38
2.1.5.2. Quadro <i>Kaizen</i> ( <i>Kaizen Board</i> ).....	39
2.1.5.3. Semana <i>Kaizen</i> ( <i>Kaizen Blitz</i> ).....	40
2.1.5.4. Mapeamento do Fluxo de Valor.....	40
2.2. FERRAMENTA DE ALTO-AVALIAÇÃO LEAN NAS ORGANIZAÇÕES - <i>LESAT</i> .....	42
<b>2.2.1. Estrutura das Matrizes de Avaliação <i>Lesat</i></b> .....	43
<b>2.2.2. Ciclo de Vida do Produto</b> .....	46
<b>2.2.3. Instruções do <i>Lesat</i></b> .....	47
2.3. CRITÉRIO PARA EXCELÊNCIA DE DESEMPENHO – <i>BALDRIGE</i> .....	48
<b>2.3.1. A Estrutura e <i>Design</i> do Modelo <i>Baldrige</i></b> .....	48
2.4. ORGANIZAÇÃO CLASSE MUNDIAL.....	49
<b>2.4.1. Classificação das Organizações</b> .....	50

2.5.	SISTEMA <i>GREY</i> .....	55
2.6.	<i>HOSHIN KANRI</i> .....	59
2.6.1.	<i>Catchball &amp; Hoshin Kanri</i> .....	61
2.6.2.	Níveis de Necessidade da Organização.....	61
2.6.3.	Planejamento <i>Hoshin Kanri</i> de Jackson.....	62
2.6.4.	<i>Hoshin Kanri</i> para a Empresa Enxuta.....	63
2.7.	MÉTODO DE DIAGNÓSTICO DE EMPRESAS – MDE .....	65
2.7.1.	Estrutura do MDE .....	65
2.7.2.	Etapas do MDE .....	67
2.7.3.	Princípios básicos do Método de Diagnóstico de Empresa.....	70
2.7.4.	MDE integrado ao gerenciamento estratégico.....	70
3.	MÉTODO.....	73
3.1.	MDE APLICADO NO SEGMENTO INDUSTRIAL DE UMA EMPRESA QUÍMICA .....	73
3.2.	PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DO MDE NA EMPRESA QUÍMICA - <i>PLAN</i> DO PDCA .....	74
3.3.	EXECUÇÃO DA APLICAÇÃO DO MDE NA EMPRESA QUÍMICA - <i>DO</i> DO PDCA .....	75
3.4.	VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DO MDE NA EMPRESA QUÍMICA - <i>CHECK</i> DO PDCA .....	78
3.5.	RESULTADO DA PESQUISA BASEADA NO MDE NA EMPRESA QUÍMICA – <i>ACTION</i> DO PDCA.....	80
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	81
4.1.	MÉTODO DE SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES PARA A EMPRESA QUÍMICA PESQUISADA.....	82
4.2.	AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA A .....	87
4.3.	AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA B .....	89
4.4.	AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA C .....	92
4.5.	AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA D.....	94
4.6.	AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA E .....	97
4.7.	AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DO DIAGNÓSTICO DAS FÁBRICAS.....	99
4.8.	CLASSIFICAÇÃO DA EMPRESA QUÍMICA.....	109
4.9.	PRINCIPAIS PONTOS FORTES DA EMPRESA QUÍMICA.....	110
4.10.	PRINCIPAIS PONTOS FRACOS DA EMPRESA QUÍMICA .....	114

4.11.	ANÁLISE DE RESULTADOS .....	115
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>117</b>
5.1.	ATENDIMENTO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS.....	117
5.2.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	118
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>120</b>



## 1. INTRODUÇÃO

As organizações sejam de pequeno, médio ou de grande porte, seguem a tendência mundial em busca de novas estratégias que possam contribuir para uma produção livre de desperdícios, atendendo as expectativas de clientes e colaboradores em equilíbrio com as metas a serem alcançadas. Estes desperdícios encarecem o produto final, que não consegue competir com a entrada de produtos importados, impactando diretamente no elevado “custo Brasil”. Podem-se citar alguns problemas atuais, como: atrasos nas entregas, perdas de faturamento e principalmente a “desindustrialização”.

A produção enxuta foi definida por Womack e Jones (1998) como um sistema de organização industrial, inspirado no sistema Toyota de Produção, que tem como meta a eliminação de qualquer tipo de desperdício, possibilitando produtos e serviços de alta qualidade, ao menor custo possível e atendendo da melhor forma às necessidades dos clientes.

Este sistema de organização da manufatura é muito utilizado na indústria automobilística. Para tanto, neste trabalho verifica-se se uma empresa química mundial, que implantou o sistema de produção enxuta é classificada como Classe Mundial e se não, qual é o nível de maturidade desta organização. O nível de maturidade é possível de ser medido pelos questionários combinados do *LAI Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT)* do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* e *Baldrige Performance Excellence Program do National Institute of Standards and Technology (NIST)* do *United States Department of Commerce*, utilizando o Método de Diagnóstico de Empresas (MDE). Após esta análise foi realizada uma analogia para verificar o nível de maturidade das cinco fábricas envolvidas no complexo químico pesquisado e por meio da Análise de Correlação *Grey* foi verificado os pontos fortes e fracos desta organização. A identificação das fragilidades e um plano de ação efetivo poderão contribuir com o planejamento estratégico a médio e longo prazo.

### 1.1. MOTIVAÇÃO

Nas empresas de manufatura há uma exigência crescente para que as decisões gerenciais sejam tomadas de acordo com o planejamento estratégico da empresa. Desta forma, é importante estudar e conhecer todos os aspectos envolvidos na tomada de decisão. Portanto, é interessante estudar todos os fatores que poderão contribuir para alavancar o objetivo da organização e todos os fatores que estarão dificultando este processo.

Neste trabalho foi aplicado o Método de Diagnóstico de Empresa (MDE) a partir das definições e perspectiva *top down* (ou seja, de cima para baixo), utilizando-se de método científico, em que ao final da pesquisa resultou num relatório técnico com as diversas oportunidades de melhoria que poderiam ser utilizadas para a condução do planejamento estratégico de médio e longo prazo.

O pesquisador, membro integrante da empresa pesquisada, foi beneficiado pelo aporte de conhecimento recebido e desenvolvido em tópicos relevantes e atuais como *Lean Production*, Teoria do Sistema *Grey*, Planejamento *Hoshin*, Gerenciamento Estratégico, *Lesat & Baldrige*. Tais conhecimentos são fundamentais para o aumento do resultado a partir dos ativos da empresa, com o propósito de atingir os objetivos econômicos do negócio.

Tal conhecimento obtido de forma participativa entre os diversos níveis hierárquicos da empresa pesquisada contribuirá para o aprimoramento do Método de Diagnóstico de Empresa (MDE). É possível também maximizar os investimentos por meio da transformação de gestão de produção convencional em gestão focada na aplicação da abordagem da Empresa Enxuta; como base o pesquisador pode orientar-se nos diversos trabalhos publicados sobre *Lean Production* (Empresa Enxuta) de pesquisadores como Earll Murman e Hugh McManus (MURMAN *et al.*, 2002), James Womack (WOMACK ; JONES, 1998), Deborah Nightingale (NIGHTINGALE ; RHODES, 2004), entre outros.

## 1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

É importante que ocorra um processo de convencimento da mudança do sistema de produção tradicional para o sistema de produção enxuta, com o devido desdobramento dos objetivos da empresa. Para tanto as seguintes questões foram elaboradas:

- Como mudar o sistema de manufatura de convencional para o sistema de produção enxuta e ainda assim estar coerente com o planejamento estratégico da organização?
- Como identificar as oportunidades de desenvolvimento de forma contributiva com os objetivos estratégicos da empresa?

As diversas fábricas, dentro de uma mesma organização, se encontram em diferentes níveis de maturidade. A aplicação do método de produção enxuta é realizada de acordo com os objetivos e a realidade de cada empresa. O diagnóstico e alinhamento das metas e diretrizes e a

escolha adequada da aplicação das ferramentas e métodos *Lean*, pode propiciar uma transformação do método de produção com consideráveis melhorias e mudança cultural dos diversos níveis envolvidos.

### 1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

#### 1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi adaptar e aplicar um roteiro baseado no Método de Diagnóstico de Empresa para caracterizar o nível de maturidade de uma empresa do setor químico, que implantou o programa de produção enxuta, verificando o quanto a organização pesquisada, com base amostral limitada a cinco fábricas de uma empresa do segmento químico, são consideradas Classe Mundial, segundo os indicadores do *Lesat & Baldrige*, para enxergar e alavancar propostas de projetos e ações integradas com o alinhamento estratégico *Hoshin Kanri*.

Elaborar um roteiro para a aplicação do Método de Diagnóstico de Empresa, a partir da utilização da pesquisa tipo *Survey*.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Aplicar o MDE para identificar as forças e fraquezas de maneira a sustentar a implantação e melhoria do programa de produção enxuta.
- Investigar como os conceitos da produção enxuta podem ser integrados ao MDE e verificar se os mesmos poderiam colaborar na solução dos problemas e na implantação de melhorias de forma sustentável.
- Verificar se o Método de Diagnóstico de Empresa seria viável para a aplicação na gestão estratégica das empresas do setor químico.
- Identificar qual é o nível de maturidade da empresa química pesquisada, considerando a implantação do programa de produção enxuta, segundo os indicadores do *Lesat & Baldrige*.

#### 1.4. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA

De acordo com o DIEESE (2015), o complexo industrial químico brasileiro representa 31,4 % do Valor Bruto da Produção Industrial nacional, empregando mais de 740 mil trabalhadores, fornecendo insumos e estimulando a industrialização nacional.

O complexo industrial químico pode ser segmentado, para fins de compreensão de sua abrangência, em três grandes grupos: produtos químicos para uso industrial, produtos químicos para uso final e transformação de plásticos e borrachas.

A empresa química pesquisada se encaixa no primeiro grupo, o que representa cerca de 45% dos R\$ 356,5 bilhões faturados em conjunto pelos segmentos de produtos químicos para uso industrial e produtos químicos para uso final, em 2014, segundo dados consolidados pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM).

Desde 2009, o faturamento líquido da indústria Química de Uso Industrial segue crescendo, quando analisados os valores em reais. Em 2014, o faturamento alcançou R\$ 160,8 bilhões. Resultado 2,8% maior que o verificado em 2013. Em dólares, o faturamento ficou em US\$ 69,7 bilhões, o que corresponde a uma redução de 3,5%, devido a valorização da moeda americana em relação ao real. A indústria Química brasileira faturou US\$ 156,7 bilhões em 2014. Deste total, 46% corresponde ao faturamento do segmento de produtos químicos de uso industrial.

Em 2015, percebeu-se uma redução da atividade, especialmente nas cadeias automobilística, da construção e de óleo e gás, a demanda por produtos químicos tem ficado em níveis baixos. Dados da ABIQUIM indicam que a demanda interna por produtos químicos de uso industrial caiu 4,1% de janeiro a julho de 2015, comparado com igual período do ano passado. Neste período, as vendas internas de produtos fabricados no país caíram 3,7%.

As indústrias a nível mundial têm substituído o sistema tradicional de produção em massa por iniciativas *Lean*. Esta transição é progressiva e depende de vários fatores. Porém o desempenho de implementação dos princípios *Lean*, em especial no Brasil se percebe que a adoção das práticas varia de forma significativa entre as indústrias (LUCATO *et al.*, 2014).

Nesta condição competitiva da empresa pesquisada, é importante para a estratégia de operações e logística que se tenha um gerenciamento estratégico integrado, com o objetivo de fabricar produtos com qualidade superior e custos competitivos. Neste cenário competitivo e global atual do segmento químico, é conveniente implantar o Método de Diagnóstico de Empresas (MDE) para melhor visualizar e reduzir os desperdícios.

Para se determinar a originalidade desta pesquisa, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando a base de dados *Scopus*, com o cruzamento das palavras chaves em suas mais diversas combinações (Tabela 1).

Tabela 1 Ocorrência de palavras-chave

<b>Palavras-Chave</b>	<b>Ocorrência</b>
Lean Manufacturing and Grey System	5
Lean Manufacturing and Business Diagnoses	4
Lean Manufacturing and Lesat	1
Lean Manufacturing and Baldrige	7
Grey System and Business Diagnoses	36
Grey System and Lesat	0
Grey System and Baldrige	0
Business Diagnoses and Lesat	0
Business Diagnoses and Baldrige	0
Lesat and Baldrige	0
Lean Manufacturing and Grey System and Business Diagnoses	1

Observando os dados da Tabela 1, constata-se que existem poucos estudos que combinam produção enxuta, sistema *Grey*, *Lesat & Baldrige*; a análise bibliométrica não reporta a implantação dessas combinações para utilização no MDE, assim como não foi possível encontrar trabalhos na literatura que associassem a utilização do questionário *Lesat & Baldrige* e muito menos ainda combinados com o sistema *Grey*.

Nota-se que há 36 publicações que exploram a utilização do sistema *Grey* com o MDE, ficando evidenciada uma predisposição desta ferramenta de correlação combinada com o MDE para esta finalidade.

### 1.5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi delimitada ao estudo de uma empresa química que implantou o programa de produção enxuta a nível global.

A população escolhida foi de fábricas que produzem produtos químicos diferentes para segmentos diversos da indústria nacional e para exportação, principalmente para a América do Sul.

O tamanho da amostra foi de cinco fábricas de um complexo químico e a pesquisa foi realizada em 2015 pelo método exploratório, usando um questionário com os indicadores de Práticas e Performance.

O questionário foi direcionado para as fábricas determinadas para coleta de dados e direcionado para a liderança (gerentes, engenheiros, coordenadores e supervisores), os quais respem queram à pesquisa.

As dúvidas e integralização das respostas foram obtidas por meio de workshops com os envolvidos / respem quentes da pesquisa.

## 1.6. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

A contribuição científica foi o desenvolvimento de um instrumento para avaliar a empresa pesquisada e se este método seria válido e confiável para indicar o desenvolvimento da empresa.

Também foram identificadas as forças e fraquezas com base na pesquisa realizada, detectando as lacunas das fábricas analisadas para que a empresa química pesquisada chegue ao nível de classe mundial.

A aplicação do questionário combinado do *Lesat & Baldrige*, utilizando o Método de Diagnóstico de Empresas, é inédito tanto para o próprio MDE como especialmente para a aplicação para uma empresa do segmento químico.

A utilização do Sistema Grey, até então utilizado para combinar os resultados de múltiplas organizações vinha sendo aplicado sempre no MDE combinado com o *Benchmarking*. Com esta pesquisa pôde-se utilizar o Sistema Grey para consolidar os resultados de 5 fábricas de um complexo químico a partir da aplicação do questionário base *Lesat & Baldrige*.

Estudos exploratórios de processo de *roll-out* (continuidade) de programa de produção enxuta em empresas multinacionais tem sido objeto de investigação com o objetivo de explorar todas as dimensões que podem afetar a performance de uma organização (SECCHI ; CAMUFFO, 2016).

Identificaram-se várias aplicações da produção enxuta nas publicações dos setores de computação (THE ECONOMIST, 2001), manufaturados, serviços e construção

(TOMMELEIN, 1998 ; TOMMELEIN , WEISSENBERGER, 1999), em relação às estratégias de aplicação do conceito *Lean* nos livros, artigos, e teses, porém nada específico para a indústria de química fina (*Fine Chemicals*). Da mesma forma, nenhuma aplicação do MDE, a partir do questionário do *Lesat & Baldrige* e posterior consolidação de resultados utilizando o Sistema *Grey*, foi encontrada na literatura.

## 1.7. MÉTODO CIENTÍFICO DE PESQUISA

A pesquisa deste trabalho baseia-se na pesquisa bibliográfica específica ao tema pré-estabelecido e se utilizou da pesquisa tipo *Survey*, em que formulou e recebeu as respostas da organização pesquisada. O diagnóstico do objetivo pesquisado se deu por meio das respostas do questionário padronizado com o envolvimento da liderança.

Quanto ao método de procedimento adotou-se no trabalho a estratégia de pesquisa denominada de pesquisa tipo *Survey*, tendo a participação dos funcionários de forma comprometida com o objeto de estudo. Os participantes foram os gestores, engenheiros, técnicos, coordenadores e usuários do próprio processo.

De acordo com Miguel (2012), a pesquisa tipo *Survey* é usada com frequência em investigações na área de engenharia de produção. Esta pesquisa também é chamada de pesquisa de avaliação, com o objetivo de desenvolver o conhecimento em uma área em especial, no caso sobre o processo de implantação do programa de produção enxuta.

O pesquisador controlou e planejou a ação do processo de investigação, definindo a pesquisa a ser realizada. A cooperação dos respondentes e a experiência com o processo contribuíram diretamente no resultado do objeto de estudo.

Há três tipos de questionários tipo *Survey*: exploratório, descritivo ou explanatório, que variam conforme seu objetivo principal (FORZA, 2002).

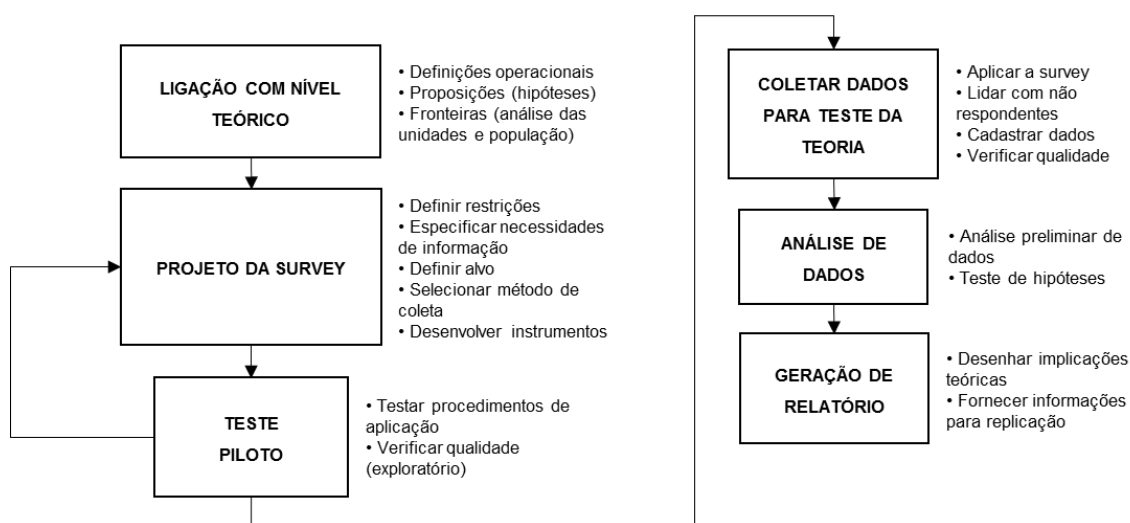
O questionário escolhido, tipo *Survey* explanatório, também chamado de confirmatório ou de teste de teoria, é utilizado quando se tem o conhecimento prévio do fenômeno desenvolvido teoricamente (MIGUEL, 2012).

De acordo com o Quadro 1, a pesquisa tipo explanatória requer rigor em seus requisitos, contribuindo com um resultado de maior robustez e melhor qualidade nas conclusões da investigação. Porém, a aplicação deste tipo de pesquisa deve ser conduzida com rigor metodológico, conforme as etapas da Figura 1.

Quadro 1 Requisitos dos Tipos de Survey (FORZA, 2002)

Tipo de Survey Elemento/Dimensão	Exploratória	Descritiva	Explanatória
Unidade (s) de análise	Claramente definidas	Claramente definidas e apropriadas às questões e hipóteses da investigação	Claramente definidas e apropriadas às hipóteses da investigação
Respem quentes	Representativos da unidade de análise	Representativos da unidade de análise	Representativos da unidade de análise
Hipóteses de pesquisa	Não necessária	Questões claramente definidas	Hipóteses claramente estabelecidas e associadas ao nível teórico
Crítérios de seleção da amostra	Por aproximação	Explícitos com argumento lógico; escolha embasada entre alternativas	Explícitos com argumento lógico; escolha embasada entre alternativas
Representatividade da amostra	Não é necessário	Sistemática com propósitos definidos; escolha aleatória	Sistemática com propósitos definidos; escolha aleatória
Tamanho da amostra	Suficiente para incluir uma gama do fenômeno de interesse	Suficiente para representar a população de interesse e realizar testes estatísticos	Suficiente para representar a população de interesse e realizar testes estatísticos
Pré-teste do questionário	Realizado com uma parte da amostra	Realizado com uma parte substancial da amostra	Realizado com uma parte substancial da amostra
Taxa de retorno	Não tem mínimo	Maior que 50% da população investigada	Maior que 50% da população investigada
Uso de outros métodos para a coleta de dados	Múltiplos métodos	Não é necessário	Múltiplos métodos

Figura 1 Etapas de execução de um levantamento do tipo Survey (FORZA, 2002).





### 1.7.1. Aspectos da Metodologia Científica

Segundo Lakatos e Marconi (2010), método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com segurança e economia, permite alcançar os objetivos, definindo o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando nas decisões do pesquisador.

Para o presente trabalho, foi utilizado o processo de pesquisa de Cooper e Schindler (2003): definição do problema, revisão bibliográfica, planejamento da pesquisa, coleta de dados e preparação, análise e interpretação de dados e relatório e conclusões (Figura 2).

Na etapa da definição do problema foi definido o objetivo, delimitado o tema e demonstrado a importância e justificativa do trabalho. A revisão bibliográfica traz conceitos e definições pertinentes à logística, análise de riscos entre outros. A fase de revisão bibliográfica é acompanhada pelo Planejamento de Pesquisa. Nessa fase buscou-se a escolha da melhor estratégia em que será feito um estudo pertinente à metodologia científica para planejamento e refinamento do método a ser seguido na presente pesquisa.

Após o planejamento, coletou-se, analisou-se e interpretaram-se os dados da pesquisa, avaliando-se o novo método proposto.

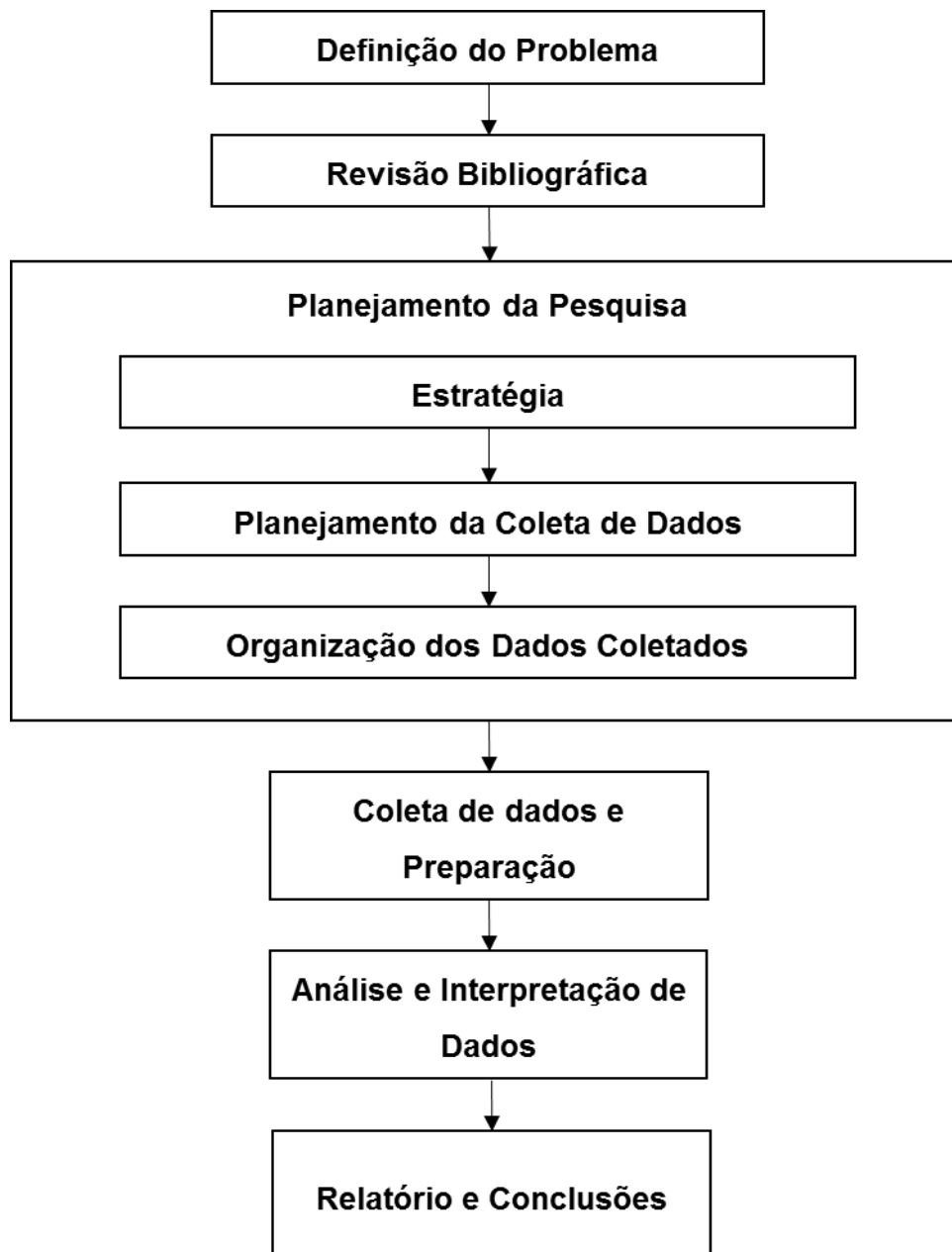
Quanto à natureza essa pesquisa foi classificada como natureza aplicada, pois se busca conhecimento para aplicações práticas dirigidas à solução de um problema específico.

A classificação quanto aos objetivos é de caráter exploratório. Com o presente trabalho, se buscou proporcionar maior familiaridade com o problema, envolvendo a forma de uma pesquisa bibliográfica. Apresenta também características descritivas porque envolve o uso de técnica da observação sistêmica para a coleta de dados.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a estratégia de pesquisa foi realizada por levantamento tipo *Survey* (Figura 3).

De acordo com Gil (2006), há três níveis de pesquisas: a pesquisa descritiva em que os fatos são descritos de forma específica, a pesquisa explicativa em que se constata os fatores que interferem nos fatos e as pesquisas exploratórias, utilizado neste trabalho, que expõe o problema de pesquisa e constrói hipóteses para as próximas pesquisas.

Figura 2 Processo de Pesquisa. Adaptado de Cooper e Schindler (2003)



Pode-se também definir a estratégia de pesquisa, abordagem e o método de coleta de dados. Podem ser: estudo de caso: se investiga um fenômeno em alguma organização, levantamento (tipo *Survey*): para pesquisar as causas e os efeitos sobre as variáveis e por experimento: se estuda a causa e o efeito de variáveis independentes (YIN, 2009).

No caso desta tese adotou-se pesquisa tipo *Survey* como estratégia de pesquisa, a abordagem da pesquisa é quantitativa e qualitativa na sua maioria e quanto à coleta de dados, os critérios e metodologia de pesquisa utilizada são os mesmos apesar das fábricas pesquisadas serem de tecnologias diferentes, mas do mesmo segmento químico. O procedimento de coleta de dados é um questionário combinado, um referente ao princípio de produção enxuta e o outro

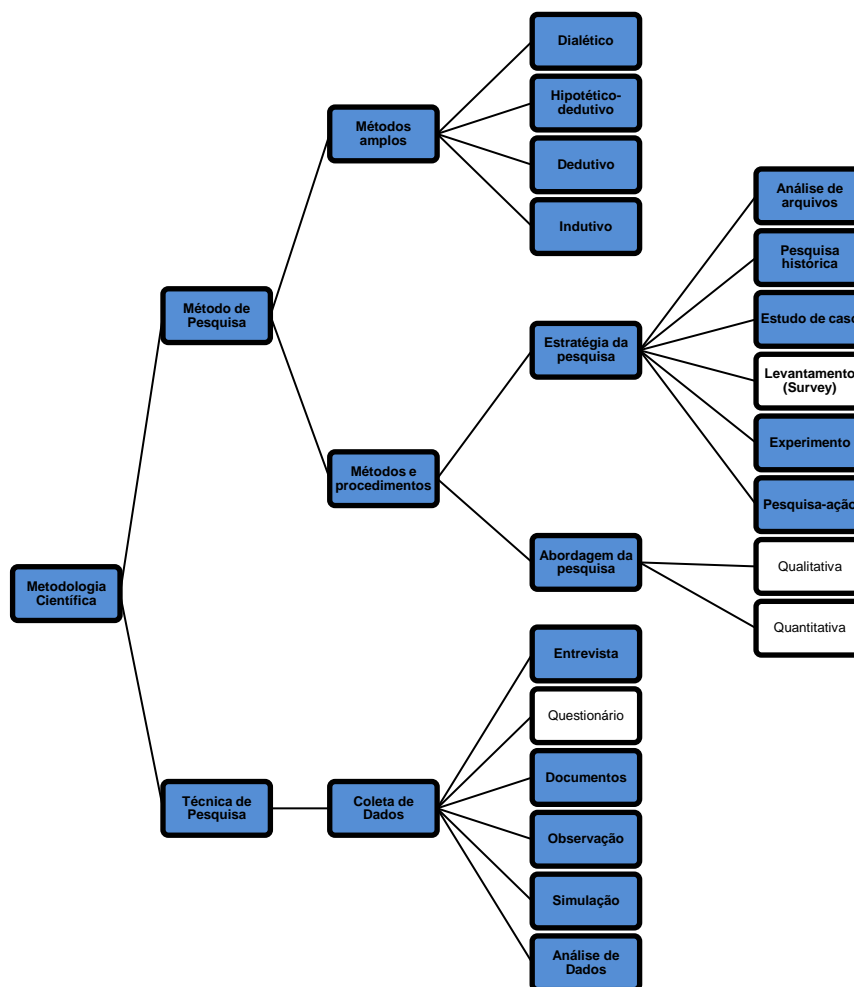
relacionado ao desempenho empresarial, que são organizados com perguntas fechadas, nas quais os participantes atribuíram uma nota de um até cinco (Escala *Likert*), e para cada questão os participantes foram estimulados a responderem o motivo pelo qual se atribuiu a nota. Os questionários foram respondidos pelos representantes de cinco fábricas de um complexo químico, sempre nos níveis de liderança.

Antes da aplicação dos questionários foram realizados *workshops* para garantir o entendimento e o tratamento de temas complexos com profundidade; o pesquisador esclareceu as dúvidas quanto às perguntas e exemplificou o critério de cada nota de um até cinco para todas as perguntas, além de explicar os conceitos e terminologia desconhecidos pelos participantes.

Essa pesquisa foi exploratória e com abordagem quantitativa e qualitativa, em que as notas foram atribuídas conforme o sentimento dos respondentes e depois o resultado das fábricas individualmente foi integralizado utilizando-se de um método matemático denominado Sistema *Grey*, no qual se definiu ao final do diagnóstico, com uma nota individual por fábrica e composta para identificar o nível de maturidade das fábricas e da empresa química pesquisada.

Como os participantes atribuíram as notas de acordo com o sentimento e em seguida justificaram as mesmas, houve o devido esclarecimento a respeito do saber formal por parte do pesquisador e do saber informal por parte dos participantes. As observações diretas e extensivas, obtidas por meio de questionários constituídos por uma série de perguntas que são respondidas por escrito, trarão um aprendizado conjunto (LAKATOS ; MARCONI, 2010).

Figura 3 Metodologia científica. Adaptado de Martins (1998); YIN (2010).



### 1.7.2. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi estruturado em seis capítulos:

Capítulo 1: Introdução - trata da apresentação do trabalho, a motivação que levou a realização do trabalho e a definição do problema proposto. São apresentados os objetivos principal e específico deste trabalho, bem como, sua contribuição. Por fim, é apresentada a descrição do método da pesquisa tipo *Survey* e do conteúdo do trabalho.

Capítulo 2: Fundamentação Teórica - apresenta uma revisão de literatura sobre a abordagem, métodos e ferramentas *Lean*, *Lesat*, *Baldrige*, sistema *Grey*, *Hoshin Kanri* e *MDE*. A utilização das ferramentas *Lean* fornece a melhor compreensão para o processo de melhoria contínua em uma organização. Descreve os conceitos relevantes para a fundamentação e

entendimento da pesquisa. Aborda-se os tópicos relevantes do MDE, *Lesat*, *Baldrige*, o gerenciamento estratégico segundo a abordagem *Hoshin Kanri* e o Sistema *Grey* como método de consolidação do resultado final da empresa química pesquisada e avaliação de indicadores por meio do uso da ferramenta computacional *Minitab*.

Capítulo 3: Método – detalha o método que foi utilizado para a aplicação do Método de Diagnóstico de Empresa – MDE, em uma empresa do segmento químico.

Capítulo 4: Resultados e Discussão – apresenta a discussão sobre os resultados obtidos na aplicação do Método de Diagnóstico de Empresa em cinco diferentes fábricas de uma empresa do setor químico.

Capítulo 5: Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros – traz a conclusão final do trabalho de pesquisa desenvolvido e sugestões para trabalhos que podem ser desenvolvidos no futuro, baseados no estudo realizado na empresa química pesquisada.

Referências: Catálogo com a literatura utilizada, suportando a base da pesquisa desenvolvida.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. PRODUÇÃO ENXUTA

De acordo com Womack, Jones e Ross em sua publicação original de 1990 “*The machine that changed the World*” a indústria automotiva japonesa mostra ao mundo sua eficiência em gestão de manufatura (WOMACK *et al.*, 2004; SAMUEL *et al.*, 2015). Esta obra foi resultado de cinco anos de estudo (1985 – 1990) destes pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), envolvendo outros 5.000 pesquisadores; e foram eles que criaram o termo *Lean Production*. A Toyota surge entre as décadas de 30 e 40 e ela participou do esforço japonês fabricando caminhões para as forças armadas. Após a guerra a Toyota começa a desenvolver um sistema para eliminar perdas de produção em massa e garantir a sua sobrevivência, criando assim o conceito de mentalidade enxuta e daí se originou o termo Sistema Toyota de Produção. Com seu sistema de produção a Toyota conseguiu ser mais competitiva por meio do seu empenho em minimizar os desperdícios em seu processo de fabricação de automóveis. Desde o lançamento da obra do Womack, percebe-se que diversos autores têm dedicado capítulos inteiros ao conceito de produção enxuta (SLACK *et al.*, 2009; KRAJEWSKI, *et al.*, 2009; CORRÊA, 2007; MOREIRA, 2008; ANTUNES *et al.*, 2008; PAIVA, 2009; DENNIS, 2008; LIKER, 2007).

Em parte, devido ao fato de que a produção Enxuta teve origem de forma empírica a partir da experiência da indústria, atualmente não existe consenso na literatura a respeito de quais são seus princípios e práticas fundamentais. Isso pode ser explicado também pela constante evolução desta filosofia, bem como pela disseminação da Produção Enxuta em diversos ramos da indústria e serviços, o que por vezes tem gerado dificuldades de adaptação de seus conceitos.

Godinho e Fernandes (2004) dizem que a Produção Enxuta pode ser estruturada com princípios. Os princípios determinam os alicerces do sistema, são as regras que o sistema produtivo como um todo deve seguir. Estes princípios são alicerces para se chegar a uma produção enxuta com sucesso.

Na década de 50, a indústria Japonesa e principalmente a Toyota, passava por um momento de baixa eficiência e péssima qualidade e a única forma de sair deste estágio de estagnação era focar mudanças profundas e drásticas da eficiência e produtividade (SALZMAN, 2002).

O início da produção enxuta foi na indústria de automóvel da Toyota, no Japão. O seu idealizador foi o engenheiro dessa mesma fábrica, Taiichi Ohno. Assim veio a chamar essa forma de abordar a produção, de Sistema Toyota de Produção, o que hoje se chama também de Produção Enxuta (HOWELL, 1999).

A produção enxuta na indústria automobilística não usa somente tecnologias flexíveis, mas constitui uma organização flexível do trabalho que maximize a iniciativa de empregados e flexibilidade para responder rapidamente e com flexibilidade a demanda dos clientes e para realizar a produção em massa de forma eficiente e com alta produtividade e qualidade (LURIA, 1990).

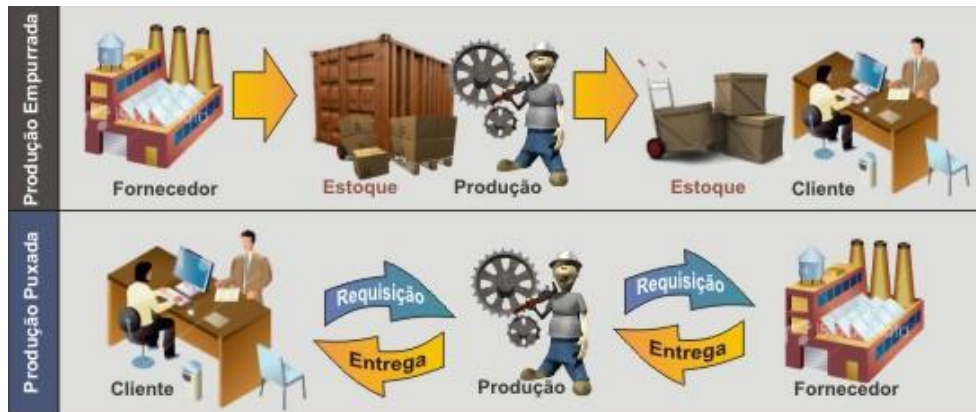
A Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é aperfeiçoar os processos e procedimentos por meio da redução contínua de desperdícios, como, por exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho, bem como tempos de espera elevados. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado.

A organização flexível do trabalho caracteriza-se por classificações de trabalho amplo, atribuições flexíveis, treinamento cruzado entre membros da equipe e os canais não contraditórios de envolvimento dos trabalhadores (BABSON, 1995, 1998).

Do inglês *push system*, no sistema de produção empurrada (Figura 4), que é o método tradicional na maioria das organizações, a produção em uma empresa começa antes da ocorrência da demanda pelo produto, ou seja, a produção depende de uma ordem anteriormente enviada à produção em lotes de tamanho padrão. As características do sistema de produção empurrada são: ritmo de produção em desacordo com o ritmo de vendas; altos estoques em processo; *lead time* de produção longo e sujeito a grandes variações; programação da produção baseada essencialmente em previsões de venda; ordens de produção entrando em vários pontos do sistema; isolamento entre processos cliente e fornecedor.

Do inglês *pull system*, no sistema de produção puxada controla-se as operações fabris sem a utilização de estoque em processo. Neste sistema a demanda gerada pelo cliente é o *start* da produção. O controle do que, quando e como produzir é determinado pela quantidade de produtos em estoque. Surge então em um cenário em que a qualidade começou a determinar a compra de um produto e a demanda deixou de ser infinita (SLACK *et al.*, 2009).

Figura 4 Comparativo da produção puxada com a produção empurrada



### 2.1.1. Mentalidade Enxuta

Na obra “A mentalidade enxuta nas empresas”, Womack e Jones (1998) mencionam que o pensamento enxuto traz bons resultados para as organizações. Para se atingir o pensamento enxuto de acordo com a estrutura do Sistema Toyota de Produção eles estabeleceram um processo que consiste em quatro fases ou etapas, que demandam um compromisso de cinco anos (Quadro 2).

Womack e Jones (2003) ampliaram o conceito de produção enxuta para empresa enxuta, em que apresentam os princípios do pensamento enxuto (*Lean Thinking*) e relatam casos de sucesso das empresas que o adotaram.

Para Murman *et al.* (2002), “Enxuto não é um termo que representa uma lista de coisa a fazer e, sim, uma forma de pensar”.

A mentalidade enxuta pode ser definida como uma filosofia que requer menores tempos de processamento para entregar produtos ou serviços com qualidade elevada e baixos custos, por meio da melhoria do fluxo produtivo via eliminação dos desperdícios no fluxo de valor.

Para Muniz, Batista Jr e Loureiro (2010), se pode classificar em três modelos de gerenciamento de produção: organização do trabalho, organização da produção e finalmente o gerenciamento do conhecimento.

De acordo com Muniz, Batista Jr e Loureiro (2010), “O Gerenciamento do Conhecimento, como um tema, recebe muita atenção de várias áreas do gerenciamento da produção”.

Segundo Ohno (1997) essa definição encontra forte semelhança com o pensamento original, quando se referiu ao que se estava sendo feito na Toyota, fazendo-se a comparação da linha do tempo.



Ressaltando que hoje se faz a comparação do que foi feito no início na Toyota, reduzindo o tempo em que o cliente entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. Essa linha do tempo remove os desperdícios que não agregam valor.

Womack e Jones (2004) estabeleceram cinco princípios para o pensamento enxuto para toda a empresa:

- Princípio do valor: Capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente.
- Princípio da cadeia de valor: Atividades específicas necessárias para projetar, produzir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos dos clientes. A cadeia de valor representa as atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima para as mãos do cliente. Todos esses aspectos são especificados a partir do ponto de vista do consumidor final.
- Princípio de fluxo: Realização progressiva de tarefas ao longo do fluxo de valor para que um produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou retro fluxos. O fluxo significa a realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor, que deverá ser sem refugos ou retro fluxos.
- Princípio da produção puxada: Sistema de produção e instruções de entrega das atividades na qual nada é produzido pelo fornecedor sem que o cliente sinalize uma necessidade. Puxar a produção significa que nada deve ser produzido pelo fornecedor, sem que o cliente tenha solicitado. A produção puxada é oposta da produção tradicional que é empurrada.

A técnica de produção puxada foi descrita com sucesso em um processo de construção de um conjunto de tubulações (TOMMELEIN, 1998). A mesma técnica também foi analisada na produção de aço, para aplicação industrial e residencial (TOMMELEIN e WEISSENBERGER, 1999).

- Princípio da perfeição: Eliminação total de desperdício para que todas as atividades ao longo de um fluxo de valor criem valor. A perfeição refere-se à necessidade de se criar um círculo virtuoso permanente de criação de valor e eliminação de desperdício. Essa perfeição pode ser por meio de melhorias contínuas (*Kaizen*) ou de melhorias radicais (*Kaikaku*) (OHNO, 1997).

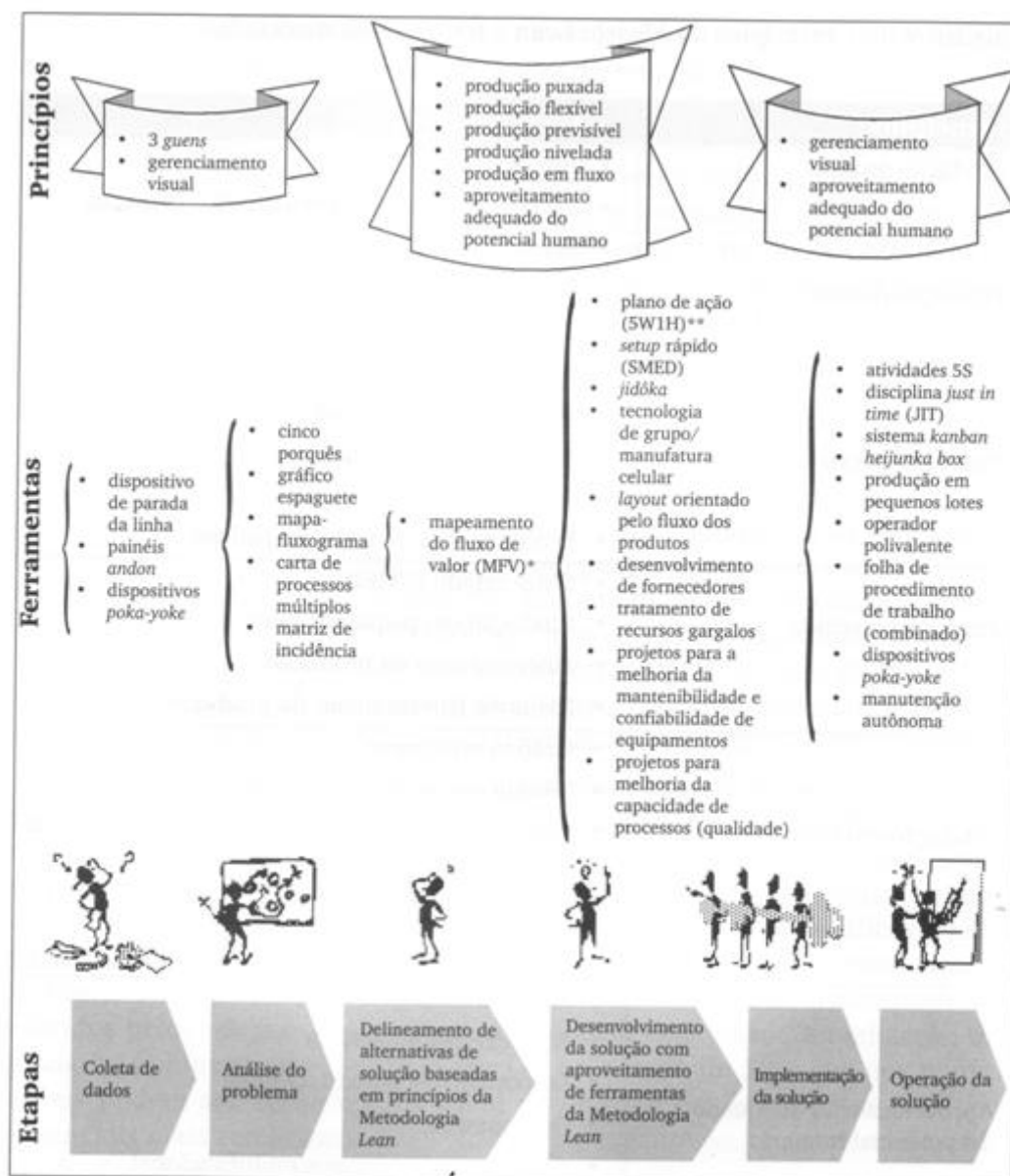
Quadro 2 Prazo para o salto do pensamento enxuto (WOMACK; JONES, 1998)

<b>Fase</b>	<b>Etapas específicas</b>	<b>Prazo</b>
<b>Inicie o processo</b>	Encontre um agente de mudança Conheça as técnicas do pensamento enxuto Encontre uma alavancagem Mapeia as cadeias de valor Inicie o <i>Kaizen</i> do fluxo Expanda seu escopo	Seis meses
<b>Crie uma nova organização</b>	Reorganize-se por família de produtos Crie uma função enxuta Desenvolva uma política para o excesso de pessoal Desenvolva uma estratégia de crescimento Elimine os obstáculos Instale a mentalidade da perfeição	Seis meses até dois anos
<b>Instale sistemas de negócios</b>	Introduza a contabilidade enxuta Implemente a transparência Inicie o desdobramento da política Introduza o aprendizado do pensamento enxuto Encontre ferramentas do tamanho certo	Anos três até quatro anos
<b>Termine a transformação</b>	Aplique essas etapas a seus fornecedores/clientes Desenvolva uma estratégia global Transição da melhoria de cima para baixo para melhoria de baixo para cima	Final de cinco anos

### 2.1.2. Princípios *Lean*

Os princípios *Lean* são aplicados de forma diferente entre as diversas organizações, em função de sua atividade principal (siderurgia, automobilística, química etc.). Miyake (2008) tem observado a evolução do programa *Lean* nos últimos anos em diversas empresas e verificou que cada empresa define seus princípios de acordo com sua realidade e necessidade. Isso se dá pela necessidade e finalidade alinhados com os objetivos estratégicos de cada organização. Miyake (2008) elaborou uma proposta de etapas de implantação do *Lean* de forma alinhada com os princípios e ferramentas (Figura 5).

Figura 5 Princípios e ferramentas do modelo *Lean* nas etapas de um projeto de melhoria (MIYAKE, 2008)



### 2.1.3. Sistema Puxado

No sistema puxado, a ordem de produção concreta ou o consumo monitorado do cliente comanda o início do processo de manufatura (DAILEY, 2003; SLACK *et al.*, 2008; SLACK *et al.*, 2009; LIKER e MEIER, 2007; IYER *et al.*, 2009; MURMAN *et al.*, 2002; CALADO *et al.*, 2014).

O objetivo do sistema puxado é produzir apenas quando o cliente solicita o produto, em um pequeno espaço de tempo, minimizando o estoque entre as etapas do processo de fabricação. As ações decorrentes do sistema puxado resultam na redução de estoques, redução de tempo de

processamento, e melhorias no processo de PCP - planejamento, controle, programação e controle da produção.

Algumas ferramentas foram criadas para a aplicação do sistema puxado nas indústrias automobilísticas, como: *Just in Time (JIT)*, *Kanban*, *Milk Run* e (VMI) *Vendor Managed Inventory*.

O *Just in Time (JIT)* significa fazer a entrega do material quase que no momento de utilização da mesma. JIT significa abastecer o ponto de utilização com o material certo, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. Isso só é possível baseado na demanda concreta do cliente. Com base nesses requisitos, procede-se o gerenciamento de um fornecedor (DAILEY, 2003; OHNO, 1997; MIYAKE, 2008; SLACK *et al.*, 2009; CORRÊA, 2010; SLACK *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2009; SIMCHI-LEVI *et al.*, 2010; ANTUNES *et al.*, 2008; KRAJEWSKI *et al.*, 2009; MARTINS, 2005; FUENTES; DÍAZ, 2012).

O *Kanban* é uma ferramenta de gestão que faz a gestão visual do fluxo de suprimento de materiais entre as diversas etapas de um processo de manufatura. Trata-se de uma sinalização visual de reposição de materiais utilizando-se cartões nas cores verde, amarelo e vermelho. É uma forma de comunicação visual entre o operador da manufatura com o operador da logística.

Dependendo do nível de automação, quando tanto o fornecedor quanto o cliente estão integrados via *Enterprise Resource Planning (ERP)*, o fornecedor externo poderá participar ativamente do JIT e *Kanban*, procedendo a sua entrega diretamente na linha de produção.

Quando o cliente e o fornecedor se comunicam e agem por meio desse procedimento, intervenções externas não são mais utilizadas. Trata-se então de um círculo de regulação autocontrolado (CALADO *et al.*, 2014).

Calado define *milk run*:

O sistema *milk run* é uma derivação do fornecimento direto, similar ao antigo carro de entrega de leite, um leiteiro que executa entregas em um tempo pré-definido em uma rota específica, em que substitui garrafas vazias por garrafas cheias. No processo de produção, por meio de *milk runs* o fornecimento de materiais é executado em uma rota definida em tempos pré-determinados e em quantidades e composições fixas (CALADO *et al.*, 2014, p. 32)

O *Milk Run* diminui as viagens individuais, entregando e recolhendo o fornecimento de peças ou materiais na linha de produção. Olhando para fora da organização o sistema *Milk Run* também irá contribuir com o processo logístico de entrega dos produtos acabados para os diversos clientes de uma organização.

O estoque de uma organização também pode ser gerido pelo fornecedor, por meio do *software* de gerenciamento do inventário do cliente pelo fornecedor - *Vendor Managed*

*Inventory* (VMI) por meio de um contrato de exclusividade celebrado entre o fornecedor e o cliente. Neste caso, o fornecedor assume as regras de reposição de estoques acordado com o cliente, com total responsabilidade pelo abastecimento e qualidade do produto que está fornecendo. O único senão neste caso deve ser um contrato de longo prazo entre fornecedor e cliente, com reajustes previamente definidos. Em alguns casos o fornecedor se responsabiliza por todos os equipamentos necessários para monitoramento do estoque do cliente ou até mesmo pode instalar kits completos de estocagem no cliente em nível de comodato. Desta forma o fornecedor terá acesso a todas as informações do nível de inventário dos materiais que ele fornece no cliente, portanto, passando a executar o fornecimento com independência e auto responsabilidade (SLACK, 2009; CORRÊA, 2010; CHRISTOPHER, 2007; SIMCHI-LEVI *et al.*, 2010).

#### **2.1.4. Desperdícios**

Segundo Ohno (1997) a Produção Enxuta tem o objetivo de combater os desperdícios, que caracterizavam o sistema de produção preconizado por Henry Ford. Ford foi o criador, em 1914, da linha de montagem móvel e mecanizada, que passou a ser o modelo de produção de referência até então, em razão da drástica melhoria de produtividade que proporcionava.

O modelo Fordista de produção, que passou a se chamar de produção em massa foi o primeiro automóvel produzido com esse conceito produtivo. O grande passo preliminar para a aplicação do Sistema Toyota de Produção é a identificação e eliminação dos desperdícios (ou perdas): de superprodução de mercadorias desnecessárias; de espera, dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior; em transporte desnecessário de mercadorias; do processamento desnecessário, devido ao projeto inadequado de ferramentas e produtos; de estoque à espera de processamento ou consumo; de movimento desnecessário de pessoas; de produzir produtos defeituosos (OHNO, 1997).

Desperdício significa qualquer atividade que absorve recursos, mas que não cria valor. Valor significa a capacidade de oferecer um produto ou serviço no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente.

A base da produção enxuta é a eliminação dos desperdícios, redução dos custos de produção e maximização e a satisfação do cliente.

De acordo com Bhamu e Sangwan (2014), a produção enxuta tem sido largamente percebida pela indústria como uma resposta a redução de desperdícios sem a utilização de recursos adicionais.

Para McManus e Millard (2002), existem sete tipos de desperdícios. Womack e Jones (2003) afirmam que os mesmos precisaram ser identificados para o Sistema Toyota de Produção:

- Superprodução: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário;
- Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos;
- Transporte excessivo: Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- Processos Inadequados: Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;
- Inventário desnecessário: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixo desempenho do serviço prestado ao cliente;
- Movimentação desnecessária: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixo desempenho dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens.
- Produtos Defeituosos: Problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixo desempenho na entrega.

Conforme Hines e Taylor (2000) existem três tipos de atividades dentro das organizações:

- Atividades que agregam valor: são atividades que agregam valor ao produto ou serviço aos olhos do consumidor final. Ou seja, atividades pelas quais o cliente estaria disposto a pagar.
- Atividades desnecessárias e que não agregam valor: são atividades que não agregam valor ao produto ou serviço aos olhos do consumidor final. Sendo assim identificadas como atividades que são desperdícios e devem ser eliminadas do processo produtivo a curto e médio prazo. Atividades estas desnecessárias em qualquer circunstância.
- Atividades necessárias e que não agregam valor: são atividades que são necessárias para a organização, mas que não agregam valor aos olhos do consumidor final.

Compreende-se então que, estes três tipos de desperdícios são considerados difíceis de serem eliminados em curto prazo, necessitando de dedicação total. É um processo de melhoria em longo prazo, a menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

São várias as práticas gerenciais para tratamento dos desperdícios, como *Just in Time*, manufatura celular e outras. Estas práticas devem coexistir de forma sinérgica, criando um sistema à prova de falhas e sem desperdícios (SHAH ; WARD, 2002).

Para que a produção enxuta possa ser implantada, a organização deve adotar técnicas, que juntas se tornam possíveis. Essas técnicas buscam minimizar atividades que não agregam valor. A produção enxuta tem sua aplicabilidade mais evidente nas indústrias que produzem produtos variados, em lotes que se repetem. São exemplos clássicos as metalúrgicas, fábricas de eletrodomésticos, confecções, entre outros.

### **2.1.5. Ferramentas da Produção Enxuta**

Para minimizar os desperdícios de produção, seus efeitos e prosseguir com a busca contínua de zero defeitos, tempo de preparação zero, estoque zero, movimentação zero, menor *lead time*, a Produção Enxuta lança mão de algumas técnicas e ferramentas, tais como: *SMED*, Quadro *Kaizen* (*Kaizen Board*), Semana *Kaizen* (*Kaizen Blitz*), Mapeamento do Fluxo de Valor. Essas ferramentas, além de outras auxiliam as empresas a identificar e minimizar perdas (atividades que não agregam valor). Por um meio de melhoria contínua e em busca da perfeição.

#### 2.1.5.1. Troca Rápida de Ferramental

É uma técnica para reduzir recursos na mudança de configuração de um equipamento. Tem como objetivo final o zero *setup* em que as configurações são feitas instantaneamente sem perturbar o fluxo. A metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo, denominada *Single Minute Exchange of Die* (SMED), e que pode ser traduzida por troca rápida de ferramental (na linha de produção) em um dígito de minuto, propõe que os *setups* sejam realizados em até dez minutos, tempo possível de ser atingido a partir da racionalização das tarefas realizadas pelo operador da máquina (SHINGO, 2000).

Shingo (2000) destaca o nascimento da metodologia *SMED* a partir da observação crítica sobre os procedimentos que envolviam prensas de estampagens da planta da Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima no ano de 1950. Ele comenta que um operário gastou mais de uma hora para providenciar um parafuso que faltava para montar a Matriz, e que ele havia pegado um parafuso mais comprido de outra máquina, cortado e feito uma nova rosca. Shingo entendeu então que era inadmissível parar a operação de uma prensa de 800 toneladas por causa de um parafuso, e estabelece um procedimento para o *setup* externo, ou seja, verificar se os parafusos

necessários estavam prontos para o próximo *setup*. O autor identifica naquele momento que havia dois tipos de *setup*, o interno e o externo (SHINGO, 2000).

O desenvolvimento do conceito *SMED*, levou 19 anos para ser concluído, sendo descrito por Shingo a partir de três experiências: em 1950 na planta Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima, em 1957 no estaleiro da Mitsubishi *Heavy Industries* também em Hiroshima e em 1969 na planta principal da Toyota *Motor Company* (SHINGO, 2000).

#### 2.1.5.2. Quadro *Kaizen* (*Kaizen Board*)

Um Quadro *Kaizen* é uma ferramenta de comunicação que serve como um meio de informação entre a equipe enxuta, engenheiros de processo e todos os intervenientes no processo de produção ou negócios. É usado como relação à aplicação da resolução de problemas, os potenciais e técnicas de manufatura enxuta em iniciativas *Kaizen*. É um meio de comunicação em ambos os sentidos, uma vez que permite que os trabalhadores da planta e operadores de processo relatem as possíveis causas e soluções para as questões a serem abordadas como parte do *Kaizen* e o processo de melhoria contínua. O *layout* do Quadro *Kaizen* vai depender da natureza do processo, do alcance das iniciativas *Kaizen* e das partes envolvidas.

*Kaizen* significa no idioma Japonês, a melhoria do desenvolvimento, com base no conhecimento dos envolvidos nos processos. A Inovação e o *Kaizen* são importantes para que a empresa se mantenha ativa e em crescimento (KILPATRICK, 1997).

O *layout* do Quadro *Kaizen* deve ser baseado no ciclo PDCA, com uma seção dedicada a cada etapa do ciclo, deve conter áreas em que todos os funcionários podem contribuir para o processo, tais como as observações relativas aos defeitos, problemas, questões a serem abordadas, possíveis soluções e sugestões. O Quadro *Kaizen* deve ser atualizado e liderado por uma única pessoa do grupo, para assegurar a comunicação. As sugestões e ideias são constantemente revisadas e avaliadas.



### 2.1.5.3. Semana *Kaizen* (*Kaizen Blitz*)

A *Semana Kaizen* é a utilização do método do *Kaizen* de Impacto, que consiste em realizar as melhorias por meio de treinamentos de equipes nos conceitos *Lean & Six Sigma*, em que aprendem técnicas para analisar a situação em que a empresa se encontra atualmente e a partir das observações obtidas no local do trabalho, identificam oportunidades de melhoria e então definem ações que são implantadas na mesma semana.

No final da semana *Kaizen* são feitas as apresentações dos trabalhos realizados e os resultados obtidos para a alta direção da empresa como também o reconhecimento do trabalho da equipe.

### 2.1.5.4. Mapeamento do Fluxo de Valor

O valor de um produto ou serviço é determinado pelo consumidor a partir do nível de importância que ele percebe, considerando a satisfação de sua necessidade e o custo atribuído ao mesmo (SLACK, 2013).

É uma técnica de modelagem, e os seus princípios baseiam-se na identificação e eliminação de desperdícios encontrados ao longo do processo produtivo, como por exemplo, estoques elevados e tempos de espera elevados.

Consiste em mapear o estado atual para diagnosticar como os materiais e as informações de famílias de produtos fluem pela empresa, agregando valor ou não, identificando gargalos de produção e pontos de desperdício.

Mesmo que o processo esteja sendo realizado de forma correta, quando o cliente recebe o produto errado, independente de se tratar da entrega de um produto físico ou da prestação de serviço, estará se caracterizando em outra forma de desperdício (BAUCH, 2004).

Segundo Schappo (2006), desenha-se o Mapa de Fluxo de Valor Futuro, que é a maneira desejada para o fluxo de material e de informação sem desperdícios. No mapa futuro o fluxo de valor é mostrado com a melhoria sugerida e a respectiva redução de desperdícios, sendo a referência a ser atingida. De posse deste referencial, identificam-se os desperdícios e suas causas priorizando-se ações para eliminação total destes.

Para Moreira e Fernandes (2001) o mapeamento do fluxo de valor, traduzido do inglês *Value Stream Mapping* (VSM), divide-se basicamente em quatro etapas:

- Escolher uma família de produtos, pois mapear todos os produtos de uma só vez pode ser muito demorado e cansativo. A escolha deve ser feita pensando-se na importância e no valor para o consumidor: os produtos mais vendidos e os mais caros. Desenhar o estado atual, ou seja, como a empresa encontra-se no momento. A primeira representação a ser feita é a do cliente, no canto superior direito da folha.

- O próximo passo é adicionar os processos, inclusive à expedição. O terceiro passo é incluir o fornecedor, representando apenas uma ou duas matérias-primas principais. O quarto passo trata do fluxo de informação. No último passo acrescentam-se os respectivos *leads times* de cada etapa na parte inferior da folha.

- Desenhar o estado futuro, uma idealização de como a empresa pode ser com a eliminação de todos os desperdícios encontrados.

- Escrever o Plano de Trabalho, dividido em etapas (as quais devem ter objetivos, metas e datas necessárias para se atingir ao máximo possível o estado determinado na etapa anterior).

Sendo assim, o ideal para que estes processos de mapeamento do fluxo de valor sejam realizados, a coleta de informações deve ser feita pela mesma pessoa, e que ela tenha a liberdade e o acesso de transitar em todos os departamentos. Desenha-se o fluxo de produtos dentro da empresa, que permite a correção de erros e a reavaliação de ideias mais facilmente. A partir do momento que o plano de trabalho é concluído, faz-se um novo mapa, com menos desperdício, mas que ainda pode ser melhorado. É importante ter sempre em mente que se deve desenhar o fluxo de produtos dentro da empresa, e não a empresa.

De acordo com Bamber e Dale (2000), os problemas e causa de insucessos nos programas de produção enxuta se deve: a) cultura centralizadora e que não valoriza os funcionários, b) ignorância de funcionários, desde operários até a diretoria sobre os princípios da produção enxuta, c) ausência de comprometimento da alta gerência, d) incompatibilidade do mercado ou da forma de produção com os princípios da produção enxuta.

Conforme Spear e Bowen (1999), o desempenho industrial observado com a utilização do Sistema Toyota de Produção, tem merecido o esforço de grandes empresas.

No sentido de alcançar esses resultados o Sistema Toyota de Produção se baseia em quatro regras:

- Todo o trabalho deve ser claro e altamente especificado em relação ao conteúdo, sequência, tempo e resultado desejado.

- A relação cliente-fornecedor deve ser direta, inequívoca no envio de solicitações e recebimento de respostas.
- O caminho percorrido por cada produto deve ser simples e direto.
- Qualquer melhoria deve ser realizada pelos envolvidos na atividade que está sendo melhorada, de acordo com um método científico e com a orientação de um especialista.

## 2.2. FERRAMENTA DE ALTO-AVALIAÇÃO LEAN NAS ORGANIZAÇÕES - *LESAT*

Segundo a interpretação de Nightingale e Mize (2002), pessoas e a organização como um todo precisam de uma determinação, de um modelo de maturidade. O modelo *Lean Enterprise Self-Assessment Tool (Lesat)*, segundo Nightingale e Mize (2002), foi desenvolvido sob a coordenação da *Lean Aerospace Initiative* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) por uma equipe de profissionais do governo, da indústria e acadêmicos.

O *Lean Enterprise*, ou empresa enxuta, é parte integrante de todos os níveis de uma organização, com foco na melhoria do processo e na perspectiva global (MURMAN et al., 2010).

O objetivo deste modelo é analisar o grau de maturidade *Lean*, ou o grau de enxugamento em que as organizações se encontram em um determinado momento e permite compará-lo com o nível que desejam alcançar. O modelo *Lesat* é dividido em três seções de avaliação e é composto por 54 práticas enxutas. Na seção I (Transformação/Liderança da Organização), o foco é direcionado à transformação de princípios e práticas enxutas que irão orientar e embasar as atividades da organização. Na Seção II (Processos de Ciclo de Vida) é abordado o nível de implantação *Lean* nos processos e produtos desde a concepção por meio do apoio “pós-parto”. Esta seção contém práticas pertinentes aos processos de ciclo de vida de uma empresa, ou seja, os processos envolvidos na realização do produto. Já na Seção III (Disponibilizar Infraestrutura) contém práticas pertinentes às unidades de suporte de infraestrutura. Estas práticas apoiam a execução dos tópicos cobertos nas seções I e II, avaliam os facilitadores organizacionais e de processos necessários para alcançar a transformação enxuta na organização.

Segundo Nightingale e Mize (2002), a avaliação da organização utilizando esse conjunto de práticas, possibilita obter uma boa visão de como uma organização está diante do pensamento enxuto. Para o MIT, o *Lesat* apresenta cinco níveis de maturidade, em que o Nível 1 indica organizações menos capazes e conseqüentemente o Nível 5 indica empresas mais capazes, ou ainda, desempenho de classe mundial. Esses níveis são chamados de níveis de

maturidade ou níveis de competência e são representados por afirmações no modelo, estas facilitam o trabalho do avaliador. Para cada prática é analisado o nível em se entende que a organização se encontra atualmente e o nível que a organização deseja alcançar. Este processo de avaliação, descrito por Nightingale e Mize (2002), já foi utilizado por centenas de gerentes e executivos de organizações americanas e inglesas do ramo aeroespacial. Para sua implantação é realizada uma reunião de introdução do modelo coordenada por um facilitador para que todos os envolvidos tenham o mesmo entendimento. Após a reunião, uma auditoria é realizada pelo gerente com ajuda da equipe. Nesta auditoria são avaliadas as 54 práticas enxutas do *Lesat* e são levantados os níveis atuais da empresa e os que são desejados para cada prática. Assim, a empresa pode avaliar seu desempenho em cada um dos fatores e determinar os meios para elevar-se para o próximo nível. Com base no levantamento de dados, o facilitador calcula de forma consolidada as avaliações gerais e na sequência estes dados são apresentados em Gráficos para comparar os níveis atuais com os desejados.

Assim, entende-se que Modelos de Maturidade, segundo Liker e Morgan (2011) e León *et al.* (2011) foram desenvolvidos com o intuito de avaliar a o nível de capacidade da organização com base em um conjunto de critérios. Um modelo de maturidade, para Nightingale e Mize (2002) pode ser aproveitado para estabelecer critérios comparativos e analisar diferentes organizações. Deste modo, um modelo deve descrever a maturidade da empresa baseado nos projetos que ela está desenvolvendo e nos clientes relacionados. O termo maturidade *Lean*, segundo Nightingale e Mize (2002); Harmon (2004); Spanyi (2004); Siqueira (2005); Liker e Morgan (2011); León *et al.* (2011); e Hoppmann *et al.* (2011), entende-se que para a organização ser considerada madura esta precisa desenvolver os fatos de modo sistemático, ou seja, atingindo seus objetivos de qualidade, prazos e custos de forma consistente e eficiente. Já as que são consideradas imaturas também criam estes objetivos, porém, com muita frequência, perdem o foco por largas margens de erros, ou seja, atingem seus resultados em função dos esforços concentrados de indivíduos de forma isolada, no momento em que esta pessoa é transferida ou deixa de trabalhar na organização, a filosofia *Lean* deixa de ser utilizada.

### **2.2.1. Estrutura das Matrizes de Avaliação *Lesat***

A arquitetura de avaliação a nível empresarial é a base para a ferramenta de auto avaliação do *Lesat*. As Matrizes de maturidade são organizadas da seguinte forma:

Seção I - Transformação/Liderança da Organização

- I.A. Determinar o imperativo estratégico

A decisão de prosseguir uma transformação da empresa é de natureza estratégica e afeta todas as práticas organizacionais e processos na empresa. A empresa está continuamente empenhada em eliminar o desperdício e melhorar o relacionamento com todas as partes interessadas.

- I.B. Envolver a liderança da empresa na transformação

A transformação exige uma modificação significativa para o modelo de negócio da empresa. Isto é imperativo, a liderança da empresa entende e compra o pensamento empresarial, porque eles vão ser obrigados a criar uma visão para fazer negócios, comportando-se e vendo valor de maneiras fundamentalmente diferentes.

- I.C. Entender o atual estado da empresa (2 práticas empresariais)

Entender como o valor é entregue aos principais interessados; definir o estado atual da empresa e executar a avaliação da empresa.

- I.D. Visualizar e Projeto futuro da empresa (2 práticas empresariais)

Identificar as capacidades e deficiências por meio da definição de visão empresarial, definindo o estado "*To-Be*", e realizando análise de *gap*.

- I.E. Desenvolvedor Estrutura e Comportamento da Empresa (8 práticas empresariais)

A infraestrutura de organização deve ser avaliada e modificada ao longo da transformação para atingir o estado futuro. Estruturas organizacionais, incentivos, políticas e processos devem estar alinhados e coordenados, provocando o comportamento desejado para apoiar a transformação e sustentar a mudança.

- I.F. Criar Plano de Transformação para a empresa (2 práticas empresariais)

Identificar, priorizar e sequenciar um conjunto abrangente de iniciativas de transformação, que coletivamente constituem o plano de alcançar a transformação desejada.

- I.G. Implantar e coordenar Plano de Transformação (4 práticas empresariais)

Fluir para baixo o plano de nível empresarial, em específicos das ações, programas e projetos que são executados dentro de cada processo da área organizacional e determinar como eles são integrados ao nível da empresa.

- I.H. Nutrir e incorporar o pensamento de transformação na empresa (6 práticas empresariais)

Execução bem-sucedida do plano de implantação do empreendimento constitui a base para continuar a melhoria. O processo de melhoria é monitorado e alimentado, lições aprendidas

são capturadas, e melhorar o desempenho torna-se uma força motriz para o futuro planejamento estratégico executado por executivos da empresa.

A seção Transformação/Liderança da Organização consiste em grupos de oitos práticas, e cada grupo corresponde a uma atividade primária que a empresa deve comprometer-se em algum ponto no processo de transformação. Estas atividades primárias são organizadas com base no Roteiro de Transformação LAI Empresa conforme Figura 6, que fornece um Quadro para a estratégia eficaz e eficiente de transformação, planejamento e execução. O roteiro também serve como um guia para os líderes empresariais quando eles consideram as mudanças estratégicas, culturais e operacionais essenciais que são necessárias para transformar uma empresa. A criação de uma empresa capaz de transformação e promovendo uma visão de futuro e uma estratégia em toda a liderança empresarial, habilita a empresa a aumentar a entrega de valor para as partes interessadas.

Seção II - Processos do Ciclo de Vida (cada prática avaliada por meio de estágios do ciclo de vida)

- II.A. Adquirir, desenvolver e aproveitar os recursos da empresa

Novas oportunidades de construir em cima dos habilitados para a empresa e capacidade de conduzir o desenvolvimento de novas.

- II.B. Otimizar a rede de desempenho

Quebrar “feudos” funcionais permite perfeita comunicação e fluxo de valor.

- II.C. Incorporar o valor do cliente na cadeia de valores da empresa

Consideração do comportamento do cliente para as unidades de valor da empresa.

- II.D. Empenhar-se ativamente para maximizar o valor

Integrando o montante das partes interessadas, permite-se fluir o valor sem problemas para o cliente.

- II.E. Criar e fornecer capacidade de monitorar e gerenciar os riscos

A atuação integrada da gestão permite uma melhor tomada de decisão da empresa.

Figura 6 Roteiro de Transformação LAI



## 2.2.2. Ciclo de Vida do Produto

Os processos de ciclo de vida são definidos pelo ciclo de vida do produto, desde a concepção inicial até o suporte operacional e eliminação final. Estes processos determinam diretamente o valor fornecido aos clientes e partes interessadas. Com sucesso uma empresa conecta esses processos ao valor das partes interessadas. É uma medida da sua eficácia e eficiência que fornece a direção e recursos para quebrar as barreiras destes processos, que resultam em desperdício de recursos e valores reduzidos para clientes e partes interessadas. Esta seção avalia o nível de pensamento empresarial e criação de valor demonstrado nos processos de ciclo de vida da empresa. Ao contrário na Seção I e Seção II, as práticas empresariais são avaliadas em diferentes fases ao longo do processo. Embora essas práticas sejam importantes medidas em toda a empresa, o nível de maturidade pode variar entre as atividades no processo de ciclo de vida.

### Seção Desempenho III - Habilitação

- III.A. Ativadores organizacionais (5 práticas empresariais)

As unidades de apoio de uma empresa devem se tornar eficientes na execução de sua função atribuída. Em alguns casos, elas também devem redefinir o que eles fazem para apoiar a implantação eficaz nos processos de ciclo de vida e os processos de transformação da liderança.

- III.B. Ativadores de processo (3 práticas empresariais)

Um número de capacitadores pode facilitar a implantação e transformação da empresa por meio de uma aplicação coerente em toda a empresa.

### **2.2.3. Instruções do *Lesat***

Cada entrevistado deve marcar cada prática em duas dimensões. Em primeiro lugar fornecer uma pontuação com base em sua percepção do desempenho atual da empresa. Cada prática tem cinco níveis de capacidade que fornecem orientações e provas para ajudar a avaliar a pontuação apropriada. A próxima etapa é fornecer uma pontuação desejada com base no que a empresa deve alcançar após o período predeterminado (muitas vezes, o tempo se alinha com o processo de planejamento estratégico da empresa selecionada). A intenção não é definir todos os resultados desejados ao nível mais alto possível, mas priorizar as práticas que são viáveis e têm um bom retorno.

Diretrizes fundamentais:

- Definir um horizonte de tempo consistente como um grupo antes de começar.
- Considerar a empresa definida quando se avalia cada prática.
- Avaliar todos os treinos (deixar em branco se não é aplicável ou se não se sabe).
- Para o nível atual de cada prática marcar a caixa "C". Para o nível desejado marque a caixa "D".
- Ler cada prática da esquerda para a direita, começando com a prática e o indicador.

Ao marcar uma prática, pressupõe-se que os níveis de capacidade mais baixos foram cumpridos (ou seja, deve-se selecionar o nível três, se os critérios estabelecidos no nível dois também foram cumpridos).

- Se se acredita que a empresa está entre os níveis, selecione o nível mais baixo.
- Quando possível evidenciar a nota para o nível de capacidade de corrente selecionado.
- Identificar oportunidades para alcançar o nível de capacidade desejada.
- Se houver dúvidas, pedir esclarecimentos ou assistência do facilitador de avaliação.



### 2.3. CRITÉRIO PARA EXCELÊNCIA DE DESEMPENHO – *BALDRIGE*

O Prêmio *Malcolm Baldrige National Quality* (MBNQA) é um modelo para melhoria de processos amplamente utilizada como meio de reconhecer as melhores práticas de gestão de qualidade, para empresas com desempenho de classe mundial (FLYNN e SALADIN, 2001). Este prêmio é descrito como uma medalha de honra (DOW *et al.*, 1999) e significa muito para uma organização. Segundo Juran (1994) é um modelo útil para melhorar a qualidade de classe mundial, já Garvin (1991) descreveu o MBNQA como o mais importante catalisador para a transformação do negócio americano.

O modelo *Baldrige* é um importante instrumento no desenvolvimento de sistemas de qualidade, nacionais e internacionais e é utilizado para examinar a validade das hipóteses teóricas. Vários estudos têm utilizado o modelo como um modelo de referência, a fim de capturar sua eficácia. No entanto, não há registros de estudos empíricos que tenham sido realizados para o exame da validade usando os dados *Baldrige* (escores de examinadores); além disso, pouco ainda é abordado deste modelo na literatura. Este estudo examina a validade do modelo usando os dados *Baldrige*. Como parte do processo de concessão, uma equipe examinadora avalia as práticas de qualidade de uma organização em relação aos critérios *Baldrige*, e pontua os itens. Estes examinadores são especialistas em gestão da qualidade, receberam treinamento no modelo e estão familiarizados com o processo de avaliação de pontuação; eles fornecem uma avaliação fiável do nível de implantação de práticas de qualidade dentro de uma empresa e por meio da indústria.

#### 2.3.1. A Estrutura e *Design* do Modelo *Baldrige*

O modelo *Baldrige* é formado por sete dimensões: liderança; planejamento estratégico; gestão de medição, análise e conhecimento; foco no cliente e mercado; foco de recursos humanos; gerenciamento de processos; e os resultados do negócio (qualidade e resultados operacionais). Os primeiros critérios para este modelo foram iniciados em 1988 e revisto em 1992 e 1997 com o objetivo de aprimorar sua capacidade de lidar com a excelência empresarial. Para o modelo a liderança é o principal motor do sistema, mobilizando outros elementos do modelo e criando resultados. Este modelo foi desenvolvido com base no princípio de que tudo está relacionado com todo o resto, como mostra a Figura 7.

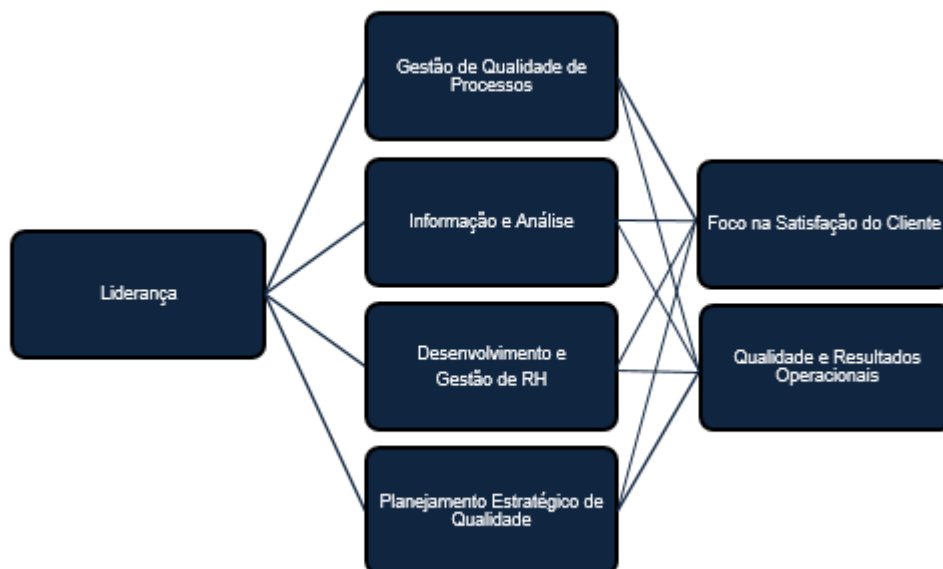
Com base em uma revisão da literatura em gestão de qualidade, vários modelos para os critérios *Baldrige* têm sido propostas (WILSON ; COLLIER, 2000 e FLYNN ; SALADIN,

2001). O objetivo desses modelos é o de verificar o melhor meio de avaliar a validade do modelo, estabelecendo relações adequadas.

O modelo de 1997 permanece praticamente o mesmo, exceto por algumas mudanças no conteúdo e o número de perguntas. Uma diferença importante entre os modelos de 1992 e 1997 está na construção. Essas mudanças poderiam ser atribuídas à mudança de foco de pequeno "q" a grande "Q". Modelos *Baldrige* iniciais (até 1995) enfatizaram a qualidade do produto (o pequeno q). Posteriormente, o modelo evoluiu para se concentrar mais em abordagens em sistema baseado em processos e à qualidade. Algumas outras alterações ao modelo incluem o estabelecimento de foco no cliente como um elemento da tríade de liderança, e a inclusão de análise de informação como um dos componentes críticos do sistema (EVANS, 2010).

Diversos estudos empíricos validaram as ligações entre as construções *Baldrige* e avaliaram a validade do modelo de 1990-1994 (WILSON; COLLIER, 2000 e MEYER; COLLIER, 2001) e o modelo 1995-1998 (FLYNN; SALADIN, 2001). Embora uma nova edição do modelo fosse introduzida em 1996, a validade do novo modelo *Baldrige* não foi empiricamente avaliada.

Figura 7 Modelo estrutural para os critérios Baldrige (WILSON; COLLIER, 2000)

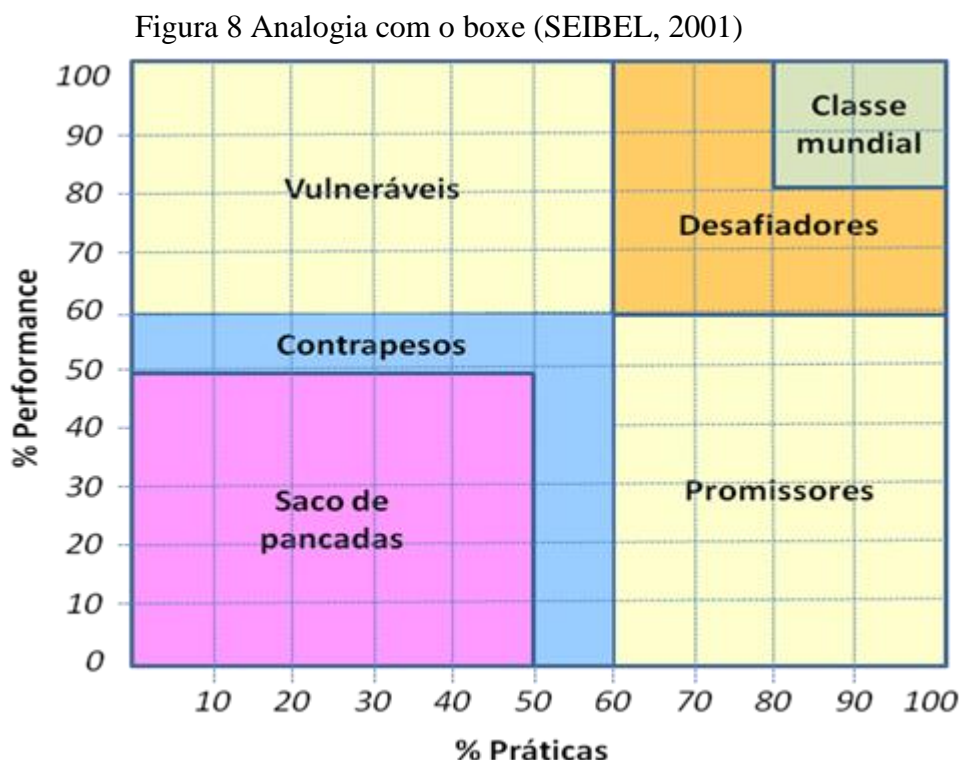


## 2.4. ORGANIZAÇÃO CLASSE MUNDIAL

Este módulo demonstra a estrutura de apresentação dos resultados da aplicação do modelo *Lesat & Baldrige*, detalhando os Gráficos e Tabelas do modelo e as categorias da

análise comparativa. As categorias desta análise comparativa são para a identificação de oportunidades de melhorias.

O posicionamento da empresa, decorrente do Gráfico de Práticas e Performance permitem um comparativo entre as empresas de diferentes setores e principalmente dentro do setor da organização pesquisada na Figura 8, De acordo com Seibel (2001) o eixo das abscissas representa o índice geral de práticas instaladas na empresa e o eixo das ordenadas representa o índice geral de performance da empresa.



A escala do Gráfico de Seibel (2001) varia de 0% a 100%. A posição de uma empresa é definida pelas respostas às questões dos indicadores do questionário, a partir das quais são calculados os índices gerais de Práticas e Performances. Prática é um conjunto de ferramentas gerenciais e tecnológicas implementadas na empresa, enquanto Performance são os resultados mensuráveis obtidos pela empresa.

#### 2.4.1. Classificação das Organizações

De acordo com Calado *et al.* (2014) é possível realizar uma análise do posicionamento de uma organização conforme os índices de Práticas e Performance. Foi desenvolvida uma analogia composta por indicadores que atestam a habilidade e a performance dos lutadores de

boxe na Inglaterra, que são baseados em estudos de *benchmarking* no sistema produtivo classe mundial desenvolvido na Europa pela *London Business School* (LBS), em cooperação com o grupo de consultores da empresa IBM da Inglaterra (SEIBEL, 2004). A empresa avaliada recebe uma denominação conforme sua posição no diagrama práticas e performances: Classe Mundial, Desafiadores, Promissores, Vulneráveis, Contrapesos e Saco de Pancadas (SEIBEL, 2001). Estas posições são mostradas na Figura 8.

Conforme descreve Calado *et al.* (2014) uma empresa Classe Mundial é definida no modelo como aquela que alcançou um nível de Práticas e Performance igual ou superior a 80% do padrão descrito como classe mundial. São caracterizadas por ter implantado grande parte das melhores práticas disponíveis na indústria e por serem competitivas no mercado internacional.

Uma empresa classe Desafiadora é aquela que obteve entre 60% e 80% nos índices de Práticas e Performance. São organizações que têm investido em boas práticas de gestão de manufatura, porém ainda não capturaram o retorno devido. Para Calado *et al.* (2014), é possível duas situações: as práticas foram implantadas recentemente e a empresa está em um período de aprendizado ou as práticas foram implantadas e ainda se percebe dificuldades operacionais, causadas por exemplo pela deficiência em treinamento dos funcionários ou por utilização incorreta ou inadequada das ferramentas *Lean*, divergindo do processo específico.

Algumas empresas apresentam resultado de performance satisfatório, mas ainda estão em processo de implementação de práticas *Lean* muito baixo. Estas foram classificadas como “Vulneráveis”, devido aos resultados inconsistentes e difíceis de serem sustentados por muito tempo, principalmente se as condições de competição com concorrentes forem mais evidentes.

Na classe “Contrapesos” têm-se as organizações com índices de práticas e performances entre 50% e 60%. Essas empresas estão longe do que denominamos de excelência industrial.

E a classe de menor pontuação é denominada “Saco de Pancadas”. As organizações desse grupo têm pontuação inferior a 50% em Práticas e Performance. A situação delas é grave, e sua sobrevivência está ameaçada na economia de mercado aberto.

Os processos na Figura 9 estão de acordo com as classificações do *Lesat & Baldrige*. A Figura 10 mostra um exemplo do resultado final do diagnóstico de uma organização representado por um Gráfico Aranha e no Quadro 3 pode-se ver uma amostra dos indicadores de desempenho *Lesat & Baldrige* transformados em perguntas diretas.

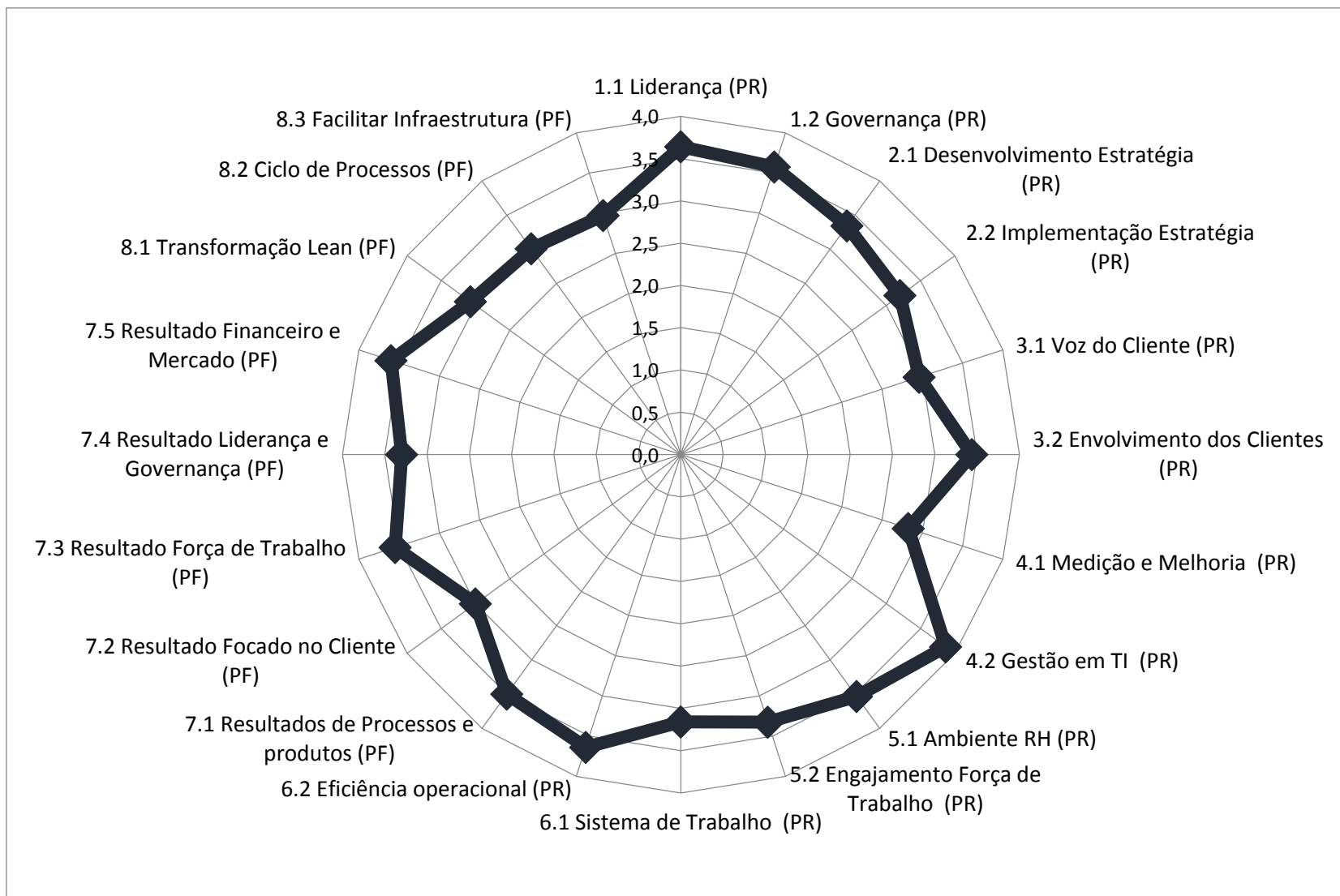
De acordo com Calado *et al.* (2014) a adoção de práticas relacionadas à produção enxuta, um processo de desenvolvimento de produtos bem estruturado e o estímulo a

aprendizagem organizacional, são apontadas como as principais estratégias para ganho de competitividade nas melhores empresas.

Figura 9 Indicadores de desempenho de acordo com *Lesat & Baldrige*

	Indicadores de Desempenho	Média	
<b>BALDRIGE</b>	1.1 Liderança (PR)	5,0	
	1.2 Governança (PR)	5,0	
	2.1 Desenvolvimento Estratégia (PR)	5,0	
	2.2 Implementação Estratégia (PR)	5,0	
	3.1 Voz do Cliente (PR)	5,0	
	3.2 Envolvimento dos Clientes (PR)	5,0	
	4.1 Medição e Melhoria (PR)	5,0	
	4.2 Gestão em TI (PR)	5,0	
	5.1 Ambiente RH (PR)	5,0	
	5.2 Engajamento Força de Trabalho (PR)	5,0	
	6.1 Sistema de Trabalho (PR)	5,0	
	6.2 Eficiência operacional (PR)	5,0	
	7.1 Resultados de Processos e produtos (PF)	5,0	
	7.2 Resultado Focado no Cliente (PF)	5,0	
	7.3 Resultado Força de Trabalho (PF)	5,0	
7.4 Resultado Liderança e Governança (PF)	5,0		
7.5 Resultado Financeiro e Mercado (PF)	5,0		
<b>LESAT</b>	8.1 Transformação Lean (PF)	5,0	
	8.2 Ciclo de Processos (PF)	5,0	
	8.3 Facilitar Infraestrutura (PF)	5,0	
	Prática (PR)	5,0	100%
	Performance (PF)	5,0	100%

Figura 10 Indicadores de Desempenho



Quadro 3 Indicadores de Desempenho

7.2	7.2 Resultado focado no cliente: Quais são os resultados dos clientes e dos stakeholders com foco de desempenho? (85 pts.)	1. Não Atende	2	3. Atende Parcial	4	5. Atende Plenamente	1. Não Atende	2	3. Atende Parcial	4	5. Atende Plenamente						
						Geral						Ger. Produção					
7.2.A	A) Resultados Focado no Cliente																
7.2.A.1	(77) Satisfação dos clientes e dos stakeholders	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
	Quais são os seus atuais níveis e tendências, principais medidas ou indicadores de satisfação e insatisfação de cliente e os stakeholders? Como esses resultados se comparam com os níveis de satisfação dos clientes e stakeholders de seus concorrentes e outras organizações que prestam serviços semelhantes?	Justifique:					Justifique:										
7.2.A.2	(78) Envolvimento dos clientes e dos stakeholders	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
	Quais são os seus atuais níveis e tendências, e principais medidas ou indicadores de envolvimento de clientes e stakeholders, incluindo a construção de relacionamento? Como esses resultados se comparam ao longo de seus clientes e stakeholders relacionados com você, em sua empresa?	Justifique:					Justifique:										

## 2.5. SISTEMA GREY

O sistema *Grey* é um método de análise de correlação de dois ou mais elementos, tratando da combinação dos mesmos de forma matemática com um efeito de tendência mais apurado. Este sistema vai ao encontro do conceito da caixa preta, que trata do conhecimento contido no sistema e desconhecido. Os dados obtidos a partir da análise de mais de dois elementos serão transferidos para uma Matriz *Grey* com um determinado número de linhas e de colunas conhecidas, que por meio de uma análise calculatória de Matrizes resultará no resultado consolidado destes elementos combinados (DENG, 1982).

Este método de correlação é uma análise quantitativa, que avalia múltiplas alternativas (ZHANG *et al.*, 2013), utilizada para fazer uma correlação entre fatores (SONG; SHEPPERD, 2011). A utilização deste método permite determinar as forças e fraquezas relacionadas entre os fatores (CALADO *et al.*, 2014).

Deng (1982) descreveu o termo *Grey System*, bem como outros autores que também a descrevem como: *Relational Analysis* (RA) (LIU, 2009) ou *Gray Correlation Analysis* (GRA) (TIE-JUN; SHA, 2008). Nesta pesquisa se utilizou o método descrito como método de análise de correlação *Grey* ou Sistema *Grey*.

De acordo com Calado *et al.* (2014), vários autores como: Liu (2009), Gan e Zhang (2009), Li e Zhao (2009) e SU *et al.* (2009), se utilizavam de um método combinado das técnicas do processo hierárquico-analítico (AHP - *Analytical Hierarchy Process*) e do sistema *Grey* para melhor aderência na tomada de decisão.

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) obtém os critérios de pesos e o sistema *Grey* seleciona os *scores*. O AHP é uma ferramenta útil para resolver problemas difíceis, enquanto que o sistema *Grey* é utilizado para explorar as esferas qualitativas e quantitativas entre abstrato e sucessões complexas e captura as características dinâmicas durante o processo de desenvolvimento (CALADO *et al.*, 2014).

Na teoria *Grey* faz-se a avaliação de características de desempenho múltiplo e de acordo com o grau de informação. Quando o sistema de informação é totalmente conhecido, ele é chamado de sistema branco. Se a informação é desconhecida, ela é chamada de sistema preto. Se a informação é parcialmente conhecida, ela é chamada de sistema cinza ou *Grey*. O grau de correlação *Grey* varia de 0 a 1, sendo 0 se as sequências não coincidentes e 1 se ambas as sequências são totalmente coincidentes (WEI, 2011; CHEN *et al.*, 2009).

No exemplo a seguir, que trata da correlação entre três projetos (A1, A2 e A3), em conjunto com o método de corte, demonstra-se o status atual e o projeto original A4. Desta



forma, faz-se a análise de quatro projetos, conforme demonstrado no Quadro 4, que dispõe tanto de dados quantitativos quanto de dados qualitativos (TIE-JUN e SHA, 2008; CALADO *et al.*, 2014)

Quadro 4 Índice técnico de economia para avaliar as melhorias de projeto (TIE-JUN e SHA, 2008)

<b>Projeto</b> <b>Índice</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
<b>X1:</b> O grau de precisão (%)	90	95	99	99
<b>X2:</b> Investimento em estrutura (x \$ 10.000)	1	5	100	0,1
<b>X3:</b> Custo da Mão de Obra (x \$ 10.000)	30	9	9	100
<b>X4:</b> Taxa de contagem (número por hora)	2000	1200	60000	500
<b>X5:</b> O tamanho da área a cobrir	maior	grande	maior	O maior
<b>X6:</b> O grau dificuldade e facilidade para reconstruir	Comum	Difícil	Mais difícil	Mais fácil

Os índices na Tabela 1 são uma sequência semi-quantitativa. Então, adotam-se os números de forma estimada para quantificar X5 e X6 em que se expressa e se reorganiza na Quadro 5 todos os índices de forma quantitativa (CALADO *et al.*, 2014).

Quadro 5 Quantidade de índice de avaliação

<b>Indicadores</b> <b>Projeto</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>	<b>X5</b>	<b>X6</b>
A1	90	1	30	2000	3,75	5
A2	95	5	9	1200	2,5	1,25
A3	99	100	9	60000	6,25	3,75
A4	99	0,1	100	500	1,25	8,75

O Quadro 5 é disposto como uma forma não dimensional pelo método padronizado linear, ao mesmo tempo todos os índices são unificados e positivos:

Matriz 1:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 0,909 & 0,100 & 0,300 & 0,033 & 0,600 & 0,571 \\ 0,960 & 0,020 & 1,000 & 0,020 & 0,400 & 0,143 \\ 1,000 & 0,001 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 0,429 \\ 1,000 & 1,000 & 0,090 & 0,008 & 0,200 & 1,000 \end{bmatrix}$$

Nesse momento, a maior parte ideal das amostras é  $X_0 = (1, 1, 1, 1, 1, 1)$ , devido à Equação 1 calcula-se a diferença absoluta da amostra  $X_0$  e  $X_i$ ; constitui-se a diferença absoluta da Matriz  $\Delta$ .

Equação 1

$$\Delta_{ij} = |X_{0j} - X_{ij}| \quad (i = 1,2,3,4; \quad j = 1,2,3,4,5,6) \quad (1)$$

Matriz 2

$$\Delta_{ij} = \begin{bmatrix} 0,091 & 0,900 & 0,700 & 0,967 & 0,400 & 0,429 \\ 0,040 & 0,980 & 0,000 & 0,980 & 0,600 & 0,857 \\ 0,000 & 0,999 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,571 \\ 0,000 & 0,000 & 0,910 & 0,992 & 0,800 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Após calculado o  $\Delta$  (máx.) e o  $\Delta$  (min.), faz-se a atribuição do peso. São atribuídos pesos diferentes conforme o nível de importância. O peso representa o grau de importância da informação e define-se um valor entre zero e um, como uma variável que pertence aos números reais dentro do intervalo (0 a 1), de modo que a soma dos pesos equivalem a 1 (100%) (CALADO *et al.*, 2014).

O  $\Delta$  (máx.) = 0,999 e o  $\Delta$  (min.) = 0 é conhecido o peso dos diversos índices ( $W_j$ ): 0,2, 0,2, 0,2, 0,1, 0,15, 0,15. Calcula-se então o coeficiente de correlação, de acordo com a Equação 2.

Equação 2

$$\epsilon_{ij} = \frac{\Delta(\min) + \rho\Delta(\max)}{\Delta_{ij} + \rho\Delta(\max)} \quad (2)$$

O coeficiente distingue e adota o valor entre 0,1 e 0,5. Atribui-se para Coeficiente de Correlação  $\rho$  o valor igual a 0,3, para se calcular o coeficiente de correlação da Matriz 3.

Matriz 3

$$\mathbf{\epsilon}_{ij} = \begin{bmatrix} 0,767 & 0,250 & 0,300 & 0,237 & 0,428 & 0,412 \\ 0,881 & 0,234 & 1,000 & 0,234 & 0,333 & 0,259 \\ 1,000 & 0,231 & 1,000 & 1,000 & 1,000 & 0,344 \\ 1,000 & 1,000 & 0,248 & 0,232 & 0,273 & 1,000 \end{bmatrix}$$

Alguns autores atribuem para o  $\rho$  valor igual a 0,1. Chan e Tong (2007) afirmam que o valor de 0,5 é normalmente aplicado.

Para calcular o grau de correlação aplica-se a Equação 3.

Equação 3

$$r_i = \sum_{j=1}^6 w_j \epsilon_{ij} \quad (3)$$

Matriz 4

$$\mathbf{r}_i = \begin{bmatrix} 0,153 & 0,050 & 0,060 & 0,024 & 0,064 & 0,062 \\ 0,176 & 0,047 & 0,200 & 0,023 & 0,050 & 0,039 \\ 0,200 & 0,046 & 0,200 & 0,100 & 0,150 & 0,052 \\ 0,200 & 0,200 & 0,050 & 0,023 & 0,041 & 0,150 \end{bmatrix}$$

Calculado  $r_1 = 0,4048$ ,  $r_2 = 0,5315$ ,  $r_3 = 0,6941$ ,  $r_4 = 0,6624$ , a sequência de conjunto da avaliação do projeto é:  $A_3 > A_4 > A_2 > A_1$ . Isso mostra que o  $A_3$  do projeto é o melhor plano. Segundo a associação *Grey*, na avaliação dos seis indicadores, pode-se saber que o uso da unificação e da caixa de material de mesma capacidade é a melhor opção (CALADO *et al.*, 2014).

## 2.6. HOSHIN KANRI

Há vários significados para o termo *Hoshin Kanri*, sendo que os mais frequentes são: Gerenciamento pelas Diretrizes, Planejamento *Hoshin* e Desdobramento das Diretrizes. Para esta pesquisa adotou-se o significado planejamento *Hoshin* ou *Hoshin Kanri* de acordo com a definição de King (1989).

A expressão *Hoshin Kanri* é utilizada como o norte estabelecido dentro da organização, que servirá de guia para as ações estratégicas da organização (CUDNEY, 2009; LOPEZ, 2010).

*Hoshin Kanri*, em associação ou não com o AHP, é também uma ferramenta para a tomada de decisão estratégica com o objetivo de cumprir os objetivos organizacionais alinhados aos planos específicos em todos os níveis da estrutura organizacional. Para Jackson (2006) deve-se utilizar o *Hoshin* para gerenciar o negócio e construir uma cadeia de valor de acordo com a abordagem *Lean*.

De acordo com Calado *et al.*, (2014), bons resultados na organização são obtidos a partir da aplicação de métodos integrados ao *Hoshin Kanri*.

Cudney (2009) sugere um fluxo de implantação do planejamento *Hoshin* integrado ao mapeamento do fluxo de valor (Figura 10).

O conceito *Hoshin Kanri* começou a ser praticado no Japão nos anos 1960, na mesma época da introdução do controle estatístico de processo (CEP), que fazia parte do sistema de gestão de qualidade, junto ao controle de qualidade total (TQC) (CALADO *et al.*, 2014).

Na Figura 12, Cudney (2009), propõe um sistema de estratégia de negócio, as quatro dimensões básicas da qualidade total (Segurança, Qualidade, Entrega e Custo) como os pilares de sustentação do planejamento *Hoshin Kanri*. A base destes pilares são as diversas ferramentas que normalmente aplicamos em uma organização de forma personalizada, como TPM, MFV entre outras.

De acordo com Certo e Peter (2010) é importante explicar sobre a administração estratégica corporativa e empresarial; após a formulação dos princípios *Lean*, deve-se formular a estratégia da organização, que ocorre em três níveis: corporativo ou empresarial, de unidade de negócios e funcional.

Figura 11 Estratégia de melhoria. Adaptado de Cudney (2009)

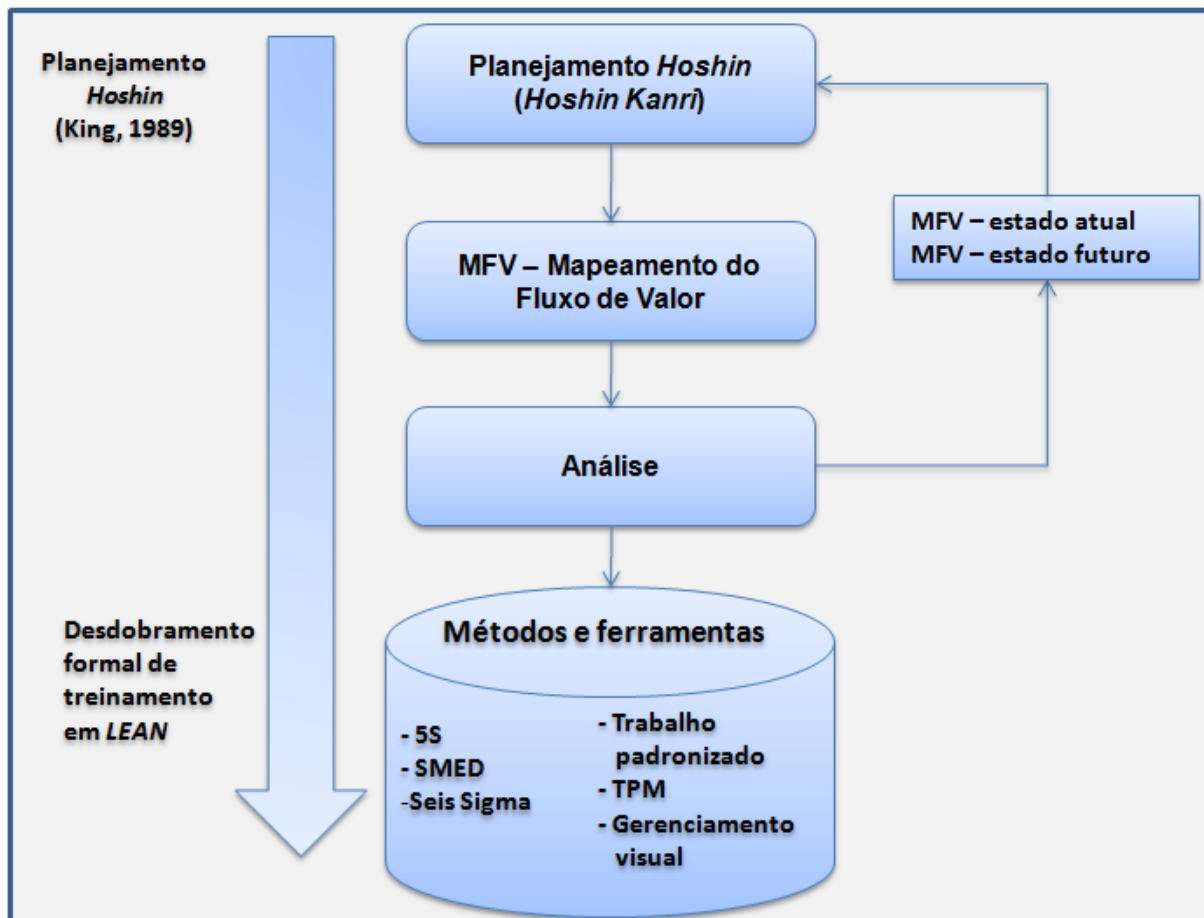
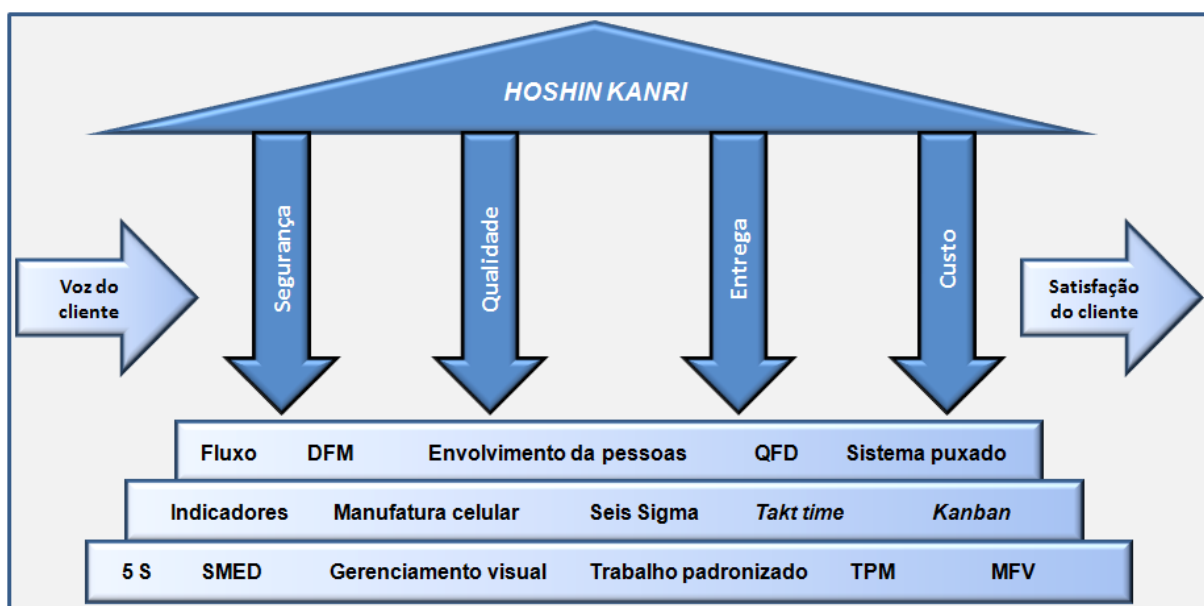


Figura 12 Sistema de Estratégia de Negócio (CUDNEY, 2009)

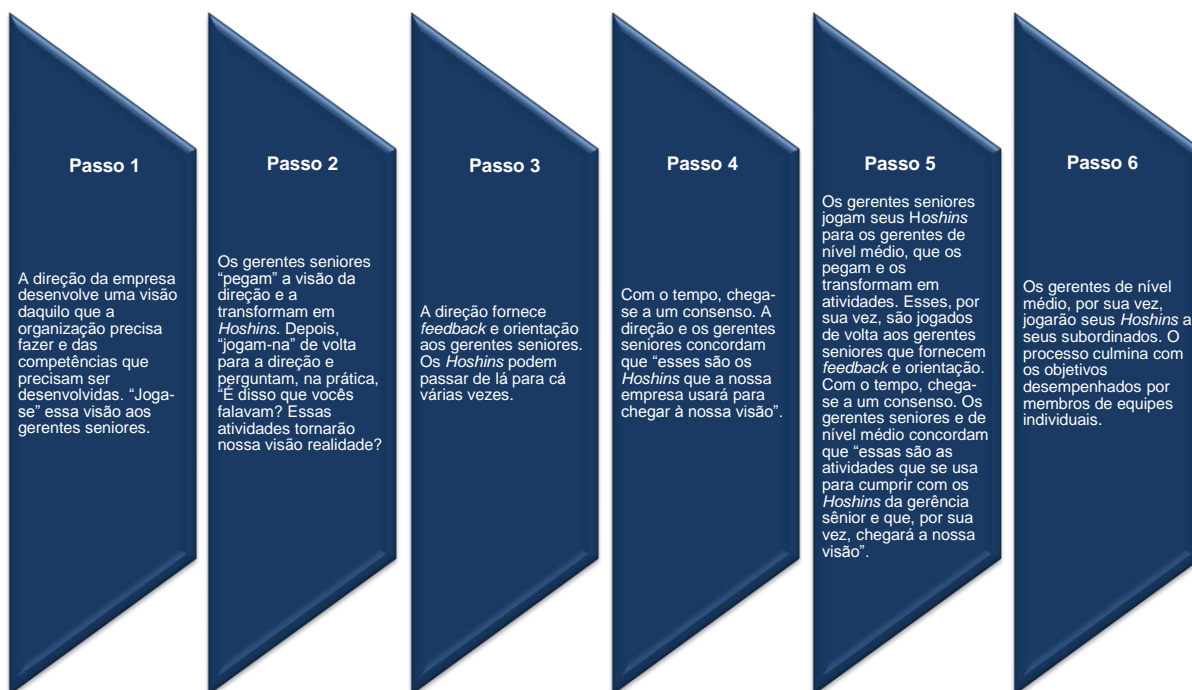


### 2.6.1. *Catchball & Hoshin Kanri*

O *Catchball*, conforme Kondo (1998) é o processo de comunicação e alinhamento de objetivos e metas, utilizado pelos líderes de nível gerencial da organização, durante o processo de planejamento, utilizado para definir as estratégias de curto e longo prazo.

Calado *et al.* (2014) relata em sua obra os seguintes passos do *Catchball*, descritos por Dennis em 2008 (Figura 13):

Figura 13 Passos do Catchball. Adaptado de Calado *et al.* (2014)



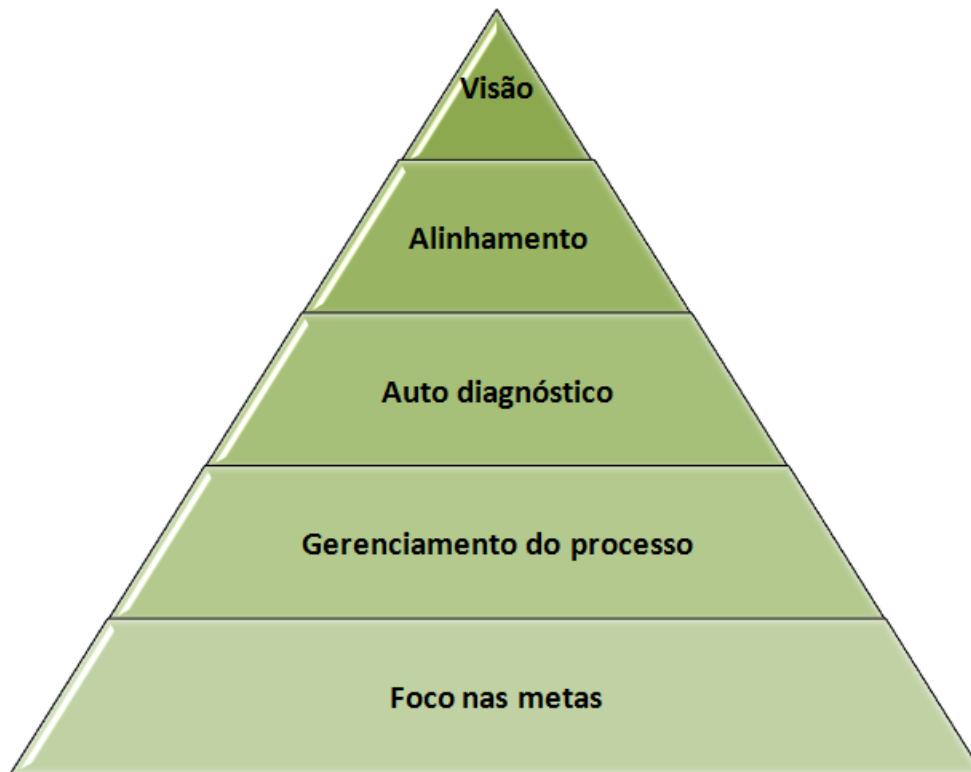
Conforme Calado *et al.* (2014) o *Catchball* força um estilo de liderança diferente com base no respeito mútuo entre a liderança, em que cada nível de liderança confia nos membros da sua equipe e na capacidade de juntos atingirem os resultados projetados.

### 2.6.2. Níveis de Necessidade da Organização

Cudney (2009) estabeleceu a pirâmide que descreve os cinco níveis de necessidade hierárquica de uma empresa, totalmente alinhada aos seis passos para implantação do planejamento *Hoshin*. (Figura 14).

Para Womack (1998). Pode-se levar até cinco anos para que o planejamento *Hoshin Kanri* levar uma organização para o nível de classe mundial.

Figura 14 Níveis de necessidade da organização (CUDNEY, 2009)



### 2.6.3. Planejamento *Hoshin Kanri* de Jackson

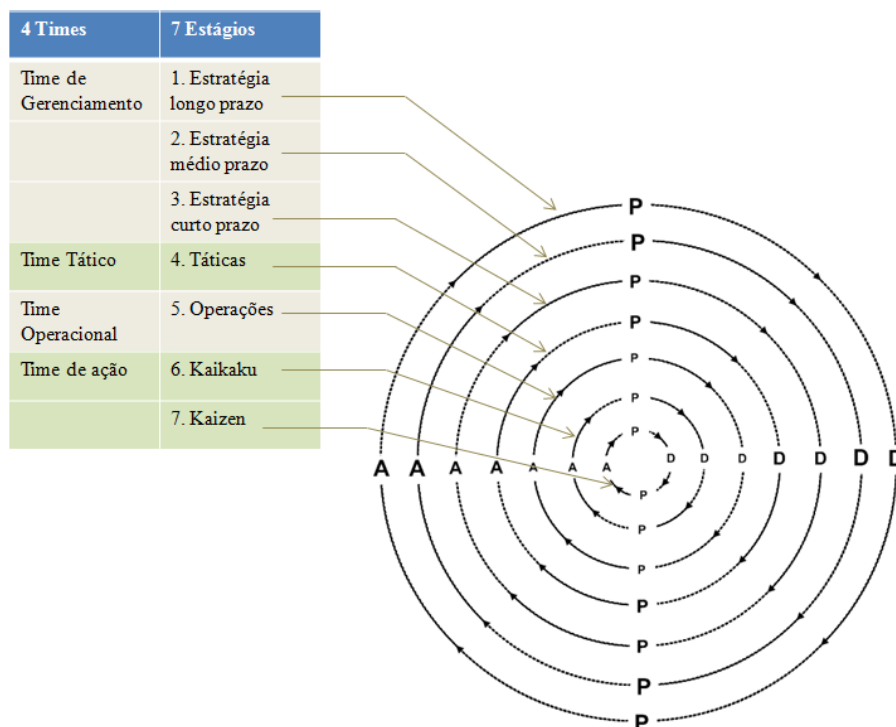
Jackson (2006) determinou sete passos de um processo *Hoshin Kanri*, que envolve os líderes gerentes e acima, empregando hipóteses, baseadas em dados e fatos, que irão estabelecer a estratégia de negócio, operações, *marketing*, produtos e demais áreas da organização.

Os sete passos de planejamento *Hoshin Kanri* são realizados por equipes de trabalho, com a participação da gestão de primeiro escalão e demais níveis hierárquicos no processo (Figura 15).

No Quadro 6 temos os quatro tipos de equipes *Hoshin* os sete passos ou ciclos PDCA, que são totalmente sinérgicos.

O método de solução de problemas PDCA começou na área de qualidade devido à sua praticidade de aplicação, expandindo a sua utilização nas áreas de processos e de serviços das mais diversas empresas em qualquer segmento impactando diretamente nos resultados das mesmas (SOBEK; SMALLEY, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Figura 15 Times e estágios de mudança (JACKSON, 2006)



#### 2.6.4. *Hoshin Kanri* para a Empresa Enxuta

O time *Hoshin*, para implantar os três primeiros passos, utilizará seis a oito semanas para as atividades:

- Análise do ambiente: Trata-se de um diagnóstico que a equipe deve executar antes de iniciar o processo. Esta atividade da equipe deve ser realizada durante todo o ano.
- Criar uma estratégia de médio prazo. O time *Hoshin* deve elaborar a estratégia de médio prazo no período de uma semana e discutir as medidas e os resultados financeiros.
- Projetar o *Hoshin* anual. É necessário mais uma semana para executar esta atividade, mais uma semana para manter a equipe *Hoshin* e mais quatro semanas para a reunião final. Este processo pode demandar mais tempo quando a organização é grande geograficamente, com fábricas em diferentes locais do país, em que o envolvimento dos fornecedores vai exigir ainda mais tempo.



Quadro 6 Os quatro times e os sete passos Hoshin (JACKSON, 2006)

Quatro times		Sete passos <i>Hoshin</i>		
1	Time <i>Hoshin</i>	1	Estratégia longo prazo	Um plano geral de ação que visa ao período de longo prazo, planejamento de 5 a 10 anos para fazer as grandes mudanças ou adaptações na missão e / ou visão do negócio.
		2	Estratégia médio prazo	Um plano de ação parcialmente concluído inclui metas financeiras e medidas de melhoria de processo que visa acima de três a cinco anos para desenvolver as capacidades e alinhar a trajetória das operações com a estratégia de negócios de longo prazo.
		3	<i>Hoshin</i> anual	Um plano de ação muito concreto que visa um longo prazo, próximo de 6 a 18 meses para desenvolver capacidades competitivas e alinhar a trajetória das operações comerciais, com a estratégia de negócios de médio prazo.
2	Time Tático	4	Tática	Iniciativas concretas de 6 a 18 meses, definido pela <i>Hoshin</i> anual, compromete-se a desenvolver novas capacidades específicas, aplicando novas tecnologias e metodologias de processos de negócios em geral.
3	Time Operacional	5	Operacional	Os projetos concretos levam de três a seis meses, definido pelo <i>Hoshin</i> anual, compromete-se a aplicar novas tecnologias e metodologias <i>Lean</i> de processos padronizados nas funções específicas de negócio.
4	Time de trabalho	6	<i>Kaikaku</i>	Os projetos concretos levam de 1 semana a 3 meses, geralmente definidos após a implantação do <i>Hoshin</i> anual, comprometendo-se a aplicar os métodos e ferramentas <i>Lean</i> .
		7	<i>Kaizen</i>	Ferramentas da qualidade e solução de problemas em curto prazo para eliminar defeitos, erros e anomalias que possam surgir no decorrer do cotidiano de trabalho padronizado, bem como, melhorias resultantes oriundas das sugestões dos funcionários.

## 2.7. MÉTODO DE DIAGNÓSTICO DE EMPRESAS – MDE

O Método de Diagnóstico de Empresa é uma proposta de instrumento de melhoria contínua, com o objetivo de apoiar os gestores no processo de tomada de decisão, na implementação de projetos sinérgicos com os funcionários, dentro do conceito de planejamento *Hoshin* (CALADO *et al.*, 2014).

A proposta desta pesquisa, na qual se aplica o MDE, é observado na Figura 16, com o detalhamento do gerenciamento estratégico integrado ao método de diagnóstico de empresa e *Hoshin Kanri*. Esta Figura mostra a inter-relação do método de diagnóstico de empresa com o planejamento *Hoshin* (CALADO *et al.*, 2014).

Esta pesquisa está estruturada com a aplicação da Pesquisa de Diagnóstico, baseada na utilização do *Lesat & Baldrige*, que informa sobre a posição competitiva da empresa, nas diversas áreas de gestão, no setor de manufatura.

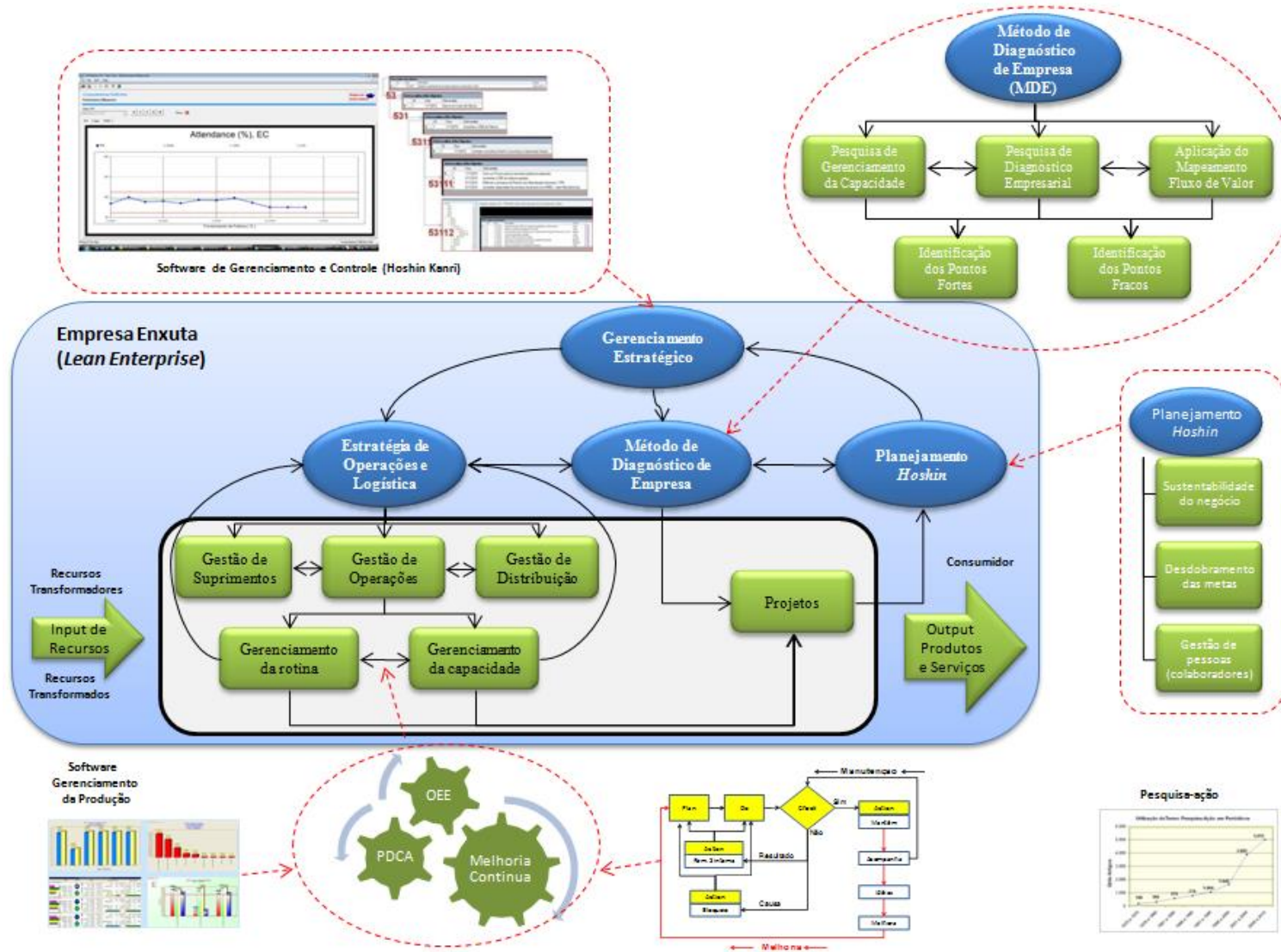
No caso da pesquisa, dentro do setor químico, a partir da elaboração de um diagnóstico, iniciou-se o processo de melhoria do gerenciamento estratégico *Hoshin Kanri* dentro da organização. A partir dos resultados obtidos, pode-se traçar um plano de ação que promova as mudanças necessárias, no sentido de aperfeiçoar os processos de gestão e atingir os objetivos (CALADO *et al.*, 2014).

De acordo com a proposta do MDE, este diagnóstico consta da aplicação do *Lesat & Baldrige*, enfatizando que a auto avaliação e o levantamento de evidências, geraram a identificação dos pontos fortes e fracos que se traduzem em possíveis melhorias a serem realizadas. Exemplos de formulários de diagnóstico podem ser encontrados no relatório técnico (CALADO *et al.*, 2014).

### 2.7.1. Estrutura do MDE

O Método de Diagnóstico de Empresa (MDE) refere-se a verificação do nível da maturidade da empresa, em que se avalia os resultados a partir de um método matemático, de forma participativa, por intermédio da aplicação de um conjunto de métodos e ferramentas científicos de acordo com a abordagem *Lean* (CALADO *et al.*, 2014).

Figura 16 Modelo de Gerenciamento Estratégico Integrado ao MDE e Hoshin Kanri (CALADO et al., 2014)



Este método está direcionado para líderes gestores e direção técnica das empresas que pretendem trabalhar o planejamento *Hoshin*, com o objetivo de buscar formas de sustentabilidade e posteriormente atingir um alto nível de maturidade, transformando a sua organização em uma empresa classe mundial, o que significa que ela tem alta performance quando se aplica as práticas de *Lean Enterprise*.

O MDE vai proporcionar um ciclo de melhoria contínua na empresa, porque é um sistema de análise e tomada de decisões estratégicas, considerando aspectos da manufatura. A coordenação é da direção da empresa, com a participação dos líderes gestores, utilizando-se do conhecimento dos mesmos nos processos de manufatura da organização, com o objetivo de atingir os resultados desenhados pelos diretores.

Essa pesquisa está estruturada conforme a Figura 16; desenvolve-se um senso crítico e proativo quanto às necessidades da organização, promovendo a auto avaliação das melhores práticas e performance, desenvolvendo a corresponsabilidade entre os líderes gestores participantes do diagnóstico da empresa. Os passos 15, 16, 22, 23 e 24 da Figura 17 não são aplicáveis nesta pesquisa.

### **2.7.2. Etapas do MDE**

De acordo com esta pesquisa, a estrutura do MDE é composta por 19 fases; que trata do desenvolvimento do conhecimento teórico e na busca por uma forma participativa de tomada de decisão e suporte ao planejamento *Hoshin* no gerenciamento estratégico. Faz-se uso da abordagem de pesquisa tipo *Survey* para se desenvolver todas as etapas do MDE (Figura 18).

De acordo com Calado *et al.* (2014), durante a etapa do *Workshop*, em que se detalha o processo, pode ocorrer um possível envolvimento de natureza emocional e política.

A comparação com outras organizações não é o foco do diagnóstico, porém pode haver algum desconforto quanto ao conhecimento quanto o questionário estar sendo aplicado em outras fábricas.

A maior preocupação do pesquisador é de que haja um bom nível de interpretação das perguntas, porque se trata de uma condição especial de forma participativa dos funcionários líderes gestores e do pesquisador (CALADO *et al.*, 2014).

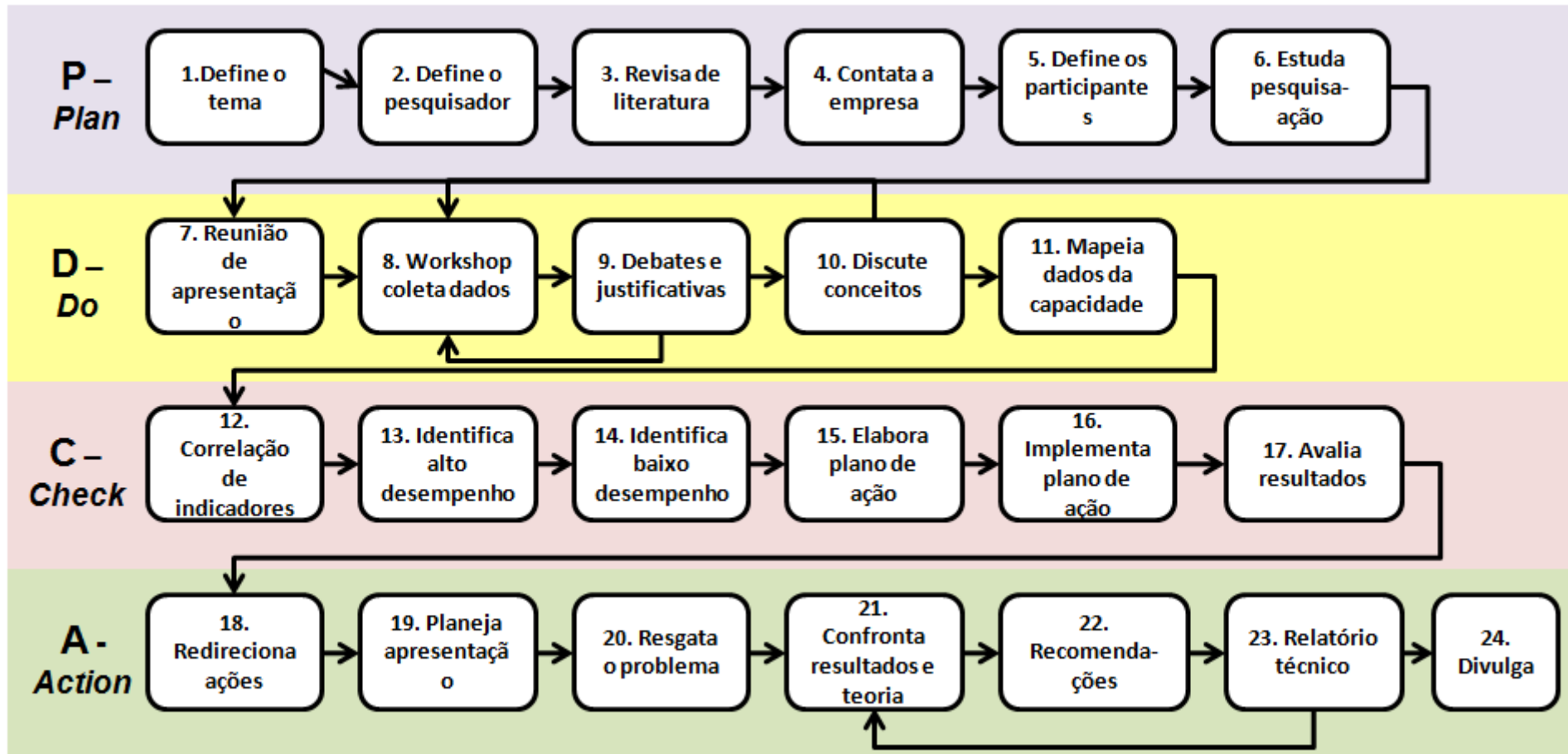
Figura 17 Estrutura do Método de Diagnóstico de Empresa (CALADO *et al.*, 2014)

Figura 18 Etapas e descrição do Método de Diagnóstico de Empresa. Adaptado de Calado *et al.* (2014)



### 2.7.3. Princípios básicos do Método de Diagnóstico de Empresa

Podem existir níveis diferentes quanto ao conhecimento, habilidade e atitude entre os funcionários em todos os níveis. O MDE dá ênfase ao conhecimento, ao envolvimento e a satisfação dos funcionários para que se possa realizar melhorias na qualidade de vida e trazer bons resultados para a organização (CALADO *et al.*, 2014).

Desta forma, observam-se os seguintes princípios básicos (CALADO *et al.*, 2014, p.121):

- a) O gerenciamento está fundamentado no conhecimento profundo das necessidades e expectativas dos colaboradores e direção da empresa.
- b) A visão e a estratégia gerencial consolidam a contribuição e a forma como a sinergia vai perpetuar a sustentabilidade na empresa e atender às necessidades e expectativas dos *Stakeholders*.
- c) Os integrantes da empresa têm a intenção de contribuir para a melhoria dos processos produtivos e administrativos.
- d) Os processos de melhoria contínua e aprendizagem na empresa baseiam-se em padrões *Lean* de performance e práticas e devem ser monitorados por meio dos indicadores no contexto de planejamento *Hoshin*.
- e) Os resultados são conhecidos pós-diagnóstico, analisados externamente e informados para a direção e assume-se a responsabilidade por eles.

### 2.7.4. MDE integrado ao gerenciamento estratégico

Conforme o modelo processual da empresa, estabelecido por Calado *et al.* (2014), na implementação do MDE integrado ao diagnóstico e planejamento (Figura 19) é possível observar as seis áreas da gestão da empresa. A construção do modelo de gerenciamento estratégico de uma organização a partir do MDE será orientada por essas etapas:

1. Orientação dos funcionários e contratados que atuam em operações e logística.
2. Orientação à gestão e direção responsável pelas decisões e os ativos.
3. Processo de auto avaliação.
4. Formulação de lista de recomendações e nível de maturidade da empresa de acordo com a abordagem do MDE.
5. Execução do Planejamento *Hoshin* anual.
6. Monitoramento e controle de resultados por meio do gerenciamento estratégico

A orientação dos funcionários em operações e logística (1) visa atender aos mercados utilizando-se de princípios *Lean*, com abordagem *Just-in-time* e *Jidoka*, agregando valor ao cliente e com conseqüente redução dos desperdícios.

Figura 19 Modelo de gerenciamento estratégico integrado ao MDE e *Hoshin Kanri* (CALADO *et al.*, 2014)



A aplicação do JIT irá contribuir na redução do tamanho dos lotes, redução de estoque e do *lead time*, enquanto a abordagem *Jidoka* mudará a cultura dos operadores, pois eles estão sempre atentos e buscando a eliminação de desperdícios, fazendo somente o necessário e com qualidade.

A orientação à gestão e direção responsável pelas decisões e os ativos (2) determina como a direção orienta e faz a gestão do planejamento *Hoshin* os resultados, que devem estar integrados às metas corporativas. A direção então está atenta à satisfação dos funcionários e clientes, a resolução dos problemas e como atinge as metas, evoluindo em direção à empresa classe mundial.

O processo de auto avaliação (3) é atribuído aos funcionários que tem perfil para a realização do diagnóstico. Considera-se os sistemas organizacionais existentes e a capacitação do time de trabalho de melhoria, estes líderes gestores ou não, determinados pela direção representando as diversas áreas da empresa.

Um relatório técnico foi emitido declarando o nível de maturidade (4) da organização. Esse documento detalha a aplicação do questionário de avaliação, com o resultado geral da pesquisa sobre o diagnóstico da empresa, mostrando o *ranking* da organização de acordo com o método *Lesat & Baldrige*, detalhando os pontos fortes e fracos das fábricas avaliadas e da empresa como um todo de acordo com a análise de correlação do sistema *Grey*.



As etapas 5 e 6 são aplicáveis para pesquisas tipo pesquisa-ação, quando o pesquisador tem a oportunidade de retornar à organização com uma lista de ações de melhorias baseadas nas justificativas das avaliações dos participantes e uma conclusão do pesquisador e facilitador *Lean* para direcionar os projetos de melhorias, as definições de metas, as ações de gestão dos recursos humanos de maneira sustentável que consideram os objetivos estratégicos.

### 3. MÉTODO

A proposta deste trabalho de pesquisa de campo foi criar um instrumento de medição e avaliação do programa *Lean*, para diagnosticar e identificar os pontos fortes e fracos da gestão de uma empresa do setor químico, fornecendo informações estratégicas, que podem levar a oportunidades de melhoria nos processos. O diagnóstico permitiria, se a organização assim o desejasse contribuir para o planejamento estratégico de operações e logística.

Foram realizadas pesquisas em cinco fábricas de uma única empresa do segmento químico, utilizando-se do teste da aplicação do MDE.

#### 3.1. MDE APLICADO NO SEGMENTO INDUSTRIAL DE UMA EMPRESA QUÍMICA

Este trabalho foi aplicado em uma empresa do setor químico, empresa privada, localizada no estado de São Paulo, e daqui para frente será denominada de empresa ou organização química, por uma questão de sigilo empresarial. Trata-se de uma empresa multinacional de grande porte no segmento de transformação química, que atende aos vários clientes do mercado industrial químico B2B (*Business To Business*). Esta pesquisa fornecerá informações estratégicas e oportunidades de melhorias nos processos, negócio, pessoas e com a participação das mesmas, que são os próprios respem quentes.

O MDE, na empresa pesquisada, foi utilizado de forma pontual e não será instrumento de comparação com outras empresas do mesmo segmento, mesmo porque é a primeira vez que se aplica este conceito avaliativo em uma empresa química. Ressalta-se que todas as informações confidenciais obtidas junto a esta organização para realizar o MDE foram mantidas em absoluto sigilo e somente poderiam ser divulgadas com autorização expressa e documentada da empresa.

Para a aplicação do método PDCA na organização, alvo da pesquisa do MDE, descritas nos tópicos 3.3 a 3.6 a seguir, seguem de forma adaptada os passos indicados por Calado *et al.* (2014), considerando que se trata de uma pesquisa tipo *Survey*, para verificar se o MDE também pode ser aplicado em empresas do setor químico.

### 3.2. PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DO MDE NA EMPRESA QUÍMICA - PLAN DO PDCA

Considerando o método de solução de problema PDCA, na 1ª. fase de aplicação do MDE, orienta-se a iniciar pelo planejamento. O planejamento contém as seis primeiras etapas descritas: proposta preliminar de pesquisa do MDE; estrutura de pesquisadores; revisão de literatura; contato com a direção da empresa; identificação dos participantes/avaliadores do MDE; aplicação da pesquisa; estudo de viabilidade da aplicação da pesquisa tipo *Survey*.

1ª etapa - Define-se o tema e a proposta preliminar de pesquisa: Aplicar o Método de Diagnóstico de Empresa. Foram identificadas cinco fábricas de um site químico da empresa pesquisada. O objetivo foi identificar as melhores práticas e oportunidades de melhorias para tomada de decisão, de acordo com a necessidade da organização. Para tanto, tomou-se como premissa utilizar o *Lesat & Baldrige*, para identificar e interagir com a empresa pesquisada.

2ª etapa - Define-se a equipe de pesquisadores. O responsável pelo desenvolvimento e coordenação da aplicação do MDE é o próprio pesquisador. Os participantes da reunião inicial ou *workshop* são profissionais líderes e gestores da empresa pesquisada com total domínio dos conhecimentos dos processos operacionais e administrativos de cada fábrica pesquisada.

3ª etapa - Procede-se a revisão de literatura pertinente. O trabalho se baseou inicialmente em literaturas sobre *Lesat & Baldrige*, e ampliou os estudos, alinhando-os à pesquisa sobre Planejamento *Hoshin e Lean Enterprise*.

4ª etapa – Contato inicial com a empresa interessada no Diagnóstico. O contato com a empresa se deu por meio da vice-presidência industrial do principal site químico da empresa pesquisada, sediada no estado de São Paulo. Este encontro aconteceu diretamente pelo pesquisador. Com esse relacionamento conseguiu-se agendar a primeira reunião do MDE com a vice-presidência industrial. Nessa reunião pré-agendada na empresa química, o pesquisador teve a oportunidade de apresentar o objetivo de sua pesquisa e a proposta de parceria nesse projeto de aplicação do MDE.

Uma vez sendo entendidas as vantagens, a vice-presidência industrial sugeriu que se apresentasse o trabalho de pesquisa previsto para os colegas do departamento de Excelência

Operacional da casa Matriz no país sede, o que foi feito durante uma conferência do *site* em uma cidade no estado de São Paulo.

5ª etapa – Identificam-se os participantes da pesquisa. Para o início do MDE, que aconteceu *in company*, foram identificados os respem quentes da pesquisa, geralmente líderes e gestores de cinco fábricas integrantes do site químico pesquisado, que foram convidados a participarem. Os avaliadores receberam via pesquisador um convite para o primeiro dia do *Workshop* do MDE.

As três primeiras etapas foram estruturadas pelo pesquisador, pois a intenção do pesquisador era avaliar cinco fábricas do site químico, com o objetivo de aplicar o MDE.

O pesquisador é o dono do processo, porque de acordo com o método de pesquisa, nos vários encontros ocorre uma reunião inicial, ou praticamente um *workshop*, no qual é necessário o conhecimento do método de aplicação do MDE e experiência com *Lean Enterprise*, *Lesat & Baldrige*, Planejamento *Hoshin*, Gerenciamento Estratégico entre outros conhecimentos.

6ª etapa - Estuda-se a viabilidade de aplicação do método de pesquisa tipo *Survey*. Diante da experiência do pesquisador com a teoria de implantação de *Lean Enterprise* e pela aplicação inédita do modelo *Lesat & Baldrige*, torna-se viável a aplicação da pesquisa tipo *Survey*.

### 3.3. EXECUÇÃO DA APLICAÇÃO DO MDE NA EMPRESA QUÍMICA - DO DO PDCA

Na segunda fase do MDE, considera-se a execução das reuniões e/ou *workshops* para entendimento do método; inicia-se então a execução do MDE. A fase de execução compreende as quatro subseqüentes etapas descritas: reuniões com as fábricas para detalhar a pesquisa do MDE; recebimento dos questionários respondidos; análise crítica para verificação da consistência dos resultados; entendimento das respostas baseado nos conceitos do MDE.

7ª etapa - Reúnem-se os participantes para a discussão acerca dos problemas do grupo ou da organização pesquisada e das possibilidades de ação. Nesse primeiro contato do pesquisador com os participantes em reunião foram abordados os seguintes assuntos:

O pesquisador se apresentou a todos os participantes selecionados e representantes de cada fábrica da empresa química pesquisada. Na abertura, o pesquisador falou do objetivo do

projeto de pesquisa pela necessidade de se obter informações e respostas consistentes e da importância da participação deles neste processo para a organização.

Seguiu-se uma dinâmica de apresentação na qual o pesquisador passa a conhecer os participantes, sua experiência na empresa e sua área de responsabilidade e trabalho, entre outras informações.

O pesquisador, com a intenção de nivelamento do conhecimento entre os diferentes níveis de participantes selecionados, fez uma breve explanação no formato de palestra sobre a competitividade das empresas, a diferença entre uma empresa convencional e uma empresa moderna, explanou sobre o histórico do Sistema Toyota de Produção e até sobre *Lean Enterprise*, e da necessidade de agregar valor ao cliente e reduzir os desperdícios para aumentar os ativos da empresa de maneira integrada, participativa e sustentável.

Foi explicado aos participantes que este trabalho será fundamental para o planejamento *Hoshin* da organização, se assim ela desejar; também se explanou que tal identificação dos pontos fracos, julgado pelos próprios participantes, serão utilizados para criar uma lista de recomendações de projetos de melhorias na organização, que poderiam apoiar o planejamento estratégico de longo prazo.

Explicou-se que o método conta com a participação dos funcionários com cargos de liderança estratégia de operações.

Explicou-se que as avaliações discutidas na reunião inicial aumentam o grau de conhecimento quanto aos conceitos *Lean* e a autocrítica dos participantes, promovendo incômodo e desconforto quanto às condições de desperdícios e a tendência é que todos começassem a enxergar perdas de oportunidades de agregar mais valor ao cliente.

Esclareceu-se que essa pesquisa seria realizada de forma gratuita e voluntária e que a etapa dez do planejamento *Hoshin* e gerenciamento estratégico seriam sugeridos e orientados se houvesse interesse futuro da empresa pesquisada.

O pesquisador explanou casos de sucessos do uso do *Hoshin Kanri* e a possibilidade de se ter um controle de todas as ações e projetos de forma integrada para melhor gerenciamento, visibilidade e gestão com acompanhamento dos resultados financeiros.

O período de pesquisa foi de três meses, porque o questionário base *Lesat & Baldrige* foi respondido paulatinamente de acordo com a disponibilidade de agenda dos funcionários, com o objetivo de deixar os respem quentes à vontade e confiantes para a construção de opiniões e críticas sobre as questões abordadas a respeito da empresa.

Finalizando, o pesquisador entregou para cada participante da pesquisa um Termo de Consentimento Livre Esclarecido Institucional, com o objetivo de assegurar a aplicação e utilização das informações pelo pesquisador (Anexo 1).

8ª etapa - Com base em uma suposição diagnóstica, coletam-se dados para a elaboração do relatório final do diagnóstico, por meio de questionários, entrevistas, observações, *workshops* (reuniões participativas) e outros procedimentos.

Primeiro o pesquisador explanou a questão e o significado para os participantes atribuírem notas de 1 até 5, de acordo com a escala *Likert*. Nessa etapa, os participantes ouviram e acompanharam a explanação de cada questão do questionário.

Segundo os participantes fizeram perguntas ao pesquisador sobre as questões e os termos que surgem dúvida e ou desconhecem. Quando se trata de uma empresa com cultura e sistema de produção convencional é comum o pesquisador explicar sobre os conceitos relacionados às questões. Se um dos participantes tem dúvida, a explicação da questão e seus principais conceitos são explanados pelo pesquisador, favorecendo o processo de aprendizagem e de conhecimento de todos sobre cada questão.

Terceiro os participantes receberam a explicação que deviam atribuir uma única nota por questão e descrever, justificando a nota no formulário padronizado.

Quarto, uma vez discutida todas as dúvidas referentes às questões, os participantes tiveram a oportunidade de prosseguir com a avaliação completa do questionário.

9ª etapa - O pesquisador promoveu a análise crítica sobre a nota atribuída de cada questão, baseado nas respostas dos diversos participantes. O pesquisador fez uma reflexão detalhada sobre as questões na empresa, observando se há consistência entre as respostas dos participantes. Esse tipo de análise possibilitou verificar se houve algum problema de entendimento com alguma questão em específico e retornar ao respem quente se necessário fosse.

10ª etapa - O pesquisador promoveu o entendimento das respostas baseado nos conceitos modernos de produção, *Lean enterprise* e planejamento *Hoshin (Hoshin Kanri)*. O pesquisador também colaborou com seus conhecimentos específicos, quando promoveu o entendimento quanto a necessidade de se avaliar métodos propostos de resolução de problemas e gerenciamento estratégico para a melhoria da eficiência da empresa pesquisada.

### 3.4. VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DO MDE NA EMPRESA QUÍMICA - *CHECK* DO PDCA

Nessa penúltima fase do PDCA, da etapa onze até a etapa catorze, o pesquisador transformou os dados em informação, conforme descritas a seguir:

11ª etapa - Elaboram-se os cálculos após análise do diagnóstico com o método análise de correlação *Grey* - seleção e avaliação dos indicadores. O método de análise, seleção e avaliação dos indicadores serviu para compreensão, planejamento e a elaboração do resultado final da pesquisa.

Executou-se a classificação das empresas segundo a analogia à luta de boxe de acordo com o *Lesat & Baldrige* para saber o nível de maturidade da empresa.

Avaliou-se a situação atual para atingir melhor desempenho segundo as notas atribuídas às Práticas e Performance.

É possível obter as informações históricas no banco de dados do MDE e realizar-se a comparação entre a empresa pesquisada e a média dos líderes mundiais, porém não do mesmo setor químico, considerando que esta aplicação é inédita. Analisou-se a posição da empresa em relação aos quartis de Práticas e Performance. O quartil é um valor da variável em questão que reparte ou divide a quantidade de elementos em porcentagens acima ou abaixo.

Adotou-se neste método a ferramenta *boxplot*, em que se definiu uma medida separatriz estatística denominada primeiro quartil (Q1), ou seja, estabeleceu-se uma linha de corte para o conjunto de dados. O primeiro quartil (Q1) separa os 25% inferiores dos valores ordenados dos 75% superiores; mais precisamente, no mínimo 25% dos valores ordenados são menores do que ou iguais a Q1, e no mínimo 75% dos valores são maiores do que ou iguais a Q1. O cálculo foi feito com auxílio do *software Minitab*, portanto se definiu para cada empresa os piores indicadores de acordo com o primeiro quartil.

O segundo quartil (Q2) é o mesmo que a mediana, na qual separou-se os 50% inferiores dos valores ordenados dos 50% superiores. No terceiro quartil (Q3) separou os 75% inferiores dos valores ordenados dos 25% superiores. Portanto com o resultado do terceiro quartil foi possível calcular com o *software Minitab* e identificar a linha de corte para 75%, ou seja, identificaram-se os melhores indicadores deste conjunto de dados, pós-seleção e avaliação do método análise de correlação *Grey*. Assim foi possível conhecer o nível de maturidade da empresa por meio da aplicação do *boxplot* em um conjunto de indicadores empresariais.

Posteriormente pôde-se avaliar e enxergar o novo nível de maturidade por meio de um diagnóstico da empresa e com uso do *boxplot*.

Embora se possa usar a comparação entre empresas de setores diferentes ou do mesmo segmento, no caso do MDE não se tem o foco de comparar empresas, mas sim a identificação da classificação (*ranking*), a seleção e avaliação dos indicadores, ou seja, uma linha de corte da identificação dos pontos fortes e fracos com uso do primeiro quartil e do terceiro quartil da ferramenta *boxplot*.

Por meio da visualização do Gráfico de tendências verificou-se a posição da empresa em relação aos índices de Práticas e Performance.

Em seguida fez-se a comparação com a média dos líderes mundiais.

Identificou-se os Indicadores Fortes e Fracos - Práticas, utilizando-se o sistema *Grey*.

Identificou-se os Indicadores Fortes e Fracos - Performances, também utilizando o sistema *Grey*.

12ª etapa - Selecionou-se as questões, recomendadas com alto desempenho de acordo com o método de correlação *Grey*. Elaborando-se o diagnóstico após análise dos dados para informação e manutenção da organização, de acordo com o método de análise de correlação *Grey*.

13ª etapa - Selecionou-se as questões, recomendações com baixo desempenho de acordo com o método análise de correlação *Grey*. Elaborando-se o diagnóstico após análise das oportunidades de melhorias, para informação e planejamento do planejamento estratégico da organização.

14ª etapa – Avaliou-se o resultado de cada uma das questões pesquisadas, em termos práticos e de desenvolvimento de conhecimento teóricos. Fazendo-se o alinhamento das respostas do questionário aplicado, traduzindo em termos práticos as demandas necessárias e se elas estavam alinhadas com a MDE e o Planejamento *Hoshin*.



### 3.5. RESULTADO DA PESQUISA BASEADA NO MDE NA EMPRESA QUÍMICA – *ACTION* DO PDCA

Nessa última fase do PDCA, da etapa quinze até a etapa dezenove, apresentaram-se os resultados e preparou-se o ambiente para o planejamento estratégico, conforme detalhes a seguir:

15ª etapa – Planeja-se a compilação dos resultados da pesquisa.

16ª etapa - Resgata-se o problema que suscitou a investigação.

17ª etapa - Confrontam-se os resultados obtidos com a (s) teoria (s) que deram suporte à investigação.

18ª etapa - Elabora-se o relatório de pesquisa e faz-se a descrição do diagnóstico.

19ª etapa - Divulgam-se os resultados da pesquisa na tese.

Durante as reuniões iniciais e/ou *workshops* ocorreram palpites e adivinhações, com um envolvimento de natureza emocional ou política. Como a comparação com outras empresas não é o foco principal do diagnóstico, a pesquisa de diagnóstico da empresa não seguiu exatamente a mesma metodologia do MDE. É importante ressaltar que não houve por parte dos entrevistados a inibição, críticas, resistências às respostas; gerando bom nível de interpretação das perguntas por se tratar de uma condição especial de forma participativa pelos líderes gestores da empresa pesquisada.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O MDE se utilizou de indicadores que avaliaram a gestão da empresa, considerando vinte indicadores macro de gestão. Estes por sua vez se desdobram em cento e vinte e um indicadores de desempenho. Verificou-se a situação atual com o objetivo de se avaliar o desempenho de acordo com as notas que foram atribuídas pelos funcionários às Práticas e *Performance*.

Foram analisadas por meio dos indicadores as práticas (PR) e *performance* (PF) cinco fábricas de uma mesma empresa química, aqui denominadas Fábricas A, B, C, D e E. Os cálculos para a obtenção do resultado dos indicadores do MDE, na empresa química pesquisada, são referentes a análise das seguintes dimensões: 1.1 Liderança Sênior (PR); 1.2 Governança e Responsabilidade Social (PR); 2.1 Desenvolvimento Estratégico (PR); 2.2 Implementação da Estratégia (PR); 3.1 Voz do Cliente (PR); 3.2 Envolvimento dos Clientes (PR); 4.1 Medição, Análise e Melhoria do Desempenho Organizacional (PR); 4.2 Gestão do Conhecimento, Informação e Tecnologia da Informação (PR); 5.1 Ambiente de Recursos Humanos (PR); 5.2 Engajamento da Força de Trabalho (PR); 6.1 Sistemas de Trabalho (PR); 6.2 Eficiência Operacional (PR); 7.1 Resultados dos Processos e Produtos (PF); 7.2 Resultado Focado no Cliente (PF); 7.3 Resultado Focado na Força de Trabalho (PF); 7.4 Resultados das Lideranças e Governança (PF); 7.5 Resultados Financeiro e de Mercado (PF); 8.1 Transformação *Lean* (PF); 8.2 Ciclo de Processos e Manufatura (PF); 8.3 Facilitar Infraestrutura (PF).

Nesta etapa da descrição do MDE na empresa química pesquisada, se abordou estes vinte indicadores ou dimensões, elaborando-se os cálculos com o método de análise de correlação *Grey* para a seleção e facilitação da compreensão.

Para a descrição da aplicação do sistema *Grey* no MDE, foi escolhida uma das áreas da manufatura de classe mundial, no caso a área de produção enxuta. O grau de correlação *Grey* foi usado para descrever os pontos fortes e fracos, o tamanho e a forma da relação entre os fatores. A combinação de um conjunto de vinte indicadores avaliados por vinte e dois líderes gestores são mostrados na Figura 20. Após analisados pelo sistema *Grey*, foram identificados os pontos fortes e fracos da área de produção enxuta.

Figura 20 Avaliação dos Indicadores – Produção Enxuta da empresa química

A	B	C	D	E	Média	
3,8	3,8	3,2	3,7	4,0	3,69	(1) Visão e valores
4,4	4,2	4,4	4,6	4,5	4,42	(2) Promover comportamento ético e legal
4,0	4,0	3,0	4,4	4,0	3,88	(3) Criar uma organização sustentável
4,4	3,8	3,0	4,0	4,0	3,84	(4) Comunicação
4,0	4,0	3,8	4,2	4,5	4,10	(5) Foca-se na ação
4,4	4,4	4,0	4,0	5,0	4,36	(6) Sistema de governança
3,8	4,0	3,3	2,5	4,5	3,61	(7) Avaliação de desempenho
4,6	4,2	4,0	3,3	5,0	4,23	8) Comportamento Legal e Ético
4,6	4,6	4,0	4,2	5,0	4,48	(9) Comportamento ético
4,4	3,8	3,2	3,6	4,0	3,80	(10) Bem-estar social
...						
4,0	3,8	2,8	3,4	4,5	3,69	(110) Alinhar capacidade e aptidão à demanda
4,0	4,0	2,5	2,8	4,5	3,55	(111) Fácil transição do serviço dentro e fora da empresa
4,2	4,2	3,3	3,3	4,5	3,88	(112) Fortalecer o valor da assistência prestada e serviços para os clientes
4,2	4,0	3,3	3,3	4,5	3,84	(113) Fornecer apoio e monitoramento pós-fornecimento
3,6	4,6	3,0	3,4	4,0	3,72	(114) Sistema Financeiro apóia transformação Lean
3,8	3,8	2,8	3,0	5,0	3,67	(115) As partes interessadas da empresa obtém as informações fin. necessárias
4,0	4,3	2,8	3,2	4,5	3,75	(116) Promulgar a Organização - constituir grupos de aprendizagem
4,2	4,0	2,6	3,2	5,0	3,80	(117) Facilitar a empresa Lean com sistemas e ferramentas de informação
4,8	4,8	3,6	3,6	4,5	4,25	(118) Integração da proteção ambiental, saúde e segurança do negócio
4,0	4,3	3,0	3,0	4,5	3,75	(119) Padronizar processos
4,0	4,0	3,0	3,4	4,5	3,78	(120) Ferramentas e sistemas comuns
3,5	4,0	2,8	3,6	4,5	3,68	(121) Reduzir variações

#### 4.1. MÉTODO DE SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES PARA A EMPRESA QUÍMICA PESQUISADA

Por muitos anos se descreveu as características do *Lean Production* ou da Produção Enxuta, sempre relacionado com o planejamento estratégico de uma organização e com as formas de diagnosticar o nível de maturidade das empresas.

Por meio da experiência na implementação do MDE, dos diversos indicadores no processo de Produção Enxuta, os mesmos foram avaliados pelos líderes gestores das Fábricas A, B, C, D e E, descritos como tal, sempre representantes da manufatura, respem quentes dos vinte indicadores quantitativos conforme estão descritos na Figura 21. Para cada fábrica, participaram 5 respondentes, com excessão da fábrica D, com tão somente 2 respondentes. A Figura 21 é mostrada como uma forma adimensional pelo método linear, em que também todos os índices são unificados em índice positivo em uma Matriz X.

Figura 21 Matrix X (índice positivo)

	A	B	C	D	E
<b>Matriz 1</b>					
<b>X=</b>	0,760	0,792	0,727	0,797	0,800
3	0,880	0,875	1,000	1,000	0,900
4	0,800	0,833	0,682	0,957	0,800
5	0,880	0,792	0,682	0,870	0,800
6	0,800	0,833	0,864	0,913	0,900
7	0,880	0,917	0,909	0,870	1,000
8	0,760	0,833	0,739	0,543	0,900
9	0,920	0,875	0,909	0,725	1,000
10	0,920	0,958	0,909	0,913	1,000
11	0,880	0,792	0,727	0,783	0,800
12	0,840	0,792	0,682	0,783	1,000
13	0,680	0,750	0,682	0,609	0,900
14	0,800	0,833	0,864	0,783	1,000
15	0,850	0,750	0,739	0,609	0,800
16	0,800	0,792	0,727	0,696	0,800
17	0,840	0,750	0,818	0,739	0,900
18	0,840	0,781	0,727	0,609	1,000
19	0,760	0,792	0,727	0,783	0,900
20	0,720	0,792	0,727	0,783	0,800
	0,750	0,750	0,727	0,870	0,800
			...		
110	0,800	0,792	0,625	0,739	0,900
111	0,800	0,833	0,568	0,598	0,900
112	0,840	0,875	0,739	0,707	0,900
113	0,840	0,833	0,739	0,707	0,900
114	0,720	0,958	0,682	0,739	0,800
115	0,760	0,781	0,636	0,652	1,000
116	0,800	0,885	0,636	0,696	0,900
117	0,840	0,833	0,591	0,696	1,000
118	0,960	0,990	0,818	0,783	0,900
119	0,800	0,885	0,682	0,652	0,900
120	0,800	0,833	0,682	0,739	0,900
121	0,700	0,833	0,636	0,783	0,900

Nesse momento a maior parte das amostras ideal é  $X_0 = (1, 1, 1, 1, \dots, 1)$ . Com a Equação (1) se calculou a diferença absoluta entre a amostra  $X_0$  e  $X_i$ , consituindo-se a diferença absoluta Matriz  $\Delta$  (Figura 22). (Equação 1)

$$\Delta_{ij} = |X_{0j} - X_{ij}| \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20; \quad j = 1, 2, 3, 4, 5)$$

Depois de calculado o  $\Delta$  (máx.) e  $\Delta$  (min.), foi-se atribuído pesos iguais para todos os avaliadores, considerando que a resposta de todos teve o mesmo nível de importância. A posição hierárquica da organização não foi aplicada, porque se entende que não existe hierarquia de informações.

Figura 22 Matriz  $\Delta$  (diferença absoluta)

<b>Matriz 2</b>	0,240	0,208	0,273	0,203	0,200
<b>Delta =</b>	0,120	0,125	0,000	0,000	0,100
3	0,200	0,167	0,318	0,043	0,200
4	0,120	0,208	0,318	0,130	0,200
5	0,200	0,167	0,136	0,087	0,100
6	0,120	0,083	0,091	0,130	0,000
7	0,240	0,167	0,261	0,457	0,100
8	0,080	0,125	0,091	0,275	0,000
9	0,080	0,042	0,091	0,087	0,000
10	0,120	0,208	0,273	0,217	0,200
	...				
110	0,200	0,208	0,375	0,261	0,100
111	0,200	0,167	0,432	0,402	0,100
112	0,160	0,125	0,261	0,293	0,100
113	0,160	0,167	0,261	0,293	0,100
114	0,280	0,042	0,318	0,261	0,200
115	0,240	0,219	0,364	0,348	0,000
116	0,200	0,115	0,364	0,304	0,100
117	0,160	0,167	0,409	0,304	0,000
118	0,040	0,010	0,182	0,217	0,100
119	0,200	0,115	0,318	0,348	0,100
120	0,200	0,167	0,318	0,261	0,100
121	0,300	0,167	0,364	0,217	0,100

Durante a reunião inicial com os respem quentes houve um nivelamento das informações, para garantia dos critérios estabelecidos no MDE. O peso atribuído representa o grau de importância da informação fornecida pelos respem quentes da empresa química pesquisada.

Os pesos são então atribuídos entre o valor zero e um, como sendo uma variável pertencente aos números reais dentro do intervalo (0 e 1), sendo que a soma dos pesos sempre equivale a 1, que é referente a 100%. Esta condição é definida no MDE.

Para a empresa em estudo o  $\Delta$  (máx.) = 0,674 e o  $\Delta$  (min.) = 0. Para a estratégia de avaliação foi adotado pesos iguais para os respem quentes, que uma vez nivelado é conhecido o peso dos diversos índices ( $W_j$ ) = 0,2; 0,2; 0,2; 0,2; 0,2. Calculou-se então o coeficiente de

correlação, para fazer a transformação dos dados da diferença absoluta na Matriz  $\varepsilon$  (Equação 2).

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\Delta(\min) + \rho\Delta(\max)}{\Delta_{ij} + \rho\Delta(\max)} \quad (2)$$

Foi-se atribuído o Coeficiente de Correlação  $\rho = 0,3$  para distinguir se o valor entre 0,1 e 0,5 receberá o Coeficiente de Correlação da Matriz  $\varepsilon$  (Figura 23).

Figura 23 Matriz  $\varepsilon$  (transformação de dados da diferença absoluta)

Peso (Wj)=	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$\Delta$ (max) =	0,674				
$\Delta$ (min) =	0,000				soma=1
$\rho$ =	0,3				
	A	B	C	D	E
<b>Matriz <math>\varepsilon</math></b>	0,457	0,492	0,426	0,499	0,503
<b>Epson =</b>	0,628	0,618	1,000	1,000	0,669
3	0,503	0,548	0,389	0,823	0,503
4	0,628	0,492	0,389	0,608	0,503
5	0,503	0,548	0,597	0,699	0,669
6	0,628	0,708	0,690	0,608	1,000
7	0,457	0,548	0,436	0,307	0,669
8	0,716	0,618	0,690	0,423	1,000
9	0,716	0,829	0,690	0,699	1,000
10	0,628	0,492	0,426	0,482	0,503
	...				
110	0,503	0,492	0,350	0,437	0,669
111	0,503	0,548	0,319	0,335	0,669
112	0,558	0,618	0,436	0,408	0,669
113	0,558	0,548	0,436	0,408	0,669
114	0,419	0,829	0,389	0,437	0,503
115	0,457	0,480	0,357	0,368	1,000
116	0,503	0,638	0,357	0,399	0,669
117	0,558	0,548	0,331	0,399	1,000
118	0,835	0,951	0,527	0,482	0,669
119	0,503	0,638	0,389	0,368	0,669
120	0,503	0,548	0,389	0,437	0,669
121	0,403	0,548	0,357	0,482	0,669

Utilizou-se a Equação para se calcular o grau de correlação (r) (Equação 3):

$$r_i = \sum_{j=1}^{16} w_j \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

Calculou-se então o grau de correlação (r):  $r_1 = 0,475$ ;  $r_2 = 0,783$ ;  $r_3 = 0,553$ ; ...;  $r_{121} = 0,492$ , conforme Figura 24. A sequência de conjunto da avaliação dos indicadores foi:  $r_{111}$ ;  $r_{47}$ ;  $r_{28}$ ; ...  $r_{70}$ .

Figura 24 Matriz r (grau de correlação)

Cálculo	A	B	C	D	E	r (soma)	Valor de r	Indicador	sub-área
Matriz 4 r <sub>i</sub> =	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r1	0,475	(1) Visão e valores	
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	r2	0,783	(2) Promover comportamento ético e legal	A) Visão, Valores e Missão.
	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	r3	0,553	(3) Criar uma organização sustentável	A) Visão, Valores e Missão.
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r4	0,524	(4) Comunicação	
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r5	0,603	(5) Foca-se na ação	B) Comunicação e desempenho...
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r6	0,727	(6) Sistema de governança	
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r7	0,484	(7) Avaliação de desempenho	A) Governança Organizacional
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r8	0,690	(8) Comportamento Legal e Ético	
	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	r9	0,787	(9) Comportamento ético	B) Comportamento Legal e Ético
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r10	0,506	(10) Bem-estar social	
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r11	0,584	(11) Suporte comunidade	C) Responsabilidades Sociais e Apoio das...
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r12	0,447	(12) Processo de planejamento estratégico	
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r13	0,626	(13) Inovação	A) Processo de Desenvolvimento estratégico
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r14	0,460	(14) Considerações Estratégicas	A) Processo de Desenvolvimento estratégico
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r15	0,465	(15) Sistemas de trabalho e competências essenciais	A) Processo de Desenvolvimento estratégico
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r16	0,528	(16) Principais objetivos estratégicos	
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r17	0,561	(17) Considerações dos objetivos estratégicos	B) Objetivos Estratégicos
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r18	0,505	(18) Desenvolvimento de plano de ação	
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r19	0,464	(19) Implementação de plano de ação	A) Desenvolvimento e Implementação...
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r20	0,486	(20) Alocação de recursos	A) Desenvolvimento e Implementação...
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r21	0,479	(21) Planos da Força de Trabalho	A) Desenvolvimento e Implementação...
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r22	0,455	(22) Medidas de desempenho	A) Desenvolvimento e Implementação...
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r23	0,516	(23) Modificação de plano de ação	A) Desenvolvimento e Implementação...
								...	
100	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r100	0,623	(100) Otimizar a capacidade e a utilização dos bens	A) Identificação de oportunidades
101	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r101	0,503	(101) Fornecer capacidade de avaliar e responder às...	A) Identificação de oportunidades
102	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	r102	0,653	(102) Alocar recursos para os esforços no desenvolvimento...	A) Identificação de oportunidades
103	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r103	0,471	(103) Elaborar o processo de entrega para ser baseado no...	
104	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	r104	0,658	(104) Incorporar valores dos interessados no serviço e na entrega	B) Desenvolvimento de Serviços e Processos...
105	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	r105	0,561	(105) Integrar o desenvolvimento dos processos de serviço e entrega	B) Desenvolvimento de Serviços e Processos...
106	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	r106	0,580	(106) Sistemas de informação são elaborados em conjunto e com...	B) Desenvolvimento de Serviços e Processos...
107	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r107	0,621	(107) Utilizar recursos de força de trabalho para fortalecer o negócio...	
108	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r108	0,493	(108) Estabelecer e manter um sistema de operações eficiente	C) Fornecimento de Assistência
109	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r109	0,532	(109) Gerenciar cadeia de suprimentos de mercadorias de forma Lean	C) Fornecimento de Assistência
110	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r110	0,490	(110) Alinhar capacidade e aptidão à demanda	C) Fornecimento de Assistência
111	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r111	0,475	(111) Fácil transição do serviço dentro e fora da empresa	
112	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r112	0,538	(112) Fortalecer o valor da assistência prestada e serviços...	D) Apoio e Vigilância
113	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r113	0,524	(113) Fornecer apoio e monitoramento pós-fornecimento	D) Apoio e Vigilância
114	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	r114	0,515	(114) Sistema Financeiro apóia transformação Lean	
115	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r115	0,532	(115) As partes interessadas da empresa obtém...	A) Facilitadores Organizacionais Lean
116	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r116	0,513	(116) Promulgar a Organização - constituir grupos de aprendizagem	A) Facilitadores Organizacionais Lean
117	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	r117	0,567	(117) Facilitar a empresa Lean com sistemas e ferramentas...	A) Facilitadores Organizacionais Lean
118	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	r118	0,693	(118) Integração da proteção ambiental, saúde e segurança...	A) Facilitadores Organizacionais Lean
119	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r119	0,513	(119) Padronizar processos	
120	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r120	0,509	(120) Ferramentas e sistemas comuns	B) Facilitadores do Processo Lean
121	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	r121	0,492	(121) Reduzir variações	B) Facilitadores do Processo Lean

0,401	Pior (menor valor r)
0,912	Melhor (maior valor r)

Após todos os cálculos e Matrizes sobre as avaliações do MDE, em que se detalhou a aplicação do sistema *Grey*, foi possível a análise dos pontos fortes e fracos, bem como a análise e entendimento da avaliação e das justificativas dos indicadores da empresa química pesquisada.

#### 4.2. AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA A

De acordo com as Figuras 25 a 28, em que se mostra o resultado médio da avaliação segundo o julgamento dos avaliadores para as dimensões de implantação da ferramenta *Lean* e o desempenho geral da fábrica A. Os Gráficos foram gerados por meio de uma planilha eletrônica da *Microsoft Office Excell* visando a aplicação do MDE. Após a avaliação dos 20 indicadores do MDE para a Produção Enxuta, pode-se dizer que Governança, Ambiente de RH, Eficiência Operacional e Resultado da Liderança são os pontos fortes para os líderes gestores em suas atividades fabris.

Por outro lado, a Voz do Cliente, Gestão de TI e Foco no Cliente são pontos fracos e merecem prioridade quanto à necessidade de elaboração em plano de ação de melhoria.

Figura 25 Transformação *Lean*

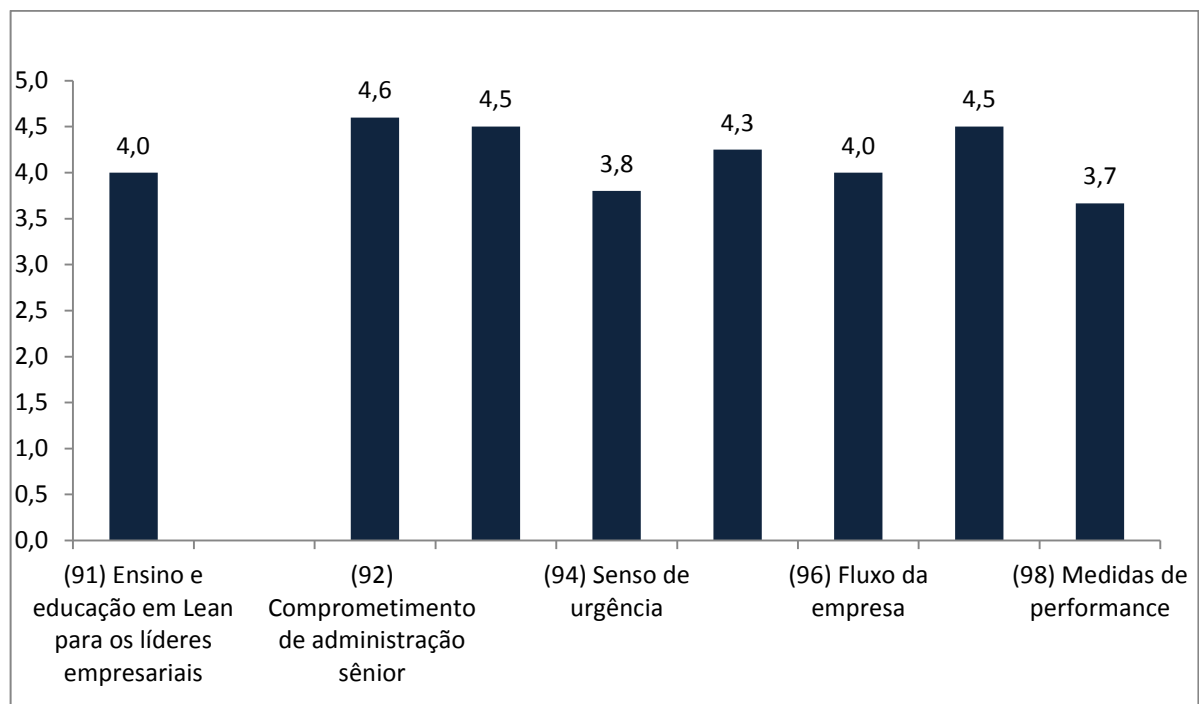




Figura 26 Ciclo de processos de manufatura

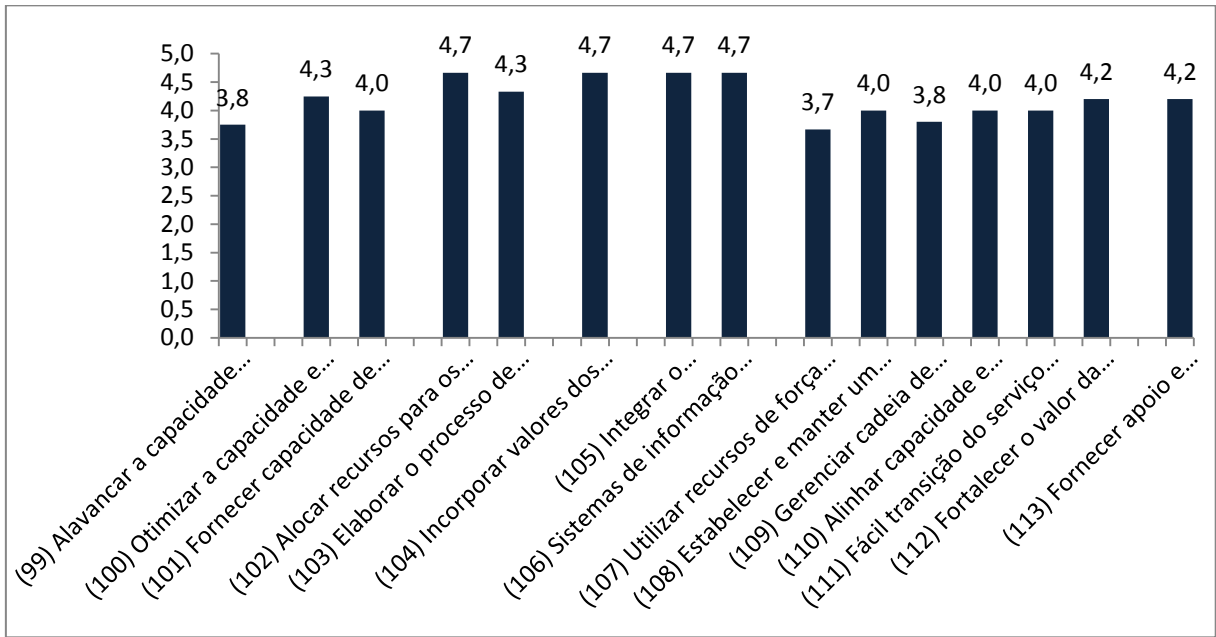


Figura 27 Facilitar Infraestrutura

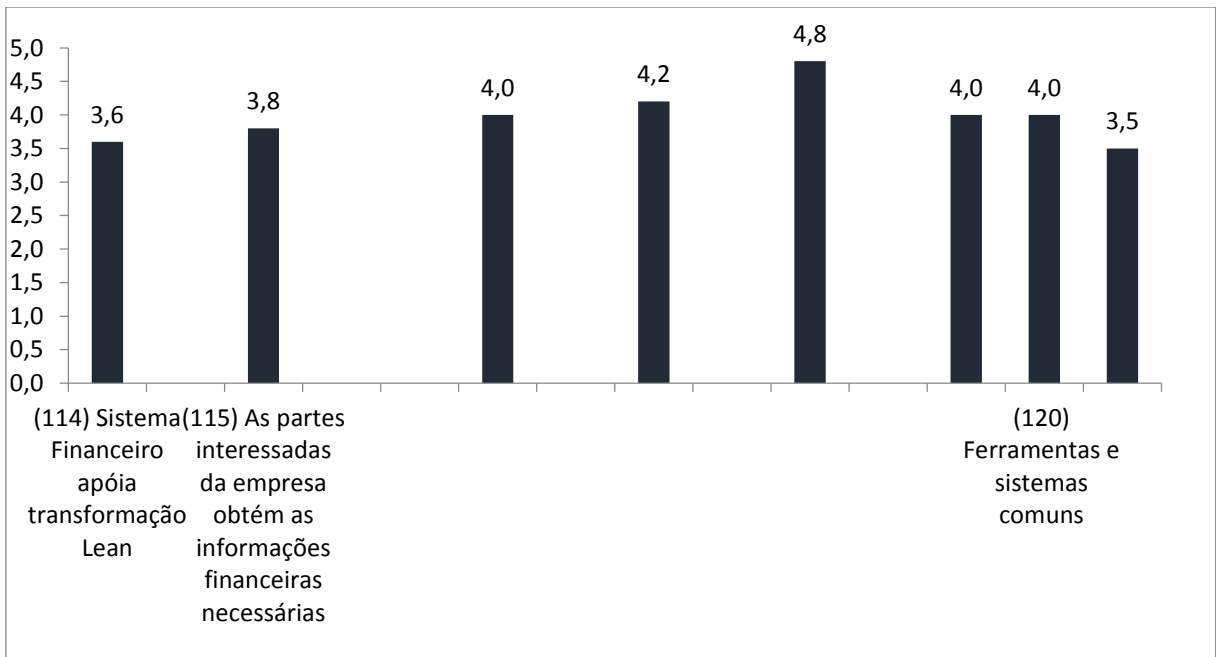
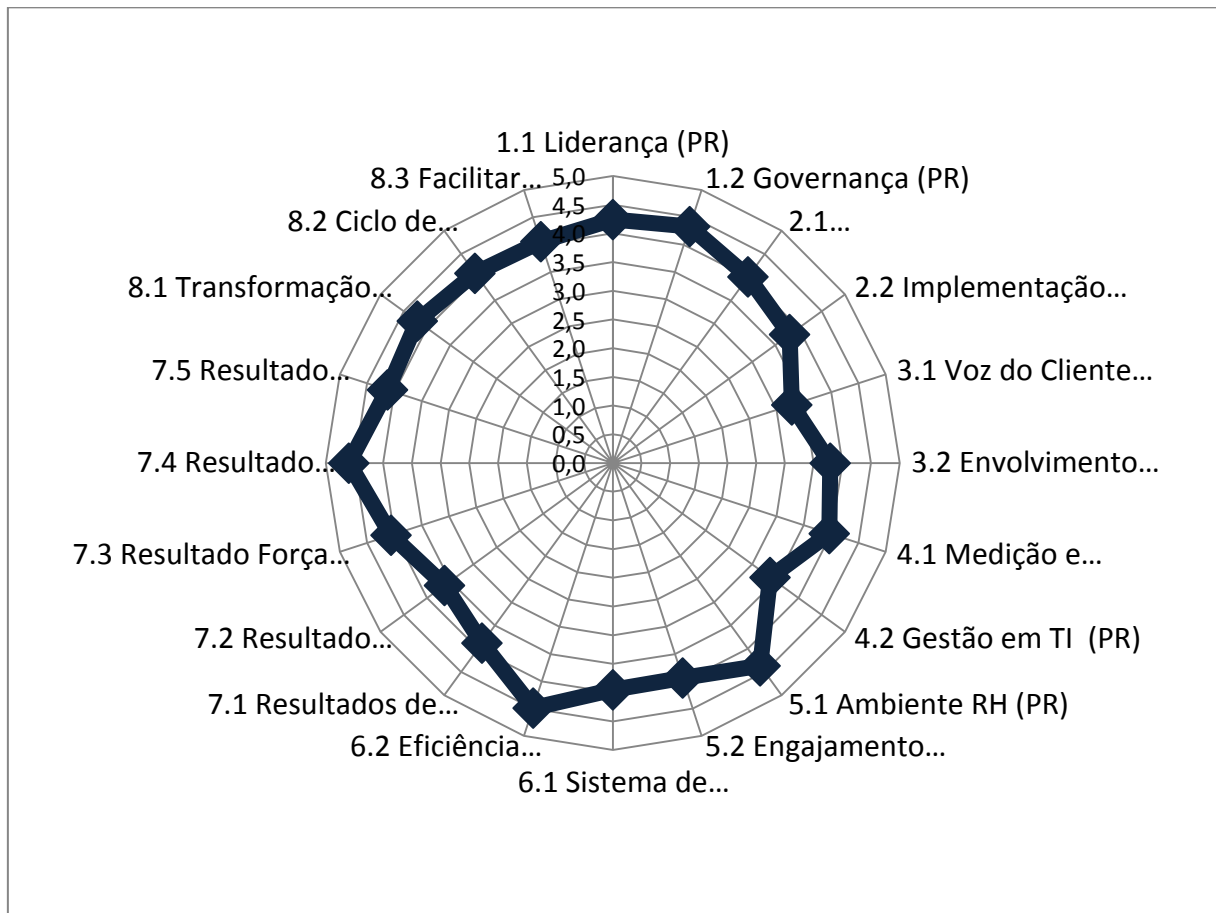


Figura 28 Indicadores de desempenho da fábrica A



#### 4.3. AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA B

De acordo com as Figuras 29 a 32, em que se mostra o resultado médio da avaliação segundo o julgamento dos avaliadores para as dimensões de implantação da ferramenta *Lean* e o desempenho geral da fábrica B.

Conforme a avaliação dos 20 indicadores do MDE para a produção enxuta observa-se que são vários os pontos fortes para os líderes gestores desta unidade fabril. Porém observa-se que o Processo de Medição, Análise e Melhoria do Desempenho Organizacional não está funcionando a contento. Parece que os funcionários desta unidade entendem que a gestão de operação é um modelo, porém não se consegue demonstrar este desempenho para a alta administração.

Figura 29 Transformação *Lean*

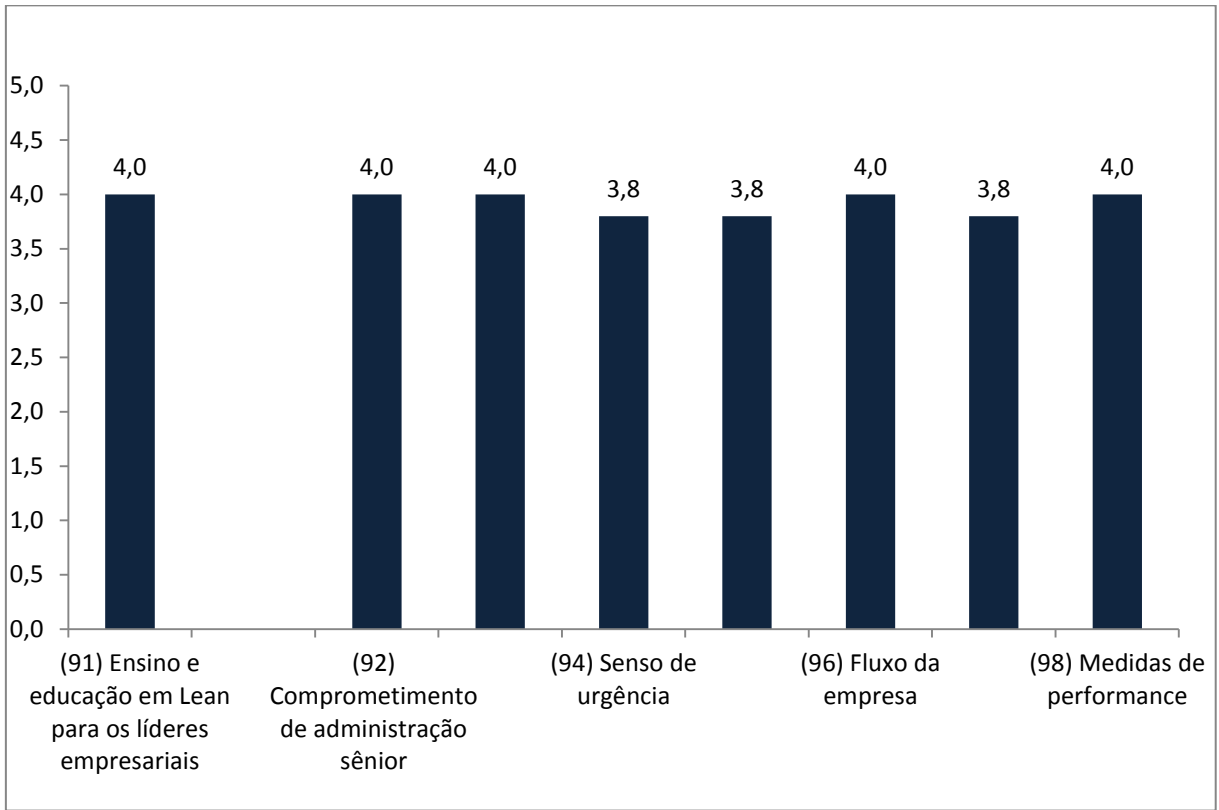


Figura 30 Ciclo de processos de manufatura

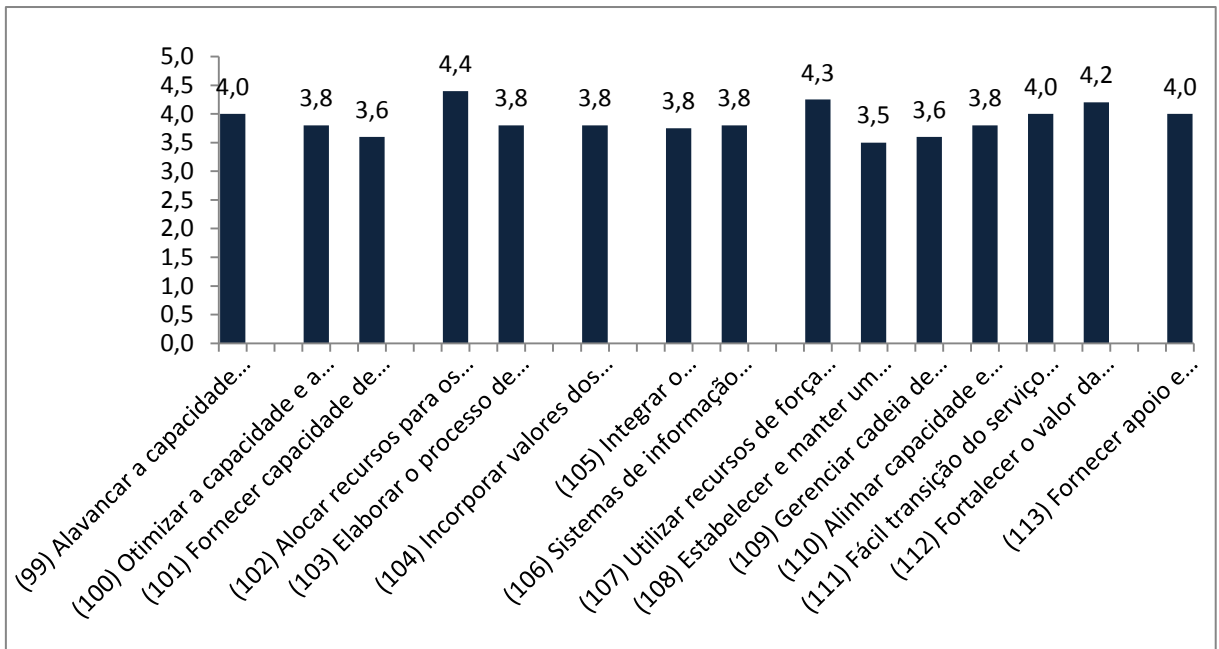


Figura 31 Facilitar Infraestrutura

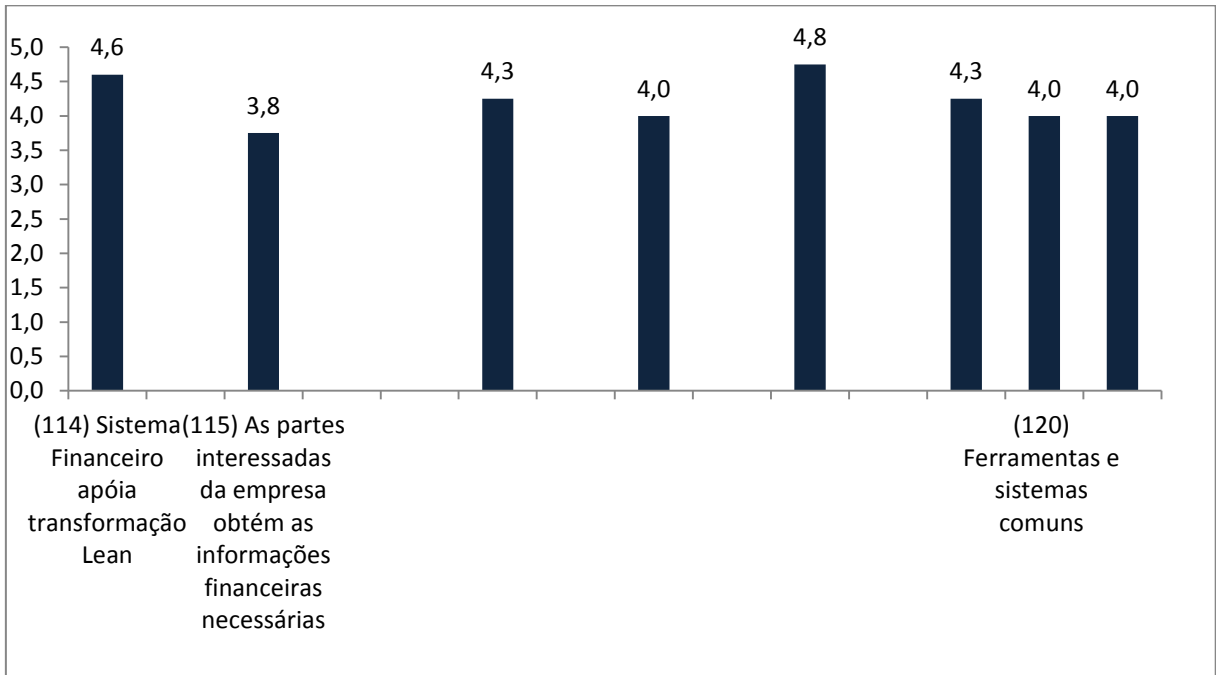
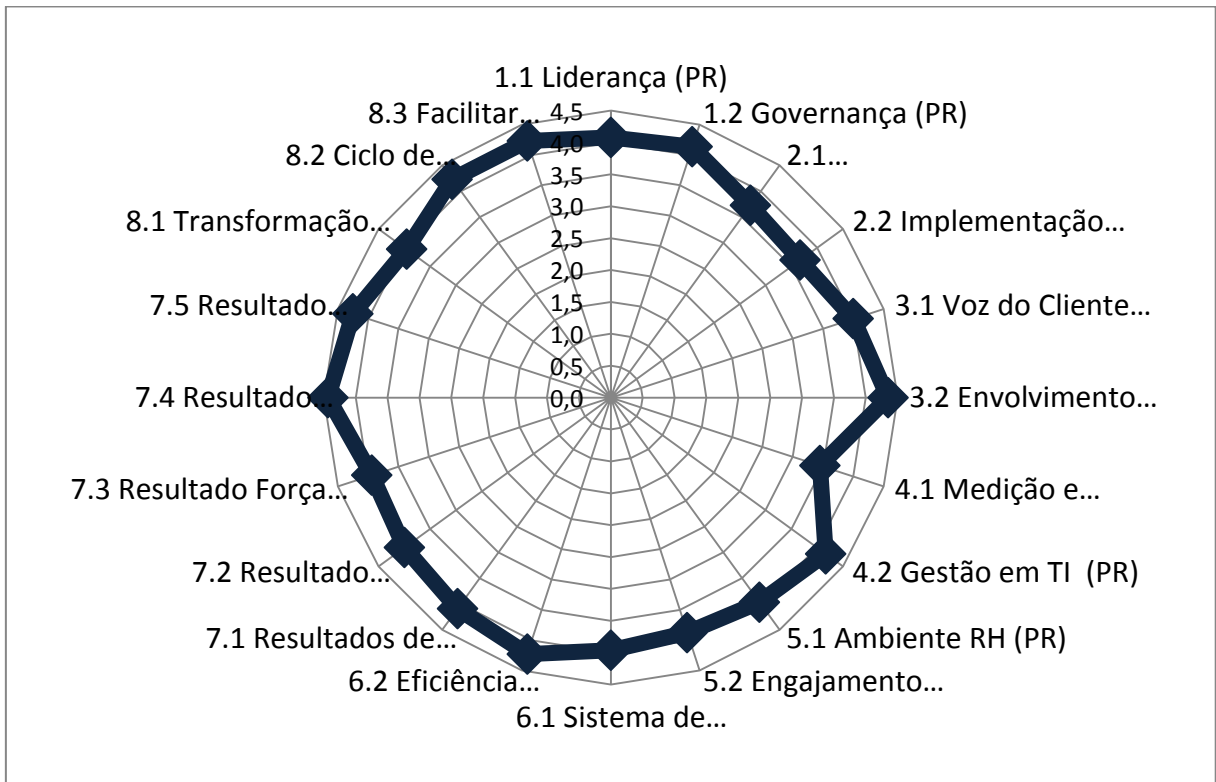


Figura 32 Indicadores de desempenho da fábrica B



#### 4.4. AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA C

De acordo com as Figuras 33 a 36, em que se mostra o resultado médio da avaliação segundo o julgamento dos avaliadores para as dimensões de implantação da ferramenta *Lean* e o desempenho geral da fábrica C.

Diante da avaliação dos 20 indicadores do MDE para a produção enxuta, constata-se uma maior criticidade dos avaliadores que demonstraram que são vários os pontos fracos para esta unidade produtiva. Mas é notório que a Liderança Sênior e a Eficiência Operacional se destacam como pontos fortes. Um plano de ação global poderia ser discutido mais amplamente com propostas concretas na gestão global deste setor.

Figura 33 Transformação *Lean*

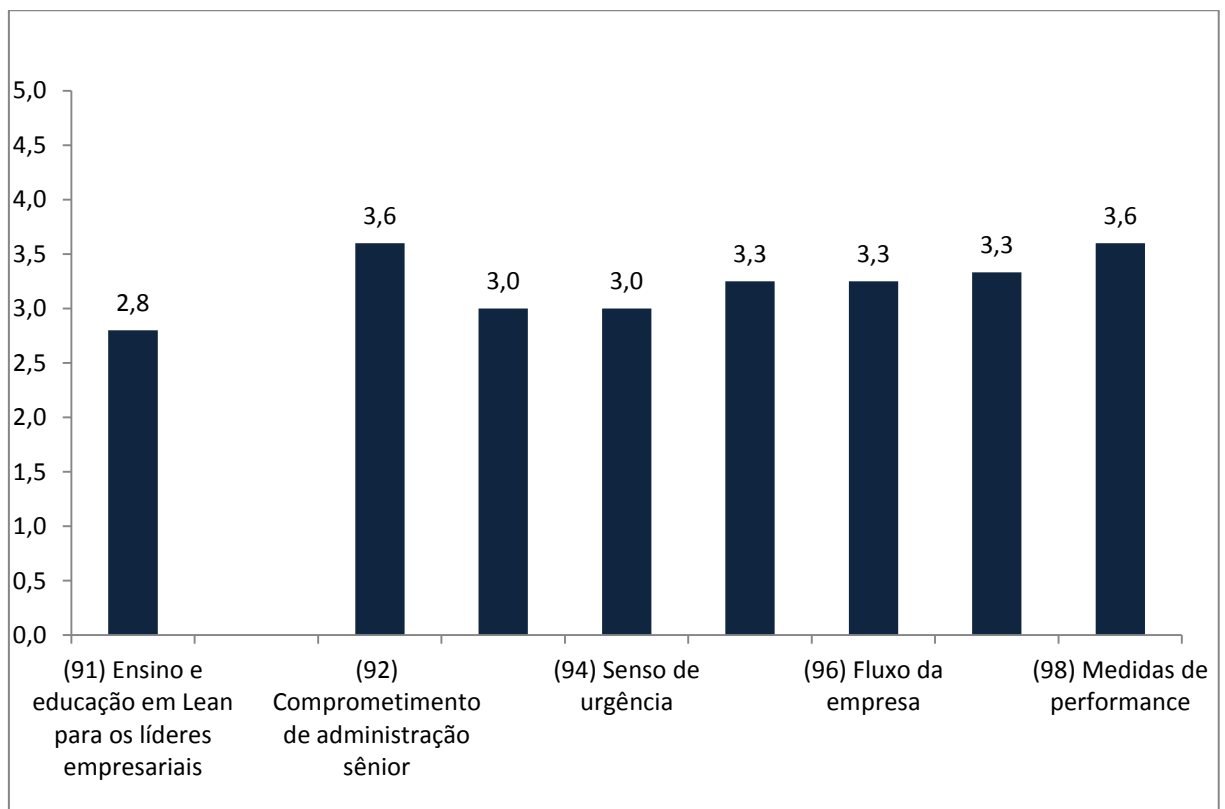


Figura 34 Ciclo de processos de manufatura

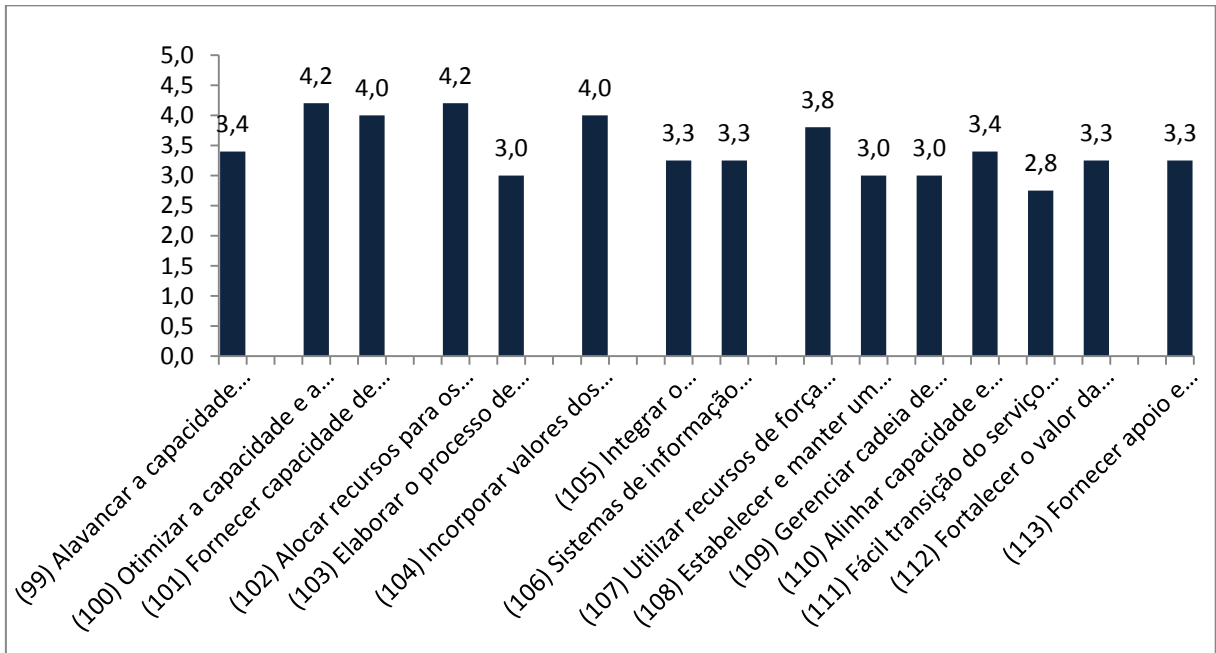


Figura 35 Facilitar Infraestrutura

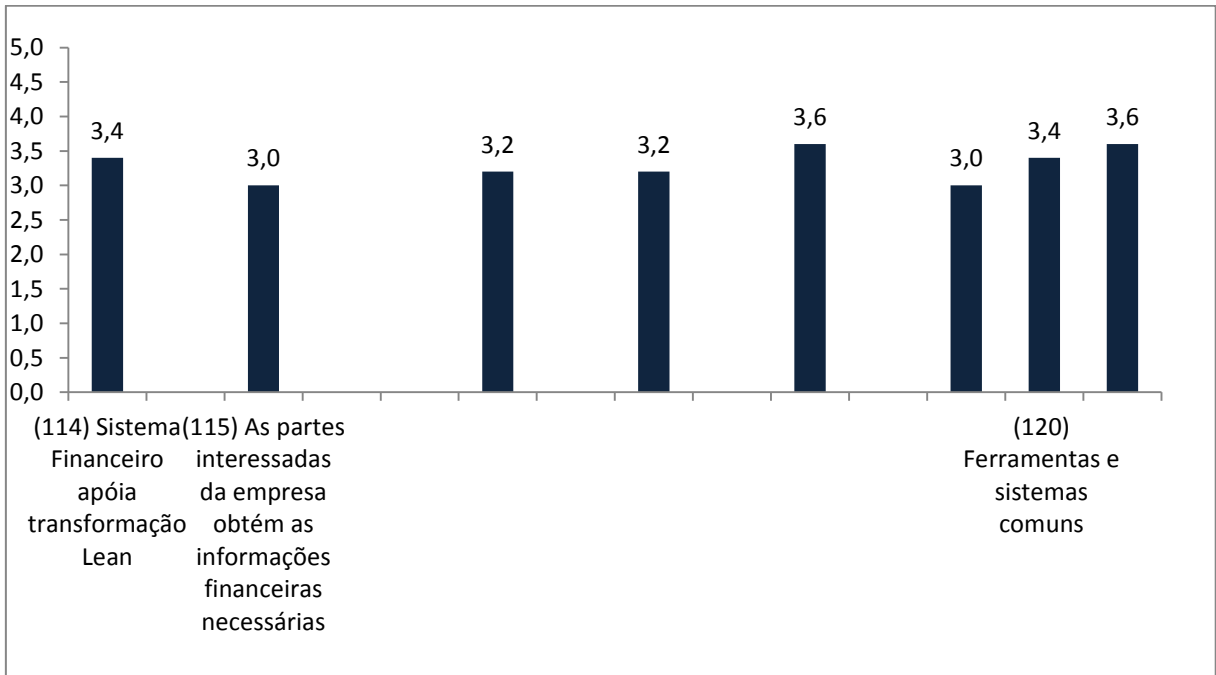
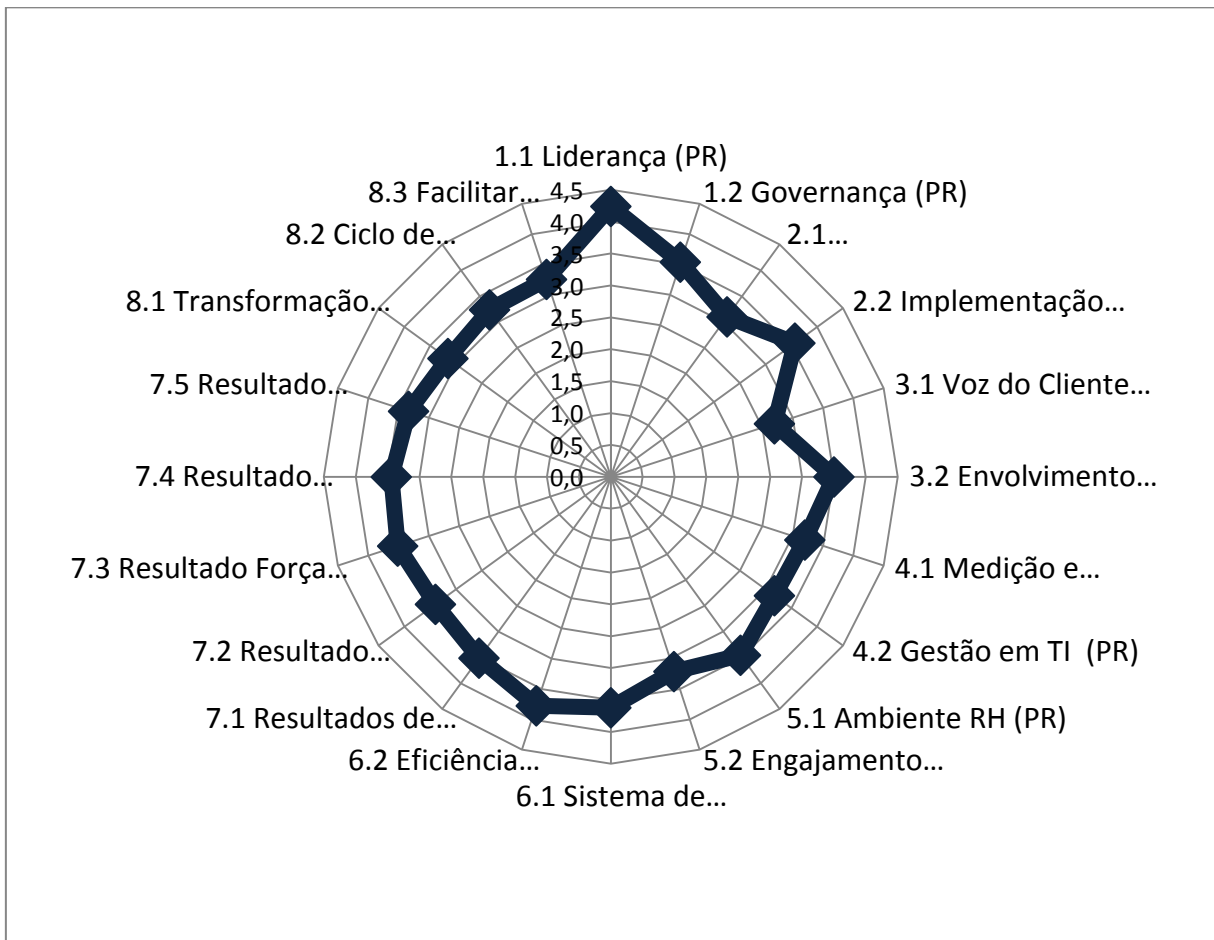


Figura 36 Indicadores de desempenho da fábrica C



#### 4.5. AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA D

De acordo com as figuras 37 a 40, em que se mostra o resultado médio da avaliação segundo o julgamento dos avaliadores para as dimensões de implantação da ferramenta *Lean* e o desempenho geral da fábrica D.

Conforme a avaliação dos 20 indicadores do MDE para a produção enxuta, observa-se que os pontos fortes são quase que a maioria absoluta para os líderes gestores. Pode ser que esta visão esteja atrelada ao maior índice de automação de fábrica, liberando uma maior capacidade de gestão e organização, favorecendo o cumprimento e amadurecimento do processo de gestão. Os pontos com menor desempenho, Implantação da Estratégia e Voz do Cliente, nem poderiam ser considerados como pontos fracos e podem significar que este setor está mais bem preparado para o modelo estratégico de longo prazo que a empresa química pesquisada está buscando.

Figura 37 Transformação *Lean*

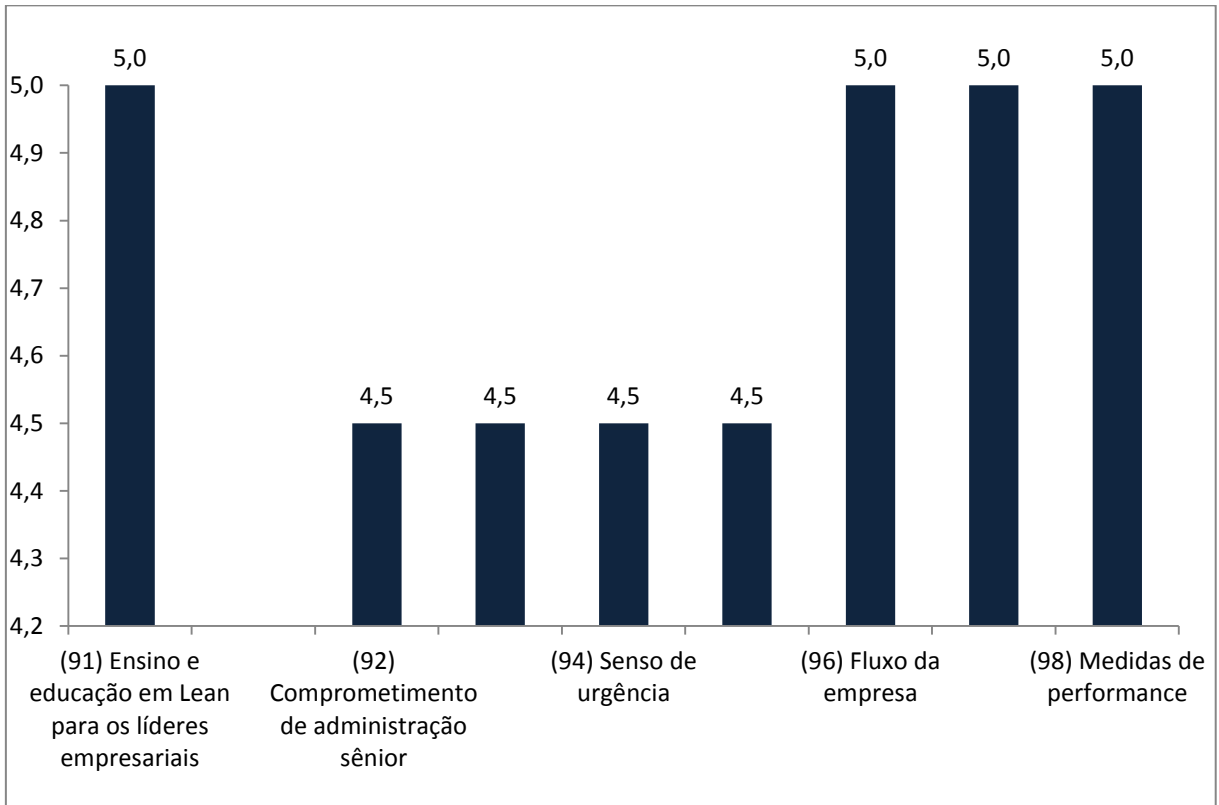


Figura 38 Ciclo de processos de manufatura

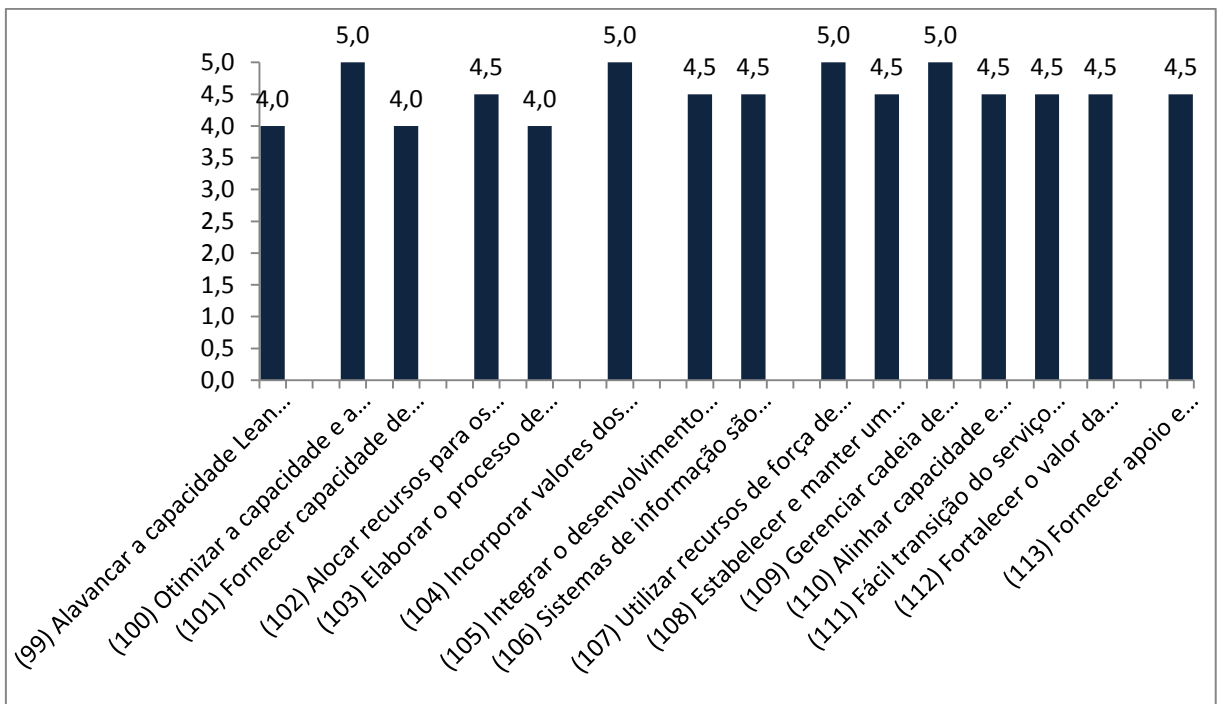




Figura 39 Facilitar Infraestrutura

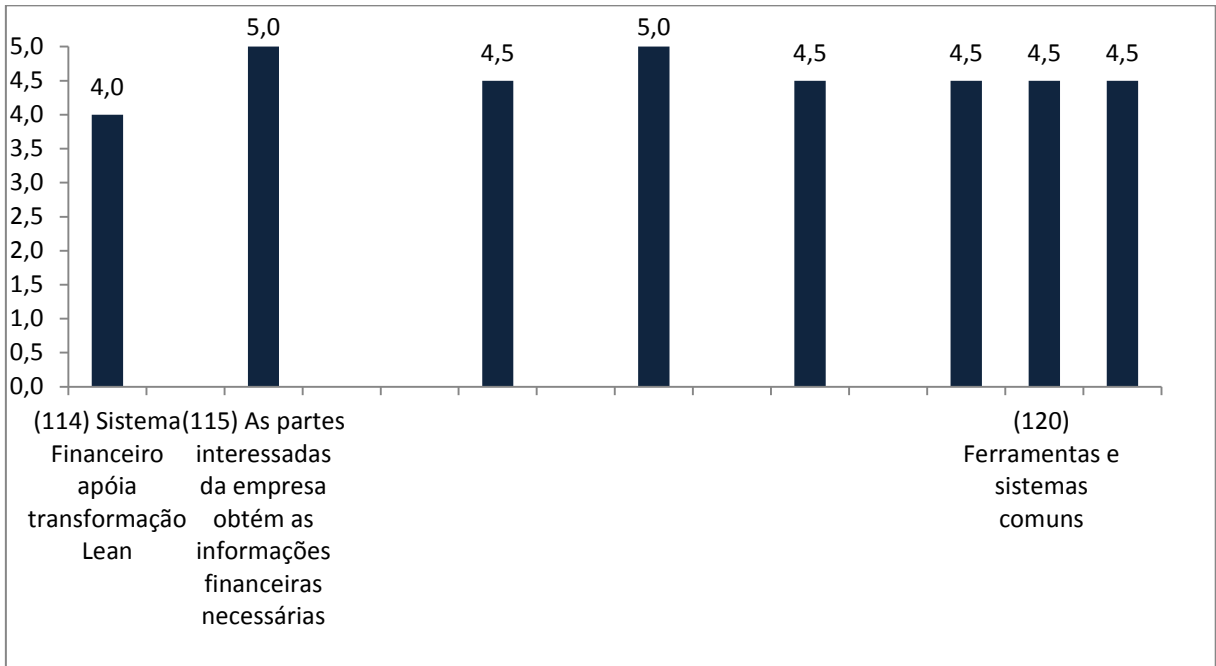
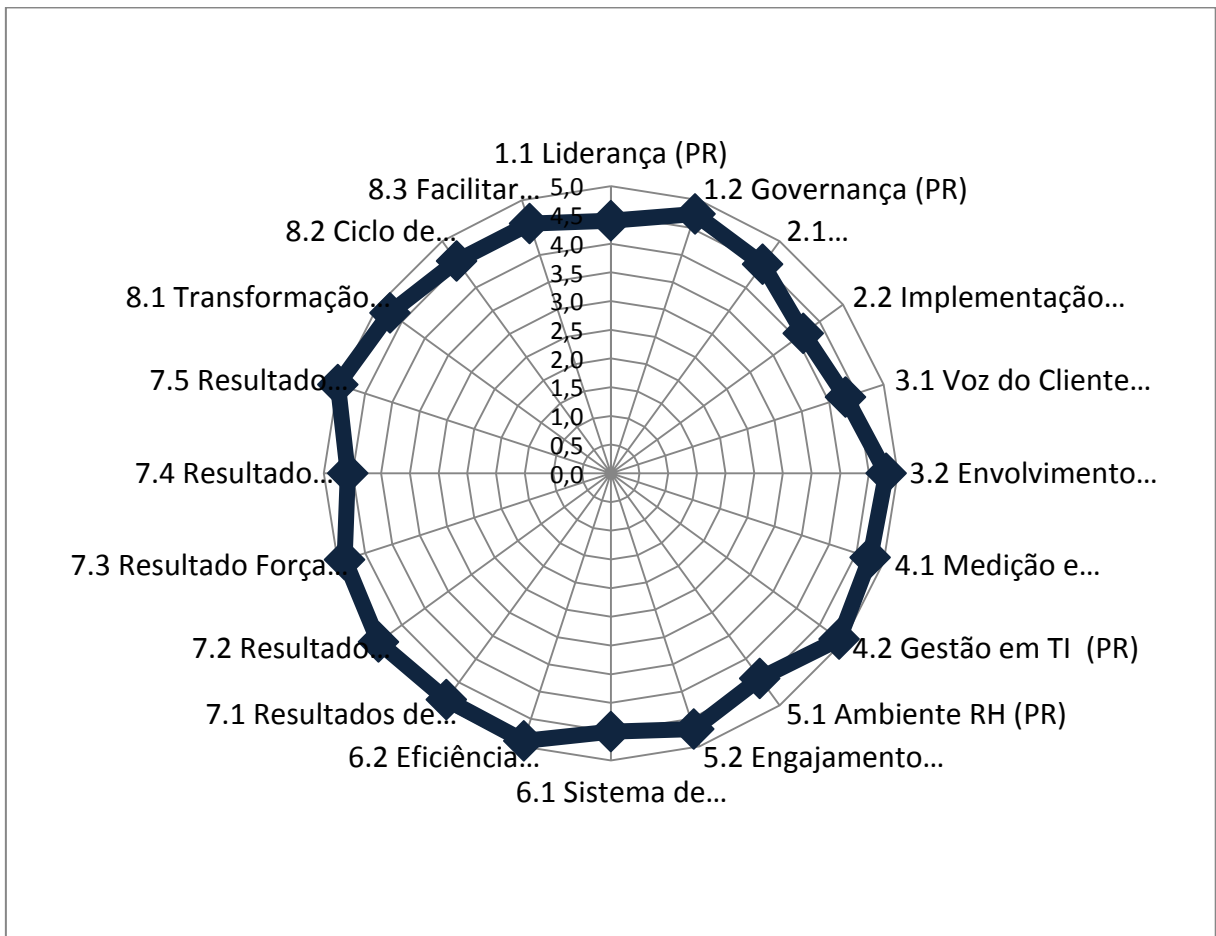


Figura 40 Indicadores de desempenho da fábrica D



#### 4.6. AVALIAÇÃO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA E

De acordo com as figuras 41 a 44, em que se mostra o resultado médio da avaliação segundo o julgamento dos avaliadores para as dimensões de implantação da ferramenta *Lean* e o desempenho geral da fábrica E.

Em decorrência da avaliação dos 20 indicadores do MDE para a produção enxuta, pode-se concluir que Liderança e Gestão do Conhecimento, Informação e Tecnologia da Informação são os pontos fortes para os líderes gestores.

De outra forma, a Medição, Análise e Melhoria do Desempenho Organizacional, combinados com a performance *Lean*, avaliadas nos itens de Transformação *Lean*, Ciclo de Processos e Manufatura e Facilitar a Infraestrutura aparecem como evidentes pontos fracos, que carecem de maior investimento em treinamento e prioridade quanto à necessidade de elaboração de plano de ação de melhoria. A percepção dos funcionários deste setor pode ser por se tratar de uma unidade recém-transferida de outro *site* produtivo desta empresa química, que não passou pelo processo de implantação das ferramentas *Lean*.

Esta preocupação pode ser um chamado dos líderes gestores para uma possibilidade real de melhoria de seus processos produtivos a partir da utilização das práticas de manufatura enxuta.

Figura 41 Transformação *Lean*

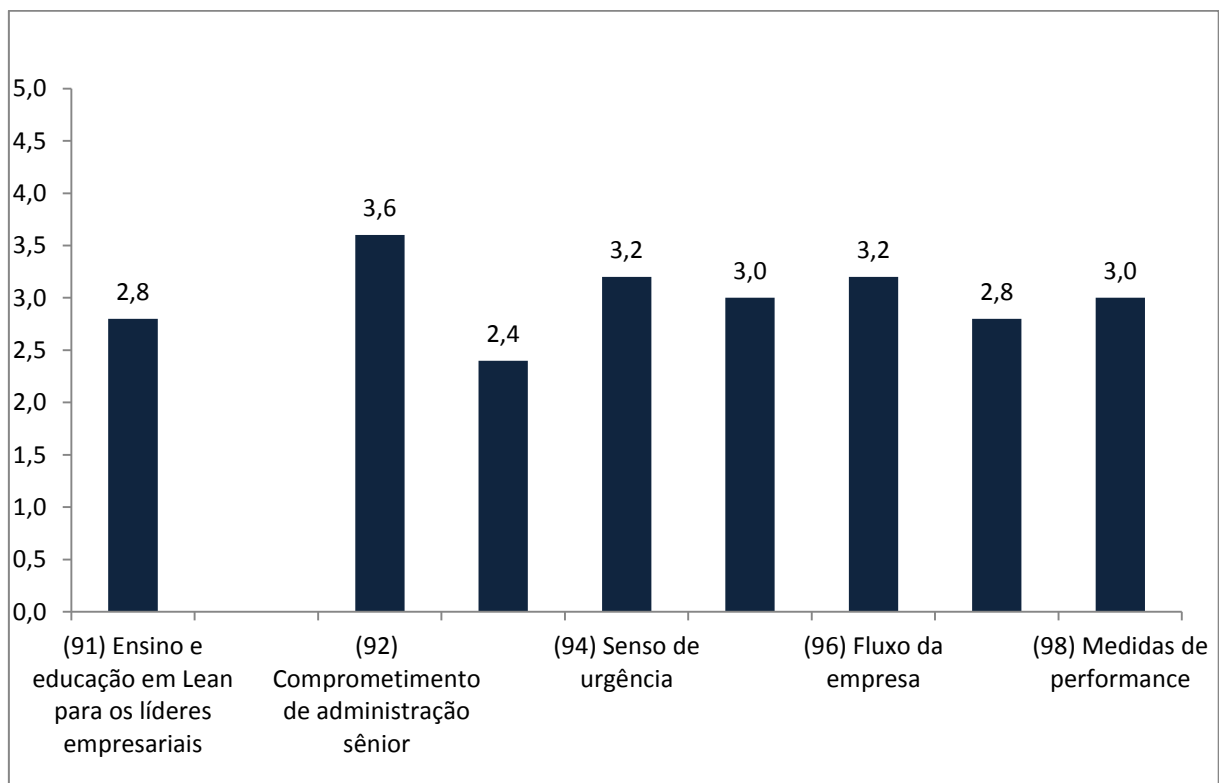


Figura 42 Ciclo de processos de manufatura

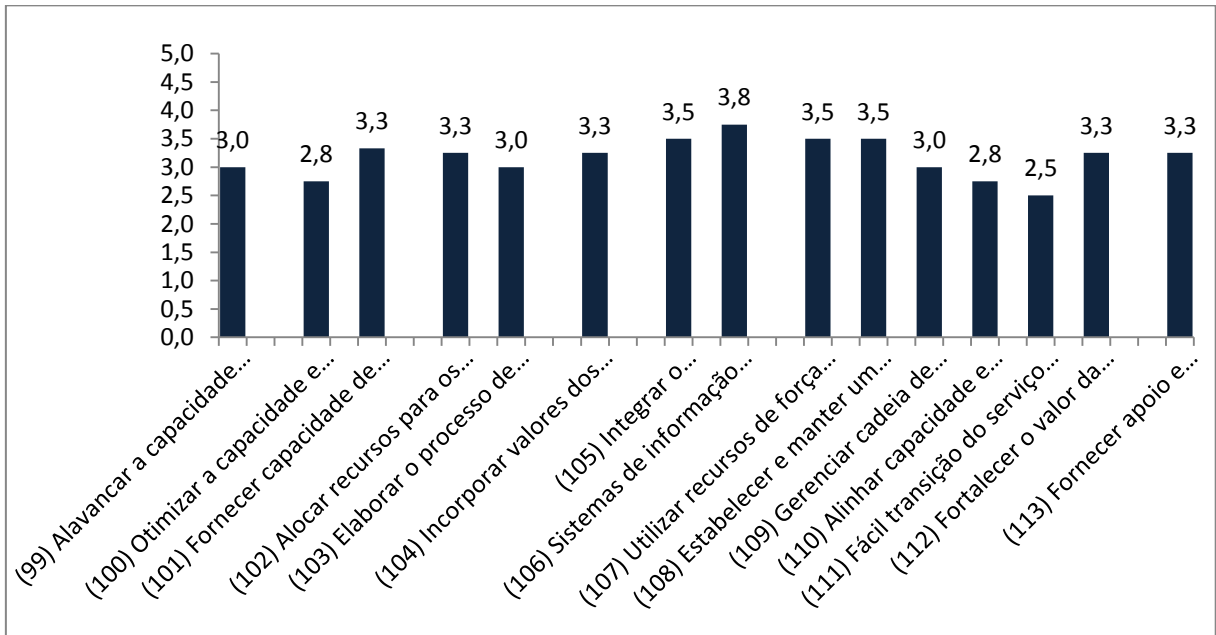


Figura 43 Facilitar Infraestrutura

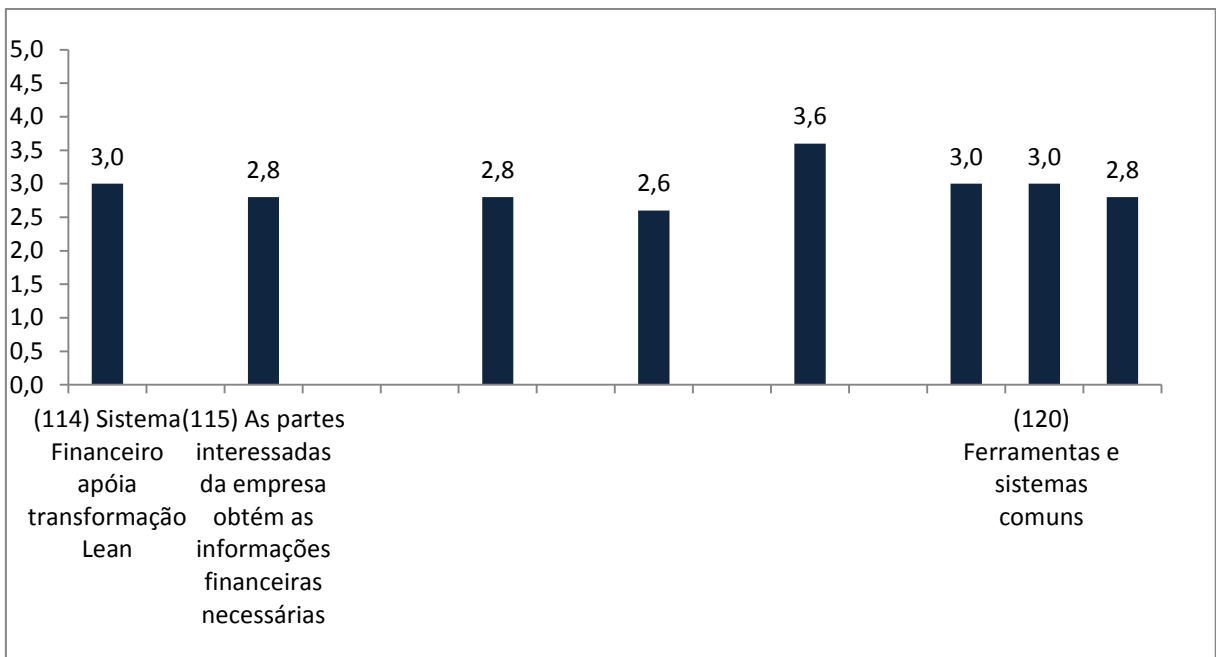
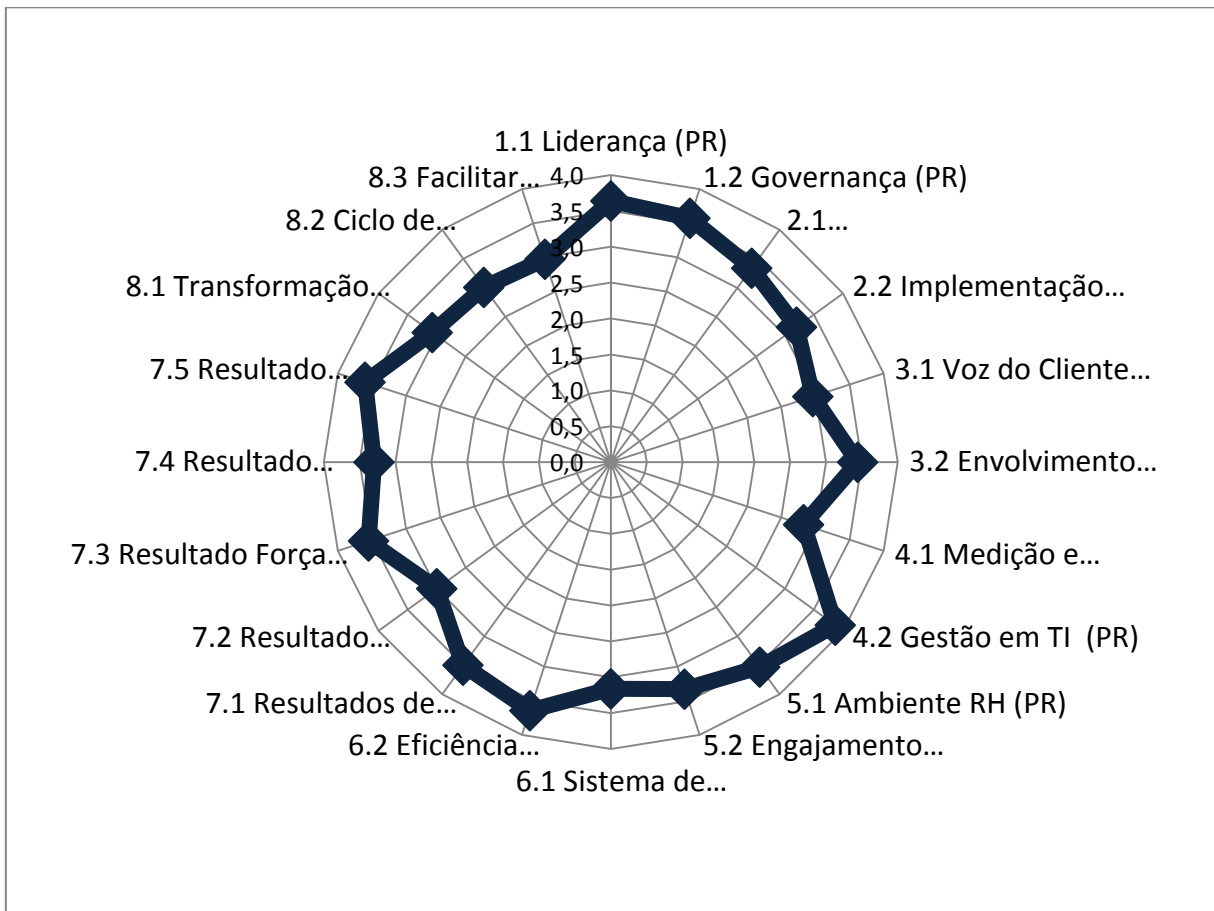


Figura 44 Indicadores de desempenho da fábrica E



#### 4.7. AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DO DIAGNÓSTICO DAS FÁBRICAS

Apresentam-se os comentários decorrentes da avaliação em detalhes das fábricas A, B, C, D e E em conjunto, de acordo com a maioria dos respondentes, a partir da avaliação quantitativa de 1 a 5 dos indicadores de Práticas e Performance nas 20 dimensões descritas na página 79.

A percepção dos funcionários indicou os seguintes pontos que podem ser desenvolvidos pela organização:

- **Liderança Sênior**

Pontos fortes: é notável o comportamento ético dos líderes, que seguem princípios e normas da organização. Os líderes promovem um ambiente que propicia sempre o desempenho organizacional, com projetos que visam inovação, foco no cliente e melhoria contínua para os indicadores da área. Promove-se um ambiente focando o desempenho organizacional, com

objetivo de formar e reter a melhor equipe da indústria e conseqüentemente obter lucro acima do capital investido por meio de soluções inovadoras e melhoria continua sempre com foco na necessidade do cliente. Os líderes, por meio de reuniões de informação, demonstram como está o negócio. Os líderes por meio de priorização criam planos de ação para atingirem os objetivos. Os indicadores de desempenho das áreas são grandes direcionadores para os líderes. Mediante reuniões de informação, os líderes demonstram como está o balanço financeiro versus o que foi planejado e mediante os mesmos estabelecem-se os planos de ação para que os objetivos sejam alcançados.

Pontos fracos: falta envolvimento e divulgação da visão e valores da organização, que só é lembrada em época de auditorias. Necessidade de maior divulgação.

- **Governança e Responsabilidade social**

Pontos fortes: os funcionários procuram ser sempre corretos e éticos para atender requisitos e regulamentações. A empresa preza por ser idônea e este sentimento está bem sedimentado nos seus funcionários. O comportamento ético e legal está bem disseminado entre os mesmos. Há divulgação de diretrizes e normas para todos os funcionários de forma clara e direta. Comportamentos conflitantes são tratados conforme termo de responsabilidade individual. Há treinamentos de *Compliance* e estabelecimento claro da política de comportamento ético. A empresa tem programas de sucesso e parceria de envolvimento com a comunidade ao redor da empresa.

Pontos fracos: a avaliação de desempenho tem melhorado a cada ano com novas ferramentas, mas ainda tem um caminho longo a seguir para se ter excelência neste quesito, principalmente desempenho versus remuneração.

- **Desenvolvimento Estratégico**

Pontos fortes: os objetivos estratégicos para a empresa estão bem definidos, o cronograma é definido pelos líderes das áreas. Os objetivos pessoais e metas estão alinhados com a estratégia da empresa, para garantir o sucesso da mesma. A estratégia é bem definida e é a partir dela que os funcionários se guiam. Como o mercado é muito dinâmico, algumas vezes

o grau de priorização altera, mas sempre respeitando o que foi definido como elemento chave de sucesso.

Pontos fracos: todos os funcionários contribuem com a estratégia da empresa, porém os objetivos de como alcançar esta estratégia, muitas vezes não atinge o nível operacional. Sabe-se que existe a estratégia da empresa, porém o como contribuir talvez pudesse ser melhor explorado. É necessário dar mais abertura as ideias e incentivo a inovação.

- **Implantação da Estratégia**

Pontos fortes: os planos de ação são definidos em função de atividades diversas, porém todas ligadas com as diretrizes e estratégias da empresa. A priorização das ações se faz a partir de objetivos que são considerados estratégicos e mais importantes. Há uma política anunciada da formação da melhor equipe da indústria. Os planos de ação se modificam mediante ao atingimento da estratégia, e como a empresa está sempre atenta ao mercado, as estratégias podem sofrer alterações.

Pontos fracos: um fator complicador nos resultados dos planos de ação é a questão de investimentos, que muitas vezes são impactados. A implantação de melhorias ocorre de forma demorada, por conta da restrição de verba. Os planos de ação são impactados em função dos recursos financeiros serem escassos. Desta forma procura-se priorizar as ações mais relevantes e importantes para a empresa. Os recursos às vezes não saem conforme o planejado e solicitado pelos gestores.

- **Voz do cliente**

Pontos fortes: sem comentários

Pontos fracos: os funcionários percebem que se ouve o cliente por meio de reclamações, devoluções de produtos ou informação dos responsáveis técnicos. A produção muitas vezes fica distante do cliente; talvez entender melhor o cliente poderia trazer maiores benefícios para a empresa e para o próprio cliente. Parece que há uma barreira entre a produção e o cliente final. Acredita-se que a proximidade, conhecimento do cliente e a aplicação do produto poderiam trazer uma melhora considerável para a empresa, bem como para o cliente. A produção não tem

as informações dos concorrentes, em relação ao nível de satisfação dos clientes. Quando se trata de desenvolvimento de um produto, algumas vezes se recebe informações deste tipo. Há certa insatisfação interna quanto às estruturas formais de ferramentas para a qualidade, tratamentos de não conformidades, reuniões mensais de vendas e planejamento – *Sales and Operations Planning* S&OP e de produção. Percebe-se uma queda nas vendas, reclamações e devoluções, porque não se entrega o que o cliente deseja.

- **Envolvimento dos clientes**

Pontos fortes: não há um contato direto da produção com o cliente. Entende-se que a produção participa da busca interna pelo cliente, quando é solicitada pela engenharia para informações ou ideias relacionadas à produção ou informações dos responsáveis técnicos. Está muito bem estabelecida a importância e sempre se busca superar expectativas, seja de novos clientes bem como dos atuais. Sempre se busca implantar os requisitos solicitados pelos clientes para satisfação e manutenção dos mesmos. Em relação à gestão de relacionamento com o cliente, o contato é bem limitado da produção com o cliente. Buscam-se sempre em visitas, auditorias e implantação de requisitos atenderem as expectativas dos mesmos e garantir o bom relacionamento. A gestão de reclamações é feita por meio das ferramentas da empresa para gestão de não conformidades. As reclamações dos clientes são priorizadas e tratadas por meio de relatórios de não conformidades, de forma que não ocorram novamente.

Pontos fracos: as vezes não são abertos os relatórios de não conformidades e, portanto, não há o acompanhamento da reclamação.

- **Medição, Análise e Melhoria de Desempenho Organizacional**

Pontos fortes: a medição de desempenho é feita por meio de diferentes ferramentas da companhia, sejam elas: medição de eficiência de ativos, taxa de aprovação do lote na primeira vez, programa de avaliação de equipamentos que causam problemas com mais frequência, TPM, entre outros. A seleção dos dados comparativos dos indicadores é feita por meio de bases oficiais da empresa. O monitoramento dos indicadores é periódico e eficaz. Os funcionários das fábricas não participam da análise e revisão de desempenho organizacional, mas tem conhecimento de indicadores globais que avaliam a capacidade e desempenho global. As medições dos indicadores da área produtiva procuram estar alinhados com a estratégia e itens

relevantes para o sucesso da empresa. O processo de melhoria contínua e inovação se dão por meio do aprimoramento das metas.

Pontos fracos: não há uma estruturação formal para utilização de dados dos clientes nos indicadores de desempenho. Os planos de ação são reativos. Não se percebe com frequência o compartilhamento entre unidades de práticas de sucesso.

- **Gestão do conhecimento, Informação e Tecnologia da Informação**

Pontos fortes: a gestão do conhecimento da empresa se dá por meio de plataformas de documentação da organização. As informações relevantes são coletadas e transferidas de forma clara para os colaboradores. Estas informações muitas vezes promovem inovação, implantação de boas práticas e senso crítico dos colaboradores. Estas mesmas informações chegam aos funcionários por meio de reuniões e treinamentos. O aprendizado organizacional ocorre por meio da busca nas diversas plataformas e academias de tecnologia. Os conhecimentos adquiridos e os recursos oferecidos são utilizados e disseminados com os colaboradores de forma a se obter o sucesso da organização. Em relação a propriedade dos dados e informações da empresa, os mesmos são tratados conforme procedimentos e diretrizes da empresa. Os relatórios são gerados pelo ERP e e-mails são confidenciais. Os dados da empresa no ERP são disponibilizados por meio do controle de acessos. A propriedade de hardware e software é gerenciada por meio de diretrizes da área de Tecnologia da Informação (TI). Para os sistemas relevantes é garantida a robustez do software/hardware. Exemplo: *Digital Control System* – Sistema de Controle Digital (DCS); Segurança de acesso aos computadores da empresa por meio do uso individual de crachá. Em caso de emergência é possível recuperar as informações por meio da política de *backup* realizado por meio de TI central e nos dispositivos de *Hard Disk* (HD) externa acoplada aos computadores.

Pontos fracos: não há uma otimização das plataformas de documentação da empresa. A disponibilização de dados em caso de emergência não segue uma estruturação formal. Percebe-se que se precisa ter uma melhor padronização dos dados e informações para todas as áreas.



- **Ambiente de Recursos Humanos**

Pontos fortes: a habilidade e capacidade da força de trabalho é evidenciada por meio da definição de cargos e desempenhos. Há uma alta capacidade de liderança, persuasão, comunicação e motivação frente à equipe de modo a mantê-la engajada com o compromisso de zero acidentes e para atender a demanda dos clientes. O recrutamento de novos colaboradores se dá por meio da avaliação das habilidades interdisciplinares. O processo de seleção é mediante a avaliação do histórico pessoal, curriculum, entrevista e dinâmica de modo que o mesmo atenda aos requisitos que o cargo solicita. A realização do trabalho é feita mediante a distribuição de tarefas de forma adequada. Promove-se a capacitação contínua dos funcionários e a priorização das atividades, priorizando as necessidades do cliente. O trabalho sempre é realizado pelos melhores, comprometidos com as expectativas da empresa, dos clientes e *stakeholders*. A gestão da mudança da força de trabalho ocorre estimulando-se a equipe a sempre buscar o aprendizado de forma a estar preparada quando surgir uma oportunidade; conhecimento nunca é demais, desta forma identifica-se a gana de cada colaborador no ambiente de trabalho. As ferramentas para mudanças são reuniões, diálogos diários de segurança, portas abertas da gerência e supervisão. Um bom ambiente de trabalho ocorre por meio da clara comunicação e canal aberto. É bem claro dentro da empresa o foco em segurança, qualidade e meio ambiente. A empresa está sempre comprometida com políticas de força de trabalho e benefícios, e a transmite de forma clara para os colaboradores.

Pontos fracos: sem comentários

- **Engajamento da Força de Trabalho**

Pontos fortes: se preza pelo bom relacionamento entre as pessoas e ter um ambiente justo e seguro garante o envolvimento dos funcionários. O reconhecimento também motiva as pessoas. Percebe-se bom relacionamento interpessoal de forma a propiciar um ambiente colaborativo de equipe, com boa comunicação, justo e seguro e com *feedback* constante, seja ele positivo ou não. A gestão de desempenho ocorre por meio da utilização das ferramentas de Recursos Humanos disponíveis, tais como: plano de metas e plano de desenvolvimento individual. O envolvimento dos funcionários ocorre por meio da distribuição homogênea de atribuição de tarefas. Os resultados versus o tempo de resposta mediante situações de extrema necessidade se faz com ideias e sugestões de toda equipe. O sistema de aprendizagem ocorre

por meio da observância estrita das diretrizes de ética da companhia e do fomento da busca do conhecimento tácito formal.

Pontos fracos: não se vislumbra uma correlação formal entre o engajamento da força de trabalho com os resultados organizacionais. O processo de transferência de conhecimento em caso de aposentadoria precisa ser melhorado, porque como há uma equipe muito enxuta e por falta de recursos humanos, espera-se a saída do colaborador para contratar um novo. Desta forma grande parte do conhecimento se perde nesta transição. Percebe-se que precisa aumentar o número de treinamentos voltados à área técnica. Um ponto de melhoria é a ausência de plano de desenvolvimento consistente, com visão futura de carreira. Acredita-se que não há uma progressão de carreira bem estabelecida em função de recursos financeiros. Não há uma preparação do funcionário para que esteja apto a nova função.

- **Sistemas de Trabalho**

Pontos fortes: utilização da avaliação de Matriz de flexibilidade. Os projetos internos visam a otimização e a produtividade, de forma a contribuir para o sucesso da empresa. Os projetos mais complexos usam mão-de-obra interna e os menos complexos utilizam recursos externos. Os sistemas de trabalho são definidos pelo líder e priorizados de acordo com as necessidades da empresa. Percebe-se um alinhamento com a liderança, distribuindo as tarefas conforme a necessidade dos clientes; a comunicação tem extrema importância neste fluxo. A implantação de processos é por meio da distribuição e análise da carga de custos. Busca-se priorizar trabalhos que agregam valor para a empresa, atendendo a demanda solicitada pelos clientes e buscando sempre a melhoria dos nossos processos de forma a buscar sempre retorno mediante o capital investido. O processo de apoio ocorre por intermédio de um bom relacionamento interpessoal, comunicação clara e objetiva e identificando as pessoas chaves nos processos. A melhoria de processos e produtos ocorre pela experiência profissional e conhecimento acadêmico, busca de informações em outros departamentos e colegas que possuem expertise no produto.

Pontos fracos: os processos e produtos poderiam melhorar com a adoção de boas práticas de melhoria dos processos. Um ponto de melhoria seria utilizar mais ferramentas de excelência operacional tais como, 5S, *Green Belt*, Planejamento Experimental.

- **Eficiência Operacional**

Pontos fortes: os custos na empresa são muito bem monitorados e calculados nas operações. Os relatórios de custos apresentam com frequência contas com aumentos não esperados. A segurança é monitorada por meio de ferramentas disponibilizadas adotadas pela companhia, como o banco de dados global de acidentes e incidentes. Segurança é prioridade sempre. Análises de risco, rondas, auditorias, e programas próprios da empresa servem para garantir a segurança nas operações, como diálogo diário de segurança, treinamentos, Semana Interna de Prevenção de Acidente de Trabalho (SIPAT). A empresa dispõe de um plano em caso de emergência. A empresa está muito bem preparada para todas as situações de emergência dentro e fora do *site*, por meio da sua brigada de emergência e corpo de bombeiros interno e externo e da Rede Integrada de Emergência (RINEM). Os funcionários participam de simulados periódicos e treinamentos para emergências.

Pontos fracos: na gestão de inovações as buscas são realizadas de forma incipiente e sob demanda.

- **Resultados dos Processos e Produtos**

Pontos fortes: existem indicadores de desempenho para os produtos e processos focados no cliente.

Pontos fracos: não há informações dos concorrentes, mas pelos resultados da empresa acredita-se que os processos focados no cliente estejam bem definidos. Percebe-se que há espaço para melhorias nos resultados de eficiência operacional, mas com tendência positiva. Há planos de ação limitados na gestão de suprimentos da empresa.

- **Resultado focado no cliente**

Pontos fortes: não temos informações dos concorrentes.

Pontos fracos: não há indicadores claramente estabelecidos de forma bilateral; há indicadores de atendimento ao plano de produção, de qualidade e de desempenho de suprimentos.

- **Resultado focado na força de trabalho**

Pontos fortes: há tendência positiva de crescimento da capacidade, habilidade da força de trabalho e do clima de trabalho. Toda a equipe de trabalho é envolvida e comprometida. A satisfação dos funcionários de fazer e se sentir parte da melhor equipe da indústria mostra o grau de comprometimento e envolvimento dos funcionários. A força de trabalho é desenvolvida por meio de programas de qualificação, como academia técnica e outros programas.

Pontos fracos: vem-se como medida de desenvolvimento da força trabalho por meio da ferramenta de diálogo com o colaborador, mas este processo precisa ser melhorado.

- **Resultados das Lideranças e Governança**

Pontos fortes: os resultados financeiros da empresa mostram como está o nível de comunicação entre líderes e liderados. Ocorrem treinamentos e conscientização sobre o tema. Há estrita observância aos requisitos legais, regulamentação e acreditação. A empresa dispõe de uma Matriz de aspecto e impactos ambientais, bem como metas ambientais. Há estrita observância dos requisitos legais e de forma voluntária, abordados por meio do programa de Atuação Responsável.

Pontos fracos: os resultados alcançados da implantação da estratégica da empresa foram atingidos parcialmente até o momento e reportado nas diversas plataformas.

- **Resultados Financeiros e de Mercado**

Pontos fortes: sem comentários.

Pontos fracos: percebe-se uma tendência oscilatória momentânea devido à conjuntura atual.

- **Transformação *Lean***

Pontos fortes: durante a implantação do programa *Lean*, na empresa ocorreu o comprometimento da alta liderança. Há um departamento exclusivo na companhia para tratar este assunto.

Pontos fracos: ainda não se percebe uma mudança de cultura. O paradigma *Lean* precisa ser mais fortemente explorado. O comprometimento da Administração Sênior é o primeiro passo para que o programa *Lean* seja plenamente implantado. Precisa-se investir mais fortemente nas vantagens do programa. É necessária mais divulgação das vantagens em números; do valor economizado em determinados processos *Lean* realizados. O Fluxo de Valor é parcialmente entendido. O Fluxo de Informações dentro da empresa precisa ser melhorado. Há muitas atividades com o mesmo objetivo e propósito, sendo feito de várias formas, como os procedimentos internos.

- **Ciclo de Processos de Manufatura**

Pontos fortes: percebe-se uma busca contínua em melhorar e aperfeiçoar a capacidade e a utilização dos bens. Os recursos são alocados para os esforços no desenvolvimento de programas *Lean*; há equipes de agentes *Lean* designados para buscar novas oportunidades e desenvolver novos programas.

Pontos fracos: o processo de alavancagem das oportunidades *Lean* pode ser melhorado. A empresa investe em treinamentos e um ponto de melhoria seria investir mais em treinamentos *Lean* para os operacionais.

- **Facilitar Infraestrutura**

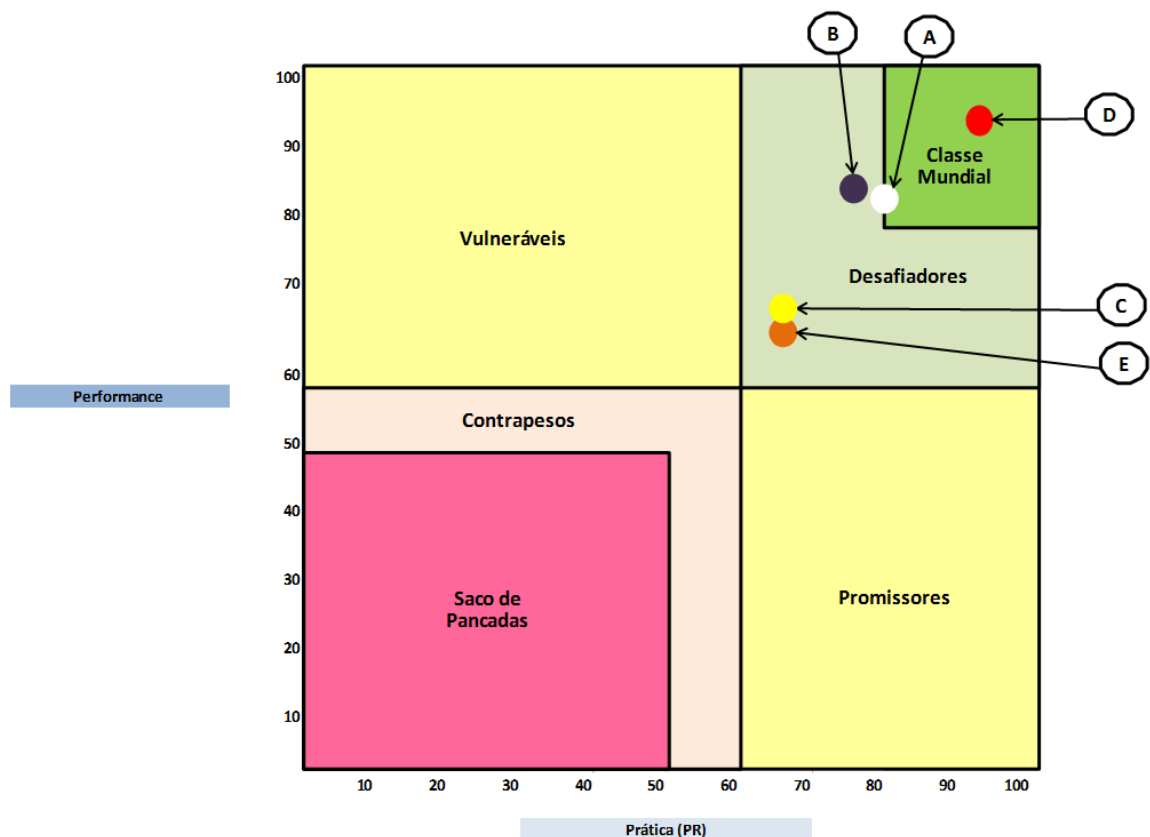
Pontos fortes: há total transparência e apoio para o programa *Lean*. A diversidade dos grupos de aprendizagem aumenta a força do programa. Está claro e alinhado a Integração da Proteção Ambiental, Saúde e Segurança do Negócio. A empresa conta com uma padronização em muitas ferramentas *Lean*.

Pontos fracos: a questão financeira é sempre um item delicado para o programa. Há necessidade de mais divulgação dos resultados e compartilhamento das boas práticas. Precisa ser mais bem explorado a facilitação ao programa *Lean* com sistemas e ferramentas de comunicação. A reutilização é um tema que precisa ser mais trabalhado na empresa, por exemplo, água de lavagem, embalagens etc. O desafio é a mudança de cultura dos envolvidos neste processo. Precisa-se investir mais em automação para a empresa ser mais competitiva e reduzir as variações.

#### 4.8. CLASSIFICAÇÃO DA EMPRESA QUÍMICA

Determinou-se a classificação da empresa química conforme a analogia de Boxe, de acordo com o *Lesat & Baldrige*, para obter-se o nível de maturidade da empresa. A oportunidade real de melhoria está nos pontos fracos, em que a empresa estará mais distante do nível de excelência. A empresa poderia priorizar suas ações nestes pontos de melhoria, produzindo, assim, avanços em sua posição competitiva. Quatro fábricas da empresa química pesquisada encontram-se na categoria Desafiadores e uma fábrica como Classe Mundial (Figura 45).

Figura 45 Classificação das Fábricas ABCDE

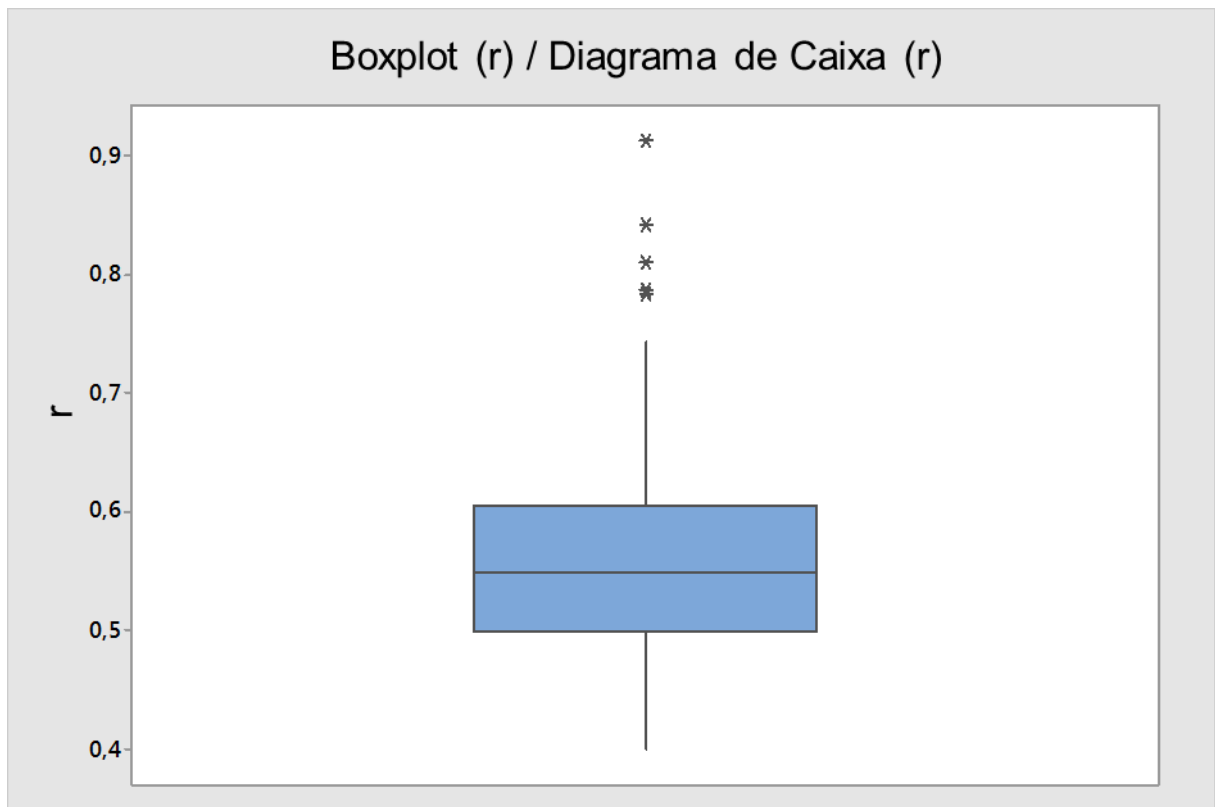


Se considerarmos a aplicação da metodologia na íntegra, as fábricas da categoria Desafiadores terão como meta atingir a categoria Classe Mundial. A empresa apresenta no geral um bom desempenho; estando em uma posição privilegiada.

#### 4.9. PRINCIPAIS PONTOS FORTES DA EMPRESA QUÍMICA

Foram selecionadas as questões da etapa 12 do MDE, aquelas avaliadas com alto desempenho. Elaborou-se o diagnóstico após a análise dos dados de acordo com a aplicação do método de análise de correlação *Grey*. Estes valores, com a utilização do *software* estatístico *Minitab* forneceram informações quantitativas no Gráfico *Boxplot* (Figura 46). Os demais Gráficos de Histograma (Figura 47) e Intervalo de Confiança (Figura 48), auxiliaram na compreensão e interpretação dos dados.

Figura 46 *Boxplot* da correlação ( $r_i$ ) dos indicadores da empresa química



O MDE propõe a linha de corte do quartil 1 (Q1) e quartil 3 (Q3). Na amostra da empresa química obteve-se como resultado o Q1 com valor inferior a 0,5, separando-se os 25% inferiores dos valores ordenados dos 75% superiores. Estabeleceu-se uma linha de corte para o conjunto de dados, identificando-se assim os piores indicadores de acordo com o Q1.

Para o quartil 2 (Q2) com valor um pouco inferior que 0,55, separou-se os 75% inferiores dos valores ordenados dos 25% superiores, identificando-se os melhores indicadores deste conjunto de dados, resultando na definição da linha de corte superior.

Figura 47 Histograma correlação (ri) dos indicadores da empresa química

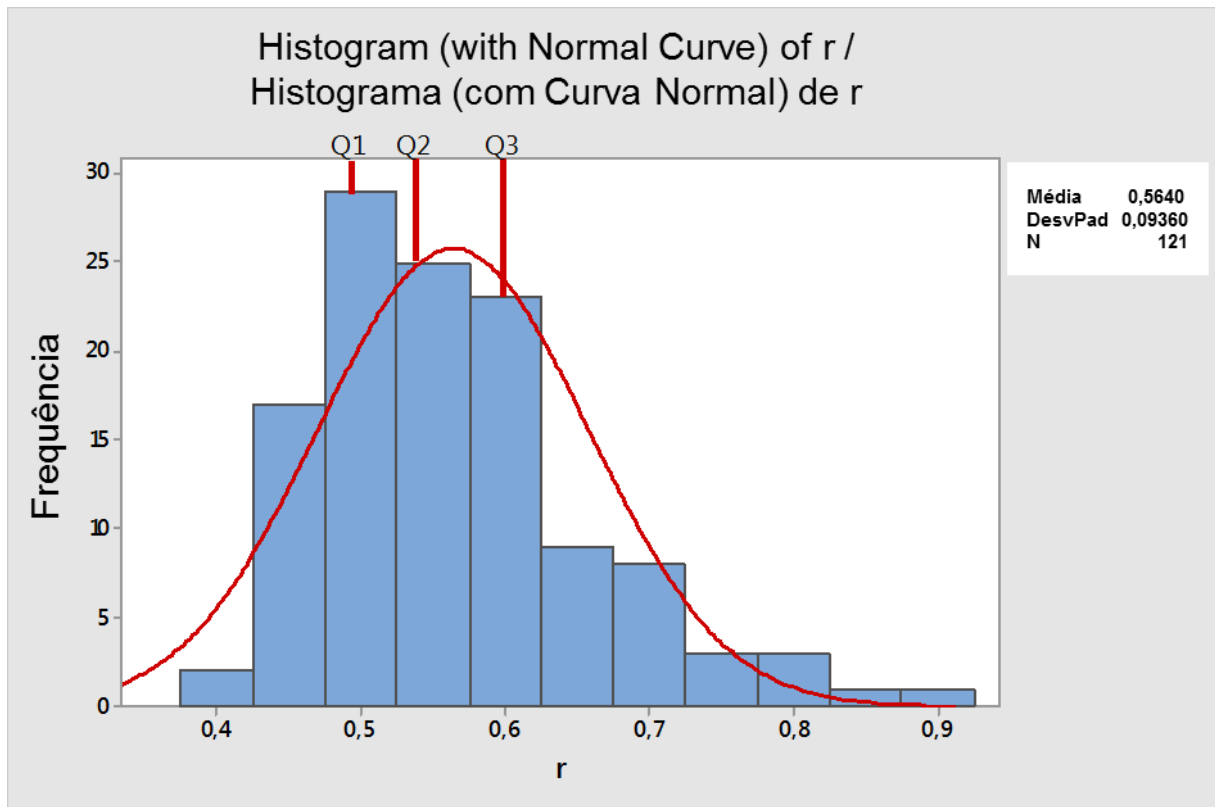
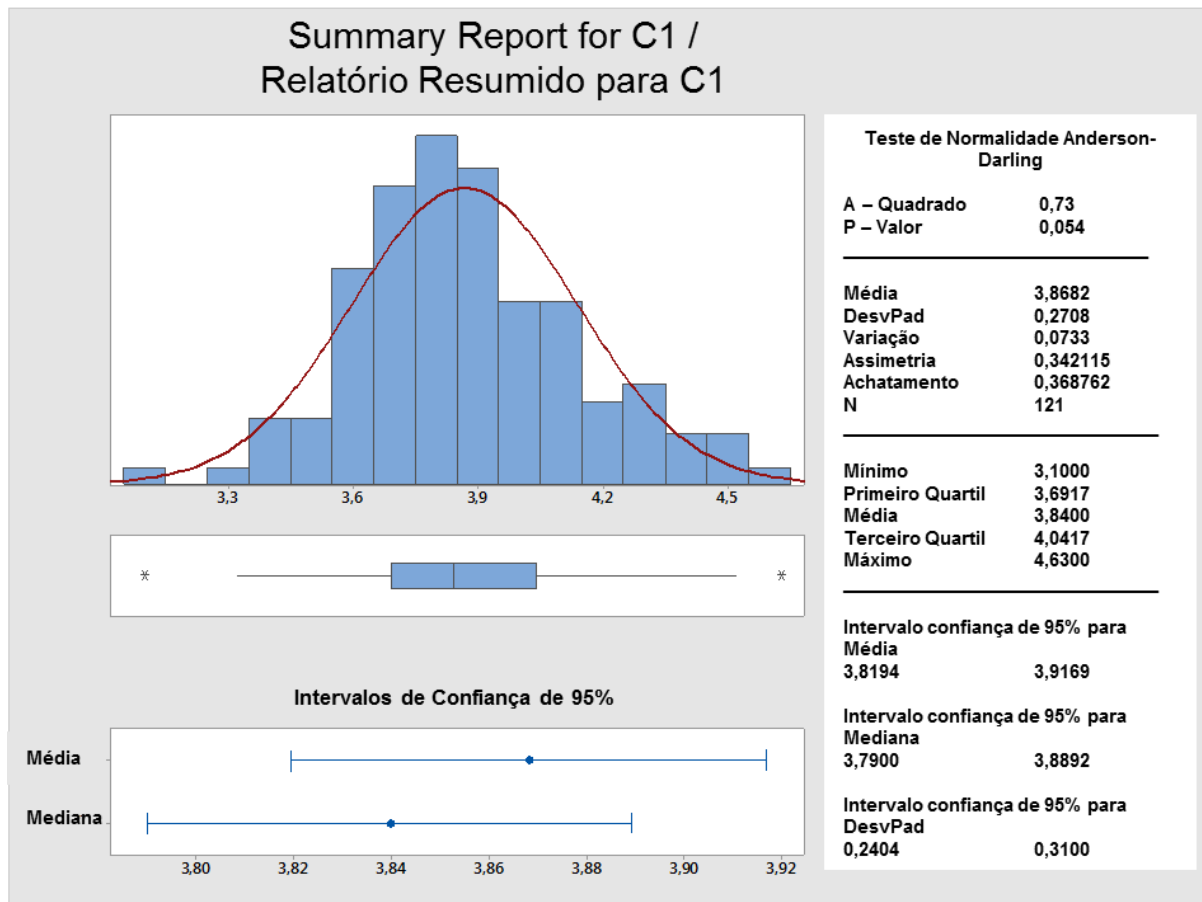




Figura 48 Resumo correlação (r) dos indicadores da empresa química



O Quadro 7 contém os pontos fortes das Práticas e Performance, de acordo com a ordenação da correlação (ri) do sistema *Grey* e da classificação do conceito *boxplot*. Esta lista de pontos fortes merece pertencer a manutenção do planejamento estratégico da organização com o objetivo de manter os bons resultados do negócio.

Utilizaram-se os critérios de conceito de *boxplot*, de acordo com o princípio do Q3; a medida separatriz estatística *score* que significa 75% dos itens que atendem aos valores maiores ou iguais e estabeleceu-se um ponto de *score* de corte que é o valor de correlação (ri) maior que 0.6, segundo cálculos feitos com auxílio do *software Minitab*

Quadro 7 Os principais pontos fortes da empresa química (Q3)

ri	Valor r	Indicador
r89	0,600	(89) Desempenho Financeiro
r77	0,604	(77) Satisfação dos clientes e dos <i>stakeholders</i>
r18	0,607	(18) Desenvolvimento de plano de ação
r69	0,608	(69) Gestão da cadeia de suprimentos

<b>ri</b>	<b>Valor r</b>	<b>Indicador</b>
r55	0,608	(55) Elementos de envolvimento
r114	0,609	(114) Sistema Financeiro apóia transformação <i>Lean</i>
r96	0,610	(96) Fluxo da empresa
r98	0,613	(98) Medidas de performance
r10	0,615	(10) Bem-estar social
r52	0,618	(52) Gestão da mudança da força de trabalho
r23	0,619	(23) Modificação de plano de ação
r117	0,620	(117) Facilitar a empresa <i>Lean</i> com sistemas e ferramentas de informação
r58	0,620	(58) Avaliação de envolvimento
r17	0,622	(17) Considerações dos objetivos estratégicos
r66	0,622	(66) Processos de apoio
r80	0,624	(80) Clima de trabalho
r104	0,626	(104) Incorporar valores dos interessados no serviço e na entrega
r31	0,628	(31) Apoio aos clientes
r102	0,630	(102) Alocar recursos para os esforços no desenvolvimento de programas
r44	0,630	(44) Aprendizado organizacional
r4	0,631	(4) Comunicação
r16	0,632	(16) Principais objetivos estratégicos
r30	0,632	(30) Oferta de produtos
r91	0,634	(91) Ensino e educação em <i>Lean</i> para os líderes empresariais
r60	0,636	(60) Sistema de desenvolvimento e aprendizagem
r35	0,637	(35) Medidas de desempenho
r74	0,638	(74) Resultados de Eficácia operacional
r57	0,642	(57) Gestão de desempenho
r43	0,643	(43) Gestão do Conhecimento
r79	0,644	(79) Capacidade e habilidade da força de trabalho
r3	0,649	(3) Criar uma organização sustentável
r100	0,649	(100) Otimizar a capacidade e a utilização dos bens
r49	0,651	(49) Habilidade e capacidade
r68	0,654	(68) Controle de custo
r53	0,658	(53) Ambiente de trabalho
r48	0,661	(48) Disponibilidade em caso de uma emergência

<b>ri</b>	<b>Valor r</b>	<b>Indicador</b>
r5	0,666	(5) Foca-se na ação
r11	0,672	(11) Suporte comunidade
r85	0,674	(85) Lei, regulamentação e acreditação
r87	0,674	(87) Sociedade
r33	0,680	(33) Gestão de relacionamento
r92	0,695	(92) Comprometimento de administração sênior
r81	0,698	(81) Envolvimento da força de trabalho
r56	0,700	(56) Cultura Organizacional
r51	0,707	(51) Realização de trabalho
r34	0,709	(34) Gestão de reclamações
r118	0,709	(118) Integração da proteção ambiental, saúde e segurança do negócio
r13	0,711	(13) Inovação
r46	0,716	(46) Disponibilidade de dados em caso de uma emergência
r45	0,720	(45) Propriedade de dados e informações
r6	0,720	(6) Sistema de governança
r67	0,724	(67) Melhoria de processos e produtos
r86	0,726	(86) Ética
r8	0,740	(8) Comportamento Legal e Ético
r75	0,770	(75) Preparação para emergências / eventos
r71	0,786	(71) Preparação para casos de emergência
r2	0,848	(2) Promover comportamento ético e legal
r9	0,860	(9) Comportamento ético
r70	0,884	(70) Segurança

#### 4.10. PRINCIPAIS PONTOS FRACOS DA EMPRESA QUÍMICA

Foram selecionadas as questões da etapa 13 do MDE, avaliadas com baixo desempenho. Elaborou-se o diagnóstico após a análise dos dados de acordo com a aplicação do método de análise de correlação *Grey*.

De acordo com o Quadro 7, contatou-se os pontos fracos das Práticas e Performance de acordo com a correlação (ri), do sistema *Grey* e classificação do conceito *boxplot*, levando-se em consideração todos os indicadores avaliados. Com essa lista é possível preparar planos de ação (PDCA) e ou projetos de melhorias e implantar ações no planejamento estratégico da

organização para que ela seja mais competitiva, visando que toda a empresa passe a ser classe mundial.

Utilizaram-se os critérios de conceito de *boxplot*, princípio de Q1, sendo que a medida separatriz estatística *score* que significa 25% dos itens que atendem aos valores menores ou iguais e estabeleceu-se um ponto de *score* de corte que é o valor de correlação (*ri*) menor que 0,3, de acordo com os cálculos feitos com o auxílio do *software Minitab*; definindo-se assim os piores indicadores para a empresa química.

#### 4.11. ANÁLISE DE RESULTADOS

É de consenso nas fábricas pesquisadas que a transformação *Lean* baseada nas ferramentas, métodos e princípios apresentados podem e devem estar alinhadas em todos os níveis da organização e de maneira integrada e estratégica para facilitar o alcance da excelência empresarial.

Entendeu-se que esse processo de melhoria técnica envolve todos os funcionários e que leva-se anos para a transformação *Lean*. As pesquisas e os conhecimentos das ferramentas e métodos *Lean* foram fundamentais para a realização do MDE na empresa pesquisada.

Após a pesquisa, observou-se a necessidade de implementação de um sistema de gerenciamento estratégico e de aplicar-se o MDE para medir o desempenho de forma integrada e alinhada com o planejamento *Hoshin* e para o gerenciamento dos indicadores com frequência.

Diante da possibilidade de melhorar o *score* das fábricas avaliadas, na busca de resultados por meio da redução dos desperdícios e agregando valor aos clientes, utilizando-se dos princípios, métodos e ferramentas de *Lean Enterprise*, as estratégias para um negócio sustentável devem ser definidas no planejamento estratégico com projetos para a melhoria de resultados de acordo com a estratégia do negócio.

Embora esta pesquisa tenha sido realizada em fábricas diferentes, porém de uma única empresa, com condições de práticas, performances e culturas similares, a inclusão de um conjunto de ações básicas para aumento dos ativos e no planejamento estratégico poderiam ser recomendadas:

- Implementar estratégia de redução de custos aliada à estratégia de crescimento por meio de *workshops* com equipe gerencial.
- Implementar o planejamento *Hoshin* e o gerenciamento estratégico, definindo-se metas e objetivos para todas as áreas de forma integradas e transparentes, se possível com apoio de um *software*.

- Sistematizar um método de solução de problemas na empresa.
- Implementar de fato os projetos de 5S e gestão visual dos processos.
- Desenvolver o mapeamento do fluxo de valor atual e futuro para nortear as melhorias.
- Alavancar o processo de manutenção autônoma e do TPM, para reduzir tempos de paradas e principalmente com o envolvimento do pessoal operacional.
- Melhorar e estimular um plano de ideias com premiação direta, participação de todos os níveis e atrelados ao plano de desenvolvimento.
- Desenvolver plano de capacitação dos gestores e funcionários para implementação do *Lean Enterprise*.
- Alavancar um plano formal de redução de custos e parcerias no gerenciamento de suprimentos e logística.
- Realizar um diagnóstico empresarial anual com revisão semestral.
- Implementar um programa de gerenciamento estratégico e de capacidade por meio da implementação de software personalizado.

Nas cinco fábricas pesquisadas tem-se a oportunidade para obter resultados ainda melhores para a organização. Considera-se segundo esta pesquisa que o MDE é perfeitamente aplicável em uma empresa química e pode contribuir para a sustentabilidade dos negócios.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As fábricas pesquisadas neste trabalho estão muito próximas de ser Classe Mundial. A correlação dos indicadores de desempenho indicou que todas as cinco fábricas desta amostra são de alta maturidade. Porém para a empresa química como um todo, existem possibilidades de ações pontuais de melhorias, que se executadas de forma isolada podem não ser sustentáveis.

Um dos principais resultados deste trabalho foi a confirmação da aplicação do MDE em uma empresa química. O MDE cria as condições e auxilia nas decisões de médio e longo prazo, permitindo contribuir com iniciativas na direção do planejamento *Hoshin* e no gerenciamento estratégico de forma integrada.

### 5.1. ATENDIMENTO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS

De forma resumida apresenta-se a seguir as principais conclusões do trabalho que atendem aos objetivos propostos:

Apresentou-se neste trabalho de pesquisa um Método de Diagnóstico de Empresas; um roteiro estruturado de acordo com o PDCA e do uso de um conjunto de conceitos relevantes para o gerenciamento e sustentabilidade dos negócios, tais como: *Lean Enterprise*, *Lesat & Baldrige*, sistema de correlação e análise *Grey*; planejamento *Hoshin* (*Honshin Kanri*) e gerenciamento estratégico.

Com a aplicação de um roteiro estruturado baseado no MDE foi possível diagnosticar cada fábrica desta empresa do segmento químico e se as mesmas foram classificadas ou não como Classe Mundial, bem como o potencial para atingir este patamar de excelência.

As pesquisas e os conhecimentos das ferramentas e métodos *Lean* foram fundamentais para a realização dos encontros de MDE nas cinco fábricas da empresa química pesquisada. O resultado da aplicação de MDE nestas fábricas dependeram em parte do conhecimento, habilidade, atitude do pesquisador e do uso adequado da metodologia de pesquisa tipo *Survey*.

A técnica de aplicação do MDE permitiu a utilização do questionário combinado *Lesat & Baldrige*, demonstrando como os conceitos de produção enxuta podem cooperar com a performance dos resultados econômicos de forma sustentável. Esta percepção se tornou mais evidente na fábrica com maior nível de automação demonstrada.

O MDE criou as condições que poderão auxiliar nas decisões de médio e longo prazo, permitindo o planejamento de ações na direção do planejamento *Hoshin* e do gerenciamento

estratégico de forma mais integrada e sustentável para a transformação de fato de um sistema de produção convencional em enxuto.

A identificação dos pontos fortes e fracos para a identificação de projetos potenciais com a participação de todos os níveis pode fornecer subsídios de auxílio nas decisões de investimento, informações estratégicas e oportunidades de melhoria nos processos por meio da transformação da abordagem *Lean*.

O MDE muda o modelo mental convencional e se torna um meio de avaliação semi-quantitativa do grau de maturidade organizacional da empresa pesquisada, devido ao uso de um conjunto de conhecimentos interrelacionados a partir da aplicação do questionário combinado *Lesat & Baldrige* para o desdobramento das metas e diretrizes nesta empresa do setor químico, demonstrando claramente a oportunidade da aplicabilidade e viabilidade da ferramenta.

## 5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Após finalizada a escrita desta Tese, colocam-se mais algumas indagações que poderão se transformar em potenciais pesquisas futuras:

➤ Como será a percepção, participação e a colaboração dos funcionários operacionais ou não líderes (*Bottom up*) com o processo de implementação e manutenção da cultura *Lean* em uma empresa química?

Embora as empresas convencionais tenham seu planejamento estratégico estruturado e elaborado por níveis de liderança e o alinhamento das ações de médio e longo prazo sejam em todos os níveis da empresa percebe-se que não se explora a voz do chão de fábrica, que poderia contribuir de forma considerável com a qualidade e velocidade de realização da visão da empresa.

➤ Utilizando-se do mesmo método de aplicação do MDE a partir do questionário combinado *Lesat & Baldrige*, qual seria a aplicabilidade nos demais segmentos da manufatura?

De acordo com as aplicações do MDE em pesquisas dos últimos três anos com a utilização da técnica do *Benchmarking*, talvez o posicionamento destas mesmas empresas

avaliadas utilizando um avaliação de alto nível, o diagnóstico seja diferente ou mais apurado, considerando a complexidade desta nova técnica.

➤ Seria viável o desenvolvimento de um *software* ou de uma ferramenta computacional, que possibilite o diagnóstico de uma empresa de acordo com o MDE, a partir do questionário combinado *Lesat & Baldrige* e posterior correlação dos diversos departamentos de uma organização ou mesmo as diversas filiais ou fábricas de uma mesma empresa utilizando a análise *Grey* de forma rápida e segura?

Esta proposta visa a melhoria da velocidade na aplicação da técnica, simplificando o processo de avaliação, gestão visual das informações e redução do tempo de interpretação e tomada de decisão. Com a abordagem do questionário combinado *Lesat & Baldrige*, que conta com um número significativo de questões a serem abordadas, seria pertinente um *software* para redução deste tempo precioso e não disponível da liderança nas organizações.



## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para o projeto e gestão de produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BABSON, S. **Lean production and labor**: Empowerment and exploitation. In *Lean work: Empowerment and exploitation in the global auto industry*, ed. S. Babson, 1-40. Detroit, Mich.: Wayne State University Press. 1995.

BABSON, S. **Ambiguous mandate**: Lean production and labor relations in the United States. In *Confronting change: Auto labor and lean production in North America*, ed. S. Babson, 23-50. Detroit, Mich.: Wayne State University Press. 1998.

BAMBER, L.; DALE, B. G. Lean Production: a study of application in a traditional manufacturing environment. **Production Planning & Control**. V. 11, p. 291-298. 2000.

BAUCH, C. *Lean Product Development: making waste transparent*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology. **Plataforma MIT Online**. 2004.

BHAMU, J., SANGWAN, K. S. Lean Manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**. V. 34, Iss.:7, p. 876-940. 2014

CALADO, R. D. et al. **Método de Diagnóstico de Empresa**. USA. 1ª. Edição. Global South Press. 2014.

CALADO, R. D. et al. **Método de Diagnóstico de Empresa**. USA. 1ª. Edição. Global South Press. p.32, p.88, p.121. 2014.

CERTO, S. C., PETER J. P. **Administração Estratégica**: planejamento e implantação da estratégia. São Paulo. Pearson Education do Brasil. 2010.

CHAN, J. W. K., TONG, T. K. L. Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach. **Material and Design**. v 28, Iss.: 5, p. 1539-1546. 2007.

CHEN, H.; HAN, Z. Y. Sample study on Heilongjiang coal industry for local government behavior in green supply chain formation. 2009 International Conference on Management Science and Engineering - **16th Annual Conference Proceedings**, ICMSE 2009, 2009.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: criando redes que agregam valor. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 7. Ed. Porto Alegre. Ed. Bookman, 2003.

CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimentos**: integrando cadeias de suprimentos no mundo globalizado. São Paulo. Ed. Atlas, 2010.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2007.

CUDNEY, E. A. **Using Hoshin Kanri to Improve the Value Stream**. New York: Productivity, 2009.

DAILEY, K. W. **The Lean Manufacturing Pocket Handbook**. USA: DW Publishing Co., 2003.

DENG, J. L. Control problems of Grey Systems. **Systems & Control Letters**, Vol.1, Iss.: 5, p. 288-294. 1982.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIEESE. **Panorama Setorial do Complexo Industrial Químico no Brasil**. 2015.

DOW, D., SAMSON, D., FORD, S. Exploding the myth: do all quality management practices contribute to superior quality performance? **Prod. Oper. Manag.** V. 8, Iss.: 1, p. 1-27. 1999.

EVANS, J. R. An exploratory analysis of preliminary blinded applicant scoring data from the Baldrige national quality program. **Quality Management Journal**. V. 17. Iss.: 3, p. 35-50. 2010.

FLYNN, B. B., SALADIN, B. Further evidence on the validity of the theoretical models underlying the Baldrige criteria. **Journal Oper. Management**. V. 19, Iss.: 6, p. 617-652. 2001.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**. V. 22, Iss.: 2, p. 152-194. 2002.

GAN, K., ZHANG, CH. Analysis of the Competition-cooperation Relations Among the Supply Chain Enterprises using Grey controlling Theory. IEEE Computer Society. **International Conference on Information Management. Innovation Management and Industrial Engineering**. p. 576-579. 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo. Ed. Atlas, 2006.

GODINHO Fo., M., FERNANDES, F. C. F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Revista Gestão & Produção**. V. 11, N. 1, p. 1-19. 2004.

HARMON, P. Evaluating an Organization's Business Process Maturity. **Business Process Trends Newsletter**, Volume 2, N. 3, 2004.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Um guia para implementação da Manufatura Enxuta – Lean Manufacturing**. São Paulo. IMAN. 2000.

HOPPMANN, et al. A Framework for Organizing Lean Product Development. **Engineering Management Journal**. Academic Search Premier. Ipswich. MA. V. 23, N. 1, p. 3-15. 2011.

HOWELL, G. A. What is Lean Construction. **Proceedings Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, IGLC-7. Berkeley, CA. p. 1-10. 1999.

IYER, A. V. et al. **Toyota Supply Chain Management**: a strategic approach to the principles of Toyota's renowned system. New York: McGraw Hill, 2009.

JACKSON, T. L. **Hoshin Kanri for the Lean Enterprise**: developing competitive capabilities and managing profit. New York: Productivity, 2006.

JURAN, J. M. **The upcoming century for quality**. Quality Program 1994.

KILPATRICK, A. M. Lean manufacturing principles: a comprehensive framework for improving production efficiency. Thesis (Master in Science) in mechanical engineering. Massachusetts Institute of Technology. **Plataforma online MIT**. Cambridge, 1997.

KING, B. **Hoshin Planning the Developmental approach**. Methuen. MA: GOAL/QPC. 1989.

KONDO, Y. Hoshin Kanri - a participative way of quality management in Japan, **The TQM Magazine**. Vol. 10. N. 6, p. 425-431. 1998.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 8a. Ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall. 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Ed. Atlas. 7a. Ed. São Paulo. 2010.

LEÓN, H.; MARTÍNEZ, C; FARRIS, J. A. Lean Product Development Research: Current State And Future Directions. **Engineering Management Journal**. Academic Search Premier. V. 23, Iss.: 1. P. 29. 2011.

LI, JY; ZHAO, YZ. The study of power plants' core competence based on the hierarchy - Análise de correlação Grey. IEEE - **Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics**. Baoding. 2009.

LIKER, J. K.; Meier, D. O Modelo Toyota: manual de aplicação. Porto Alegre. Ed. Bookman. 2007.

LIKER J.; MORGAN J. **Lean Product Development as a System**: A Case Study of Body and Stamping Development at Ford. **Engineering Management Journal**. 2011

LIU, Y.; SONG, M. **AHP and Grey Relational Analysis of Synthetical Evaluation Index System of Grinding Process**. China, IEEE. 2009

LOPEZ, C. F. **Hoshin Kanri** - desdobrando a estratégia em sua organização. Disponível no site: <http://www.lean.org.br/artigos/125/hoshin-kanri---desdobrando-a-estrategia-em-sua-organizacao.aspx>. De 19/02/2010. Consultado em 26/02/11.

LUCATO, W. C. et al. Performance evaluation of lean manufacturing implementation in Brazil. **International Journal of Productivity and Performance Management**. V. 63, Iss.: 5, p. 529-549. 2014.

LURIA, D. Automation market and scale: Can “flexible niching” modernize U. S. manufacturing? **International Review of Applied Economics**. V. 4, Iss.: 2, p. 127-165. 1990.

MARTINS, G. A. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. São Paulo. Ed. Atlas. 1998.

MARTINS, P. G. **Administração da Produção**. São Paulo. Ed. Saraiva. 2005.

McMANUS, H.; MILLARD, R. L. **Value Stream Analysis and Mapping for Product Development**. Proceedings of the International Council of the Aeronautical Sciences. 23o. ICAS Congress. Toronto. 2002.

MEYER, S. M., COLLIER, D. A. An empirical test of the causal relationships in the Baldrige health care pilot criteria. **Journal Operations Management**. V. 19, Iss.: 4, p. 403-425. 2001.

MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2a. Edição. Ed. Elsevier. São Paulo. 2012.

MIYAKE, D. I. **Melhorando o processo**: seis sigma e sistemas de produção Lean. In ROTONDARO, R. G.(coord.) **Seis Sigma - Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo. Ed. Atlas. 2008.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo. Ed. Cengage Learning. 2008.

MOREIRA, M. P.; FERNANDES, F. C. F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso**. ENEGEP. 2001.

FUENTES, J. M, DÍAZ, M. S. Learning on Lean: a review of thinking and research. **International Journal of Operations & Production Management**. V. 32, Iss.: 5, p. 551-582. 2012.

MUNIZ, J.; BATISTA JR., E. D.; LOUREIRO, G. Knowledge-based integrated production management model. **Journal of Knowledge Management**. V. 14, Iss.: 6, p. 858-871. 2010.

MURMAN, E. et al. **Lean Enterprise Value**: insights from MIT's Lean Aerospace. New York. Ed. Palgrave Macmillan. 2002.

MURMAN, E., McMANUS, H., CANDIDO, J. **LAI Lean Academy**. Participant Book. PI.23s. Cambridge: Lean Advancement Initiative, 2010.

NICHTINGALE, D. J.; MIZE J. H. Development of a Lean Enterprise Transformation Maturity Model. **Information Knowledge Systems Management**. V. 3, Iss.: 1, p. 15-30. 2002

NIGHTINGALE, D.; RHODES D. Enterprise Systems Architecting: Emerging Art and Science within Engineering Systems. **Proceedings of the Engineering Systems Symposium, Cambridge, MA, 2004**.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre. Ed. Bookman. 1997.

OLIVEIRA, O. J. et al. **Método para desenvolvimento de práticas de gestão integrada em clusters industriais**. Produção. São Paulo. 2014.

PAIVA, E. L. et al. **Estratégia de Produção e de Operações: conceitos, melhores práticas, visão de futuro**. 2ª. Ed. Porto Alegre. Bookman. 2009.

SALZMAN, R. A. **Manufacturing System Design: flexible manufacturing systems and value stream mapping**. Thesis (Master in Science) in mechanical engineering. Massachusetts Institute of Technology. Ed. Cambridge. 2002.

SAMUEL, D., FOUND, P., WILLIAMS, S. J. How did the publication of the book *The Machine That Change de World change de management thinking?* Exploring 25 years of lean literature. **International Journal of Operations & Production Management**. V. 35, Iss.: 10, p. 1386-1407. 2015.

SANTOS, J. et al. **Otimizando a Produção com a Metodologia Lean**. São Paulo. Leopardo. 2009.

SCHAPPO, A. J. **Um Método Utilizando Simulação Discreta e Projeto Experimental para Avaliar o Fluxo na Manufatura Enxuta**. Florianópolis, Repositório da UFSC. 2006.

SECCHI, R., CAMUFFO, R. Rolling out lean production systems: a knowledge-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**. V. 36, Iss.: 1, p. 61-85. 2016.

SEIBEL, S. **Um Modelo de Benchmarking baseado no Sistema Produtivo Classe Mundial para Avaliação de Práticas e Performances da Indústria Exportadora**. 173f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Repositório da UFSC. 2004.

SEIBEL, S. et al. **Benchmarking: a busca pela classe mundial**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Anais. Curitiba. Repositório UFSC. 2001.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance. **Journal of Operations Management**. V. 335, Iss.: 1, p. 129-149. 2002.

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

SIMCHI-LEVI, D., et al. **Cadeia de Suprimentos: Projeto e Gestão**. 3ª ed. Porto Alegre. Bookman. 2010.

SIQUEIRA, J. **O Modelo de Maturidade de Processos: como maximizar o retorno dos investimentos em melhoria da qualidade e produtividade**. 60º ABM Congress. Belo Horizonte. 2005

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de Operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico**. Porto Alegre. Bookman. 2008.

SLACK, N., LEWIS, M. **Estratégia de Operações**. Porto Alegre. Bookman. 2009.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 3a. Ed. São Paulo. Ed. Atlas. 2009.

SLACK, R. A. **The application of Lean Principles to the Military Aerospace Product Development Process**. Thesis. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge. Repositório MIT. 1998.

SOBEK II, D. K., SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre. Bookman. 2010.

SONG, Q., SHEPPERD, M. Predicting software project effort: A grey relational analysis based method. **Expert Systems with Applications**. V. 38, Iss.: 6, p. 7302-7316. 2011.

SPANYI, A. **Towards Process Competence**. URL.  
<http://www.bptrends.com/resourcespublications.cfm>. Acessado em 18/01/2011. 2004.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review. 1999.

SU, H.; JIANG; MA, X. **Risk Evaluation of Venture Capital Based on AHP and Grey Relational Analysis Methods**. IEEE-2009 International Conference on Information Management. Innovation Management and Industrial Engineering. 2009.

The Economist. **Para um e para cada um – ao mesmo tempo**. Jul. 2001.

TIE-JUN, C.; SHA. L. **Application and Study of Lean Production Theory in the Manufacturing Enterprise**. IEEE - International Conference on Information Management. Innovation Management and Industrial Engineering. 2008.

TOMMELEIN, I. Pull-driven scheduling for pipe-spool installation: simulation of a lean construction technique. **Journal of construction engineering and management**. V. 124, Iss.: 4, p. 279-288. 1998.

TOMMELEIN, I.; WEISSENBERGER, M. **More Just-in-time: location of buffers in structural steel supply and construction process**. Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley/CA. 1999.

WEI, G. W. Grey relational analysis method for 2-tuple linguistic multiple attribute group decision making with incomplete weight information. **Expert Systems with Applications**. V. 38, Iss.: 5, p. 4824-4828. 2011.

WILSON, D. D., COLLIER, D. A. An empirical investigation of the Malcom Baldrige national quality award causal model. **Decision Science**. V. 31, Iss.: 2, p. 361-383. 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T., ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel**. Rio de Janeiro. Ed. Elsevier. 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: Banish Waste and create Wealth in your corporation**. Ed. Simon & Schuster. New York. 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade enxuta nas empresas**: Elimine desperdício e crie riquezas. Ed. Campus. Rio de Janeiro. 1998.

YIN, R. K. **Case Study Research**, Design and Methods. 4th. Ed. Vol. 5. Ed. Sage. London. 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4ª ed.. Porto Alegre. Ed. Bookman. 2010.

ZHANG, X., JIN, F., LIU, P. A grey relational projection method for multi-attribute decision making based on intuitionistic trapezoidal fuzzy number. **Applied Mathematical Modelling**. V. 37, Iss.: 5, p. 3467-3477. 2013.