



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

SÉRGIO JOSÉ BARBOSA ELIAS

**A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO MESTRE DA
PRODUÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA
ENXUTA: O NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO (*HEIJUNKA*)**

**FLORIANÓPOLIS
2011**

SÉRGIO JOSÉ BARBOSA ELIAS

**A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO MESTRE DA
PRODUÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA
ENXUTA: O NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO (*HEIJUNKA*)**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Dálvio Ferrari Tubino

**FLORIANÓPOLIS
2011**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

E42i Elias, Sérgio José Barbosa

A influência do planejamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta [tese] : o nivelamento da produção Heijunka) / Sérgio José Barbosa Elias ; orientador, Dálvio Ferrari Tubino. - Florianópolis, SC, 2011. 352 p.: il., grafs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de produção. 2. Planejamento da produção. 3. Gerenciamento de níveis de serviço. 4. Processos de fabricação - Avaliação. I. Tubino, Dálvio Ferrari. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU 658.5

Sérgio José Barbosa Elias

**A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO MESTRE DA
PRODUÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA
ENXUTA: O NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO (*HEIJUNKA*)**

Esta tese foi julgada e aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção na área de Sistemas de Produção, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de dezembro de 2011

Prof. Dr. Antônio Cezar Bornia
Coordenador do PPGEP

Banca Examinadora

Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Presidente da Banca

Prof. Carlos Manoel Taboada Rodriguez, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro

Prof.^a Mônica Maria Mendes Luna, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro

Prof. Dr. Gilberto José Pereira Onofre de Andrade, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro

Prof.^a Silene Seibel, Dr.^a
Universidade do Estado de Santa Catarina
Examinador Externo

Prof. Rogério Teixeira Masih, Dr.
Universidade Federal do Ceará
Examinador Externo

Aos meus pais Jorge e Beatriz (*in memorian*), por terem propiciado o meu acesso ao mundo do conhecimento e pelo amor incondicional. Durante o Doutorado Deus os levou; uma perda imensa. A eles dedico este trabalho!

Ao meu irmão Paulo (*in memorian*), que foi para mais perto de Deus no último ano deste Doutorado. Com ele também aprendi.

À minha mulher Sônia, e aos meus filhos Victor e Vivian, por suportarem e compreenderem os vários momentos que deixamos de passar juntos por estar dedicado ao Curso e à Tese.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos:

Agradeço principalmente a Deus, sempre presente ao meu lado, por tudo de bom que Ele sempre me proporcionou.

Ao professor Dálvio Ferrari Tubino, pela amizade, confiança e orientação precisa e objetiva no desenvolvimento desta Tese. Foi um privilégio ter sido seu orientando.

Aos colegas da Universidade Federal do Ceará, que me apoiaram e “seguraram a barra” enquanto eu cursava o Doutorado.

Às empresas e seus técnicos que participaram desta pesquisa e possibilitaram a coleta de dados, colaborando com o saber científico.

A todos os meus amigos, que prefiro não citar nomes para não correr o risco de omitir alguém, pela ajuda companheirismo e incentivo ao longo deste curso. Cada um desses amigos sabe a ajuda que me deram e o quanto foram importantes para mim.

Aos colegas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professores e alunos, pelo convívio de amizade e companheirismo.

“Feliz aquele que transfere o que sabe
e aprende o que ensina.”

(Cora Coralina)

ELIAS, Sérgio José Barbosa. **A influência do planejamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta**: o nivelamento da produção (*heijunka*). 2011. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2011.

RESUMO

Este trabalho aborda a influência do planejamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta. O Plano Mestre de Produção (PMP) para a manufatura enxuta necessita estar nivelado à demanda (*heijunka*), a fim de que sejam atendidas as necessidades dos clientes, sem que seja preciso manter elevados estoques, os quais, de acordo com a abordagem *lean*, significam uma perda por superprodução. Além disso, o sistema produtivo precisa atender à demanda dos clientes sem sobrecarga ou ociosidade dos recursos produtivos. Nesse sentido, esta Tese propõe um modelo para o diagnóstico do PMP, a partir de indicadores de práticas utilizadas e das performances obtidas pelas organizações, a fim de relacionar os resultados desses indicadores com o estágio de nivelamento da produção. A pesquisa bibliográfica realizada identificou o estado da arte em relação ao tema desta tese, além de evidenciar seu ineditismo e relevância. É apresentado o método proposto *Benchmarking* do Plano-Mestre de Produção (BMPMP), que possibilita o diagnóstico da forma como as empresas operacionalizam seu planejamento mestre da produção, no sentido de obter o nivelamento, além de identificar que ações podem ser tomadas para que o *heijunka* possa acontecer. Objetiva-se assim evidenciar a relação entre o nivelamento do PMP e o estágio de manufatura enxuta em que o sistema produtivo se encontra, uma vez que essa relação está retratada nas discussões teóricas existentes na literatura, sem, entretanto, possuir um instrumento que permitisse avaliar essa relação. A fim de viabilizar a discussão das relações entre o PMP nivelado e a manufatura enxuta, é aplicado também o diagnóstico *Benchmarking* Enxuto (BME), que foi desenvolvido pelo Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP), da Universidade Federal de Santa Catarina. Essa análise simultânea sustenta-se na constatação que o nivelamento da produção influencia na obtenção da manufatura enxuta. Trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória e descritiva. Para testar o modelo proposto, ele foi utilizado em seis empresas, sendo que em uma delas foi aplicado em três processos diferentes, o que totaliza oito aplicações. Os

resultados das aplicações ensejaram a identificação de pontos fortes e de oportunidades de melhoria na gestão da produção e permitiram verificar o relacionamento do PMP nivelado com o estágio em que se encontram as empresas em termos de manufatura enxuta, tornando-o assim um elemento que merece a atenção das organizações que almejam uma manufatura *lean*.

Palavras-chave: Manufatura enxuta. Plano mestre da produção. Nivelamento da produção. Diagnóstico.

ELIAS, Sérgio José Barbosa. **The influence of the master planning of production in the implementation of lean manufacturing**: production leveling (*heijunka*). 2011. Thesis (Ph.D. in Production Engineering) - Graduate Program in Production Engineering, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis / SC, 2011.

ABSTRACT

This thesis approaches the influence of the master production schedule in the implementation of lean manufacturing. The Master Production Schedule (MPS) - to the lean manufacturing - needs to be leveled with the demand (*heijunka*), so that clients' needs are met, without keeping the stocks high, which according to lean approach mean a loss by overproduction. In addition, the productive system needs to meet the client's demands without overload or idleness of the productive resources. In line with that, this thesis proposes a model to diagnose the MPS, from indexes of practices adopted and the performances obtained by the organizations, in order to relate the results from those indexes to the stage of production leveling. The literature review has identified the state of the art related to the subject of this thesis, besides substantiating its newness and relevance. It is presented the proposed method - MPSBM (Master Production Schedule Benchmarking) - which enables the diagnosis of the way how the organizations operate their master production schedule, in order to obtain the leveling, besides identifying which actions might be taken, so that the *heijunka* happens. It aims, in this way, to highlight the relation between the MPS leveling and the lean manufacturing stage in which the productive system encounters itself, since that relation has been depicted in the theoretical discussions present in literature, without, however, owning an instrument that allows the evaluation of that relation. In order to make possible the discussion of the relations between the leveled MPS and the lean manufacturing, it has been also applied the Lean Benchmarking diagnosis (BME), which has been developed by the Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP), from Universidade Federal de Santa Catarina. This simultaneous analysis is based on the observation that the production leveling influences on obtaining the lean manufacturing. It is a qualitative research of exploratory and descriptive nature. To test the proposed model, it has been used in six companies, and in one of them it has been applied in three different processes, which results in eight

applications. The results of the applications have provided the identification of strengths and opportunities for improvement in the production management and have enabled verifying the relationship between the leveled MPS and the stage in which the companies encounter themselves in terms of lean manufacturing, making it, in this way, an element which deserves the attention of organizations which aim a lean manufacturing.

Keywords: Lean manufacturing. Master production schedule. Production leveling. Diagnosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ciclo virtuoso da manufatura enxuta.....	40
Figura 2 -	O Sistema Toyota da Produção.....	48
Figura 3 -	Interação de fatores para o JIT.....	57
Figura 4 -	A composição do <i>lead time</i>	58
Figura 5 -	Filosofia JIT aplicada a lotes em operações.....	65
Figura 6 -	Dispositivos do sistema <i>kanban</i>	70
Figura 7 -	Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	74
Figura 8 -	Esboço de um mapa atual de um produto qualquer.....	74
Figura 9 -	Dinâmica da programação puxada.....	76
Figura 10 -	Funções do planejamento mestre da produção.....	79
Figura 11 -	Ciclo virtuoso do nivelamento do PMP à demanda e a redução do tamanho dos lotes.....	83
Figura 12 -	O PCP nas cadeias produtivas.....	84
Figura 13 -	Estrutura da produção nivelada da Toyota.....	87
Figura 14 -	Classificação ABC – VF.....	90
Figura 15 -	Sistema de pontuação do questionário.....	129
Figura 16 -	Relacionamento entre as variáveis independentes e dependentes.....	132
Figura 17 -	Fluxograma de desenvolvimento do BMPMP.....	142

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Prática x performance.....	91
Gráfico 2 -	Percentuais de prática e de performance.....	141
Gráfico 3 -	Índice geral de prática e performance do BME e do BMPMP da empresa E1.....	170
Gráfico 4 -	Prática e performance para o BME na E1.....	171
Gráfico 5 -	Práticas e performance para o BMPMP.....	172
Gráfico 6 -	Índice geral de prática e performance do BME e do BMPMP da empresa E2.....	178
Gráfico 7 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E2.....	179
Gráfico 8 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E2.....	180
Gráfico 9 -	Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP na E3.....	188
Gráfico 10 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E3.....	189
Gráfico 11 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E3.....	190
Gráfico 12 -	Índice geral de prática e performance do nivelamento da E4.....	196
Gráfico 13 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E4.....	197
Gráfico 14 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E4.....	198
Gráfico 15 -	Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP da malharia da E5.....	206
Gráfico 16 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E5 (malharia).....	207
Gráfico 17 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do nivelamento da produção na E5 (malharia).....	208
Gráfico 18 -	Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP na E6 (beneficiamento).....	211
Gráfico 19 -	Radار com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E6 (beneficiamento).....	212

Gráfico 20 -	Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP (beneficiamento).	213
Gráfico 21 -	Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP do setor de corte (E7.1).....	219
Gráfico 22 -	Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E7.1 (corte).....	220
Gráfico 23 -	Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP do setor de estamparia (E7.2).....	221
Gráfico 24 -	Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E7.2 (estamparia).....	221
Gráfico 25 -	Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP do setor de confecção (E7.3).....	222
Gráfico 26 -	Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E7.3 (confecção).....	223
Gráfico 27 -	Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E7 (manufatura).....	224
Gráfico 28 -	Relações entre indicadores de prática e performance para a variável: flexibilidade dos recursos na E7 (manufatura).....	226
Gráfico 29 -	Relações entre indicadores de prática e performance para a variável: tempos envolvidos na E7 (manufatura).....	227
Gráfico 30 -	Relações entre indicadores de prática e performance para a variável: aspectos facilitadores na E7 (manufatura).....	228
Gráfico 31 -	Relações entre indicadores de prática e performance para a variável: sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (a).....	229
Gráfico 32 -	Relações entre indicadores de prática e performance para a variável: sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (b).....	230
Gráfico 33 -	Relações entre indicadores de prática e performance para a variável: sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (c).....	231

Gráfico 34 -	Índice geral de prática e performance do BME e do BMPMP na E8.....	239
Gráfico 35 -	Radarm com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E8.....	240
Gráfico 36 -	Radarm com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E8.....	241
Gráfico 37 -	Índices gerais de prática e performance para todas as empresas participantes da pesquisa.....	248
Gráfico 38 -	Comportamento do indicador geral de prática para o BME e BMPMP para cada empresa.....	253
Gráfico 39 -	Diferenças entre as médias dos indicadores de prática e de performance para o BME e para o BMPM.....	254

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Comparação de desempenho entre GM e Toyota.....	36
Tabela 2 -	Resumo dos temas enfatizados nos trabalhos pesquisados.....	119
Tabela 3 -	Frequência dos indicadores nos planos de ação propostos.....	250
Tabela 4 -	Resumo dos índices gerais de prática e de performance com o BME e BMPMP, em %.....	252
Tabela 5 -	Diferenças entre as médias dos indicadores de prática e de performance para o BME e para o BMPMP.....	254

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Alguns autores e as prioridades competitivas consideradas.....	46
Quadro 2 -	<i>Heijunka box</i> com intervalo de nove minutos.....	86
Quadro 3 -	Enquadramento metodológico da pesquisa.....	130
Quadro 4 -	Formato da pontuação para cada indicador.....	133
Quadro 5 -	Exemplo de questão para obtenção do indicador.....	134
Quadro 6 -	Indicadores de prática e de performance para a variável flexibilidade dos recursos.....	135
Quadro 7 -	Indicadores de prática e de performance para a variável tempos envolvidos no processo (fluxo produtivo).....	136
Quadro 8 -	Indicadores de prática e de performance para a variável aspectos facilitadores.....	137
Quadro 9 -	Indicadores de prática e de performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção.....	138
Quadro 10 -	Plano de ação para nivelamento da produção da empresa E1.....	175
Quadro 11 -	Plano de ação para nivelamento da produção da produção de fogões na E2.....	182
Quadro 12 -	Plano de ação para nivelamento da produção na E3.....	191
Quadro 13 -	Plano de ação para nivelamento da produção na E4.....	199
Quadro 14 -	Plano de ação para nivelamento da produção na E5 (malharia).....	209
Quadro 15 -	Plano de ação para nivelamento da produção na E6 (beneficiamento).....	214
Quadro 16 -	Plano de ação para nivelamento da produção na E7 (manufatura).....	232
Quadro 17 -	Plano de ação para nivelamento da produção da E8.....	243

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADPPE -	Avaliação do Desempenho de Práticas Típicas de Produção Exuta
AF -	Aspectos Facilitadores
AHP -	Análise Hierárquica do Processo
APG -	Atividade de Pequeno Grupo
APICS -	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
ATO -	<i>Assembly to Order</i>
AVBV -	Alta Velocidade de Produtos e Baixo Volume
BME -	<i>Benchmarking Exuto</i>
BMPMP -	<i>Benchmarking</i> do plano mestre de produção
DFMA -	<i>Design for Manufacturing and Assembly</i>
EDI -	<i>Electronic Data Interchange</i>
ERP -	<i>Enterprise Resources Planning</i>
ETO -	<i>Engineer to Order</i>
EUA -	Estados Unidos
FIFO -	<i>First In First Out</i>
FR -	Flexibilidade dos Recursos
FR-Perf. -	Performance da Flexibilidade dos Recursos
FR-Prát. -	Práticas para Flexibilizar os Recursos
GDR -	Gestão do Resultado Diário
GM -	General Motors
GRH -	Gestão de Recursos Humanos
IED -	<i>Input Exchange of Die</i>
IMVP -	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT -	<i>Just in Time</i>
LSSP -	Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção
MDC -	Maior Divisor Comum
ME -	Manufatura Exuta
MFV -	Mapeamento do Fluxo de Valor
MPS -	<i>Master Production Scheduling</i>
MPT -	Manutenção Produtiva Total
MRP -	<i>Material Requirements Planning</i>
MRP II -	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
MTO -	<i>Make to Order</i>
MTS -	<i>Make-to-stock</i>
OED -	<i>Output Exchange of Die</i>
OEE -	<i>Overall Equipment Efficiency</i>

PCP - Planejamento e Controle da Produção
PE - Produção Exuta
PF-CDF - Performance do Chão de Fábrica
PF-DEM - Performance da Demanda
PF-PRO - Performance do Produto
PM - Plano Mestre
PM-Perf. - Performance do Plano Mestre
PMP - Plano Mestre de Produção
PR-CDF - Prática de Chão de Fábrica
PR-PCP - Prática do Planejamento e Controle da Produção
PR-DEM - Prática da Demanda
PR-PRO - Prática do Produto
S&OP - *Sales And Operations Planning*
SAE - *Society for Automotive of Engineers*
SKU - *Stock Keeping Unit*
SMED - *Single Minute Exchange of Die*
STP - Sistema Toyota de Produção
TP - Tempos no Processo
TP-Perf. - Performance dos Tempos Envolvidos no Processo
TP-Prát. - Práticas de Tempos Envolvidos no Processo
TPM - *Total Productive Maintenance*
TQM - *Total Quality Management*
TRF - Troca Rápida de Ferramentas
VF - Volume e Frequência
VMI - *Vendor Management Inventory*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	35
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	35
1.1.1	Planejamento e controle da produção e a manufatura enxuta.....	37
1.2	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	38
1.3	PROBLEMA E HIPÓTESE DA PESQUISA.....	40
1.3.1	Problema da pesquisa.....	40
1.3.2	Formulação da hipótese.....	42
1.4	OBJETIVOS.....	42
1.4.1	Geral.....	42
1.4.2	Específicos.....	42
1.5	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	43
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	44
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	45
2.1	DECISÕES ESTRATÉGICAS NO ÂMBITO DA PRODUÇÃO.....	45
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	47
2.2.1	Desperdício nos sistemas de produção.....	49
2.3	PRODUÇÃO ENXUTA (<i>LEAN PRODUCTION</i>).....	53
2.3.1	Manufatura <i>just in time</i>.....	55
2.4	PRÁTICAS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA A PRODUÇÃO ENXUTA.....	59
2.5	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO PARA A MANUFATURA ENXUTA.....	75
2.5.1	Planejamento-mestre da produção.....	76
2.5.2	Nivelamento da produção.....	80
2.5.2.1	Tamanho dos lotes e <i>heijunka</i>	82
2.5.2.2	O <i>heijunka box</i>	86
2.5.2.3	Fases da produção nivelada.....	86
2.5.2.4	<i>Benchmarking</i>	88
2.6	TRABALHOS RELACIONADOS.....	89
2.6.1	Trabalhos que propõem modelos/métodos para produção enxuta.....	100
2.6.2	Trabalhos com ênfase na aplicação da produção enxuta/estudo de caso.....	100
2.6.3	Trabalhos com contribuição teórico/conceitual para a produção enxuta.....	107
2.6.4	Trabalhos om características de levantamento/	

	<i>survey ligados à produção enxuta</i>	112
2.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	116
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	121
3.1	ENFOQUE DA PESQUISA.....	121
3.2	MÉTODO DE PESQUISA.....	122
3.3	TIPO DE ESTUDO.....	122
3.4	VARIÁVEIS DA PESQUISA.....	125
3.4.1	Variáveis independentes	125
3.4.2	Variáveis dependentes	125
3.5	COLETA DE DADOS NA PESQUISA QUALITATIVA.....	126
3.5.1	Os instrumentos de coleta de dados	126
3.5.1.1	Instrumento de coleta de dados utilizados nesta pesquisa.....	128
3.6	TÉCNICAS DE PESQUISA.....	129
3.7	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	130
3.8	MÉTODO PROPOSTO.....	131
3.9	ESTRUTURA DO MÉTODO DIAGNÓSTICO.....	131
3.9.1	Variáveis da pesquisa e seus indicadores	131
3.9.1.1	Flexibilidade dos recursos.....	134
3.9.1.2	Tempos envolvidos no processo.....	135
3.9.1.3	Aspectos facilitadores.....	136
3.9.1.4	Sistemática de elaboração do plano mestre de produção.....	137
3.9.1.5	Nivelamento da produção (<i>heijunka</i>).....	138
3.10	COLETA DE DADOS.....	139
3.11	TESTE DO MÉTODO.....	139
3.12	FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE DESENVOLVI- MENTO DO BMPMP.....	142
3.13	DETALHAMENTO DO MÉTODO.....	142
3.13.1	Flexibilidade dos recursos (FR)	143
3.13.1.1	Multifuncionalidade dos trabalhadores (FR01).....	143
3.13.1.2	Troca rápida de ferramentas (FR02).....	144
3.13.1.3	<i>Layout</i> flexível (FR03).....	145
3.13.1.4	Automação flexível (FR04).....	145
3.13.1.5	Máquinas simples, pequenas e dedicadas (FR05).....	146
3.13.1.6	Flexibilidade da mão-de-obra (FR06).....	147
3.13.1.7	Tempo de <i>setup</i> das máquinas (FR07).....	148
3.13.1.8	Flexibilidade dos processos (FR08).....	148

3.13.2	Tempos envolvidos no processo (TP)	148
3.13.2.1	Produção puxada (TP01).....	149
3.13.2.2	Utilização de supermercados (TP02).....	149
3.13.2.3	Agregação de valor ao processo produtivo (TP03).....	150
3.13.2.4	Fluxo contínuo (TP04).....	151
3.13.2.5	<i>Lead time</i> total (TP05).....	151
3.13.2.6	Cobertura dos estoques em processo (TP06).....	152
3.13.3	Aspectos facilitadores (AF)	152
3.13.3.1	Padronização dos processos produtivos (AF01).....	153
3.13.3.2	Gestão visual (AF02).....	153
3.13.3.3	Manutenção produtiva total (manutenção autônoma) (AF03).....	154
3.13.3.4	Estabilidade produtiva (AF04).....	155
3.13.3.5	Índice de disponibilidade das máquinas (AF05).....	155
3.13.3.6	Eficiência da fábrica (AF06).....	156
3.13.4	Sistemática de elaboração do plano mestre de produção (PMP)	156
3.13.4.1	Técnicas de previsão das demandas (PM01).....	157
3.13.4.2	Relacionamento com clientes para obtenção da demanda (PM02).....	157
3.13.4.3	Poder de negociação junto aos clientes (PM03).....	158
3.13.4.4	Tecnologia para troca de informações com os clientes (PM04).....	159
3.13.4.5	Gestão da capacidade produtiva para o PMP (PM05)..	160
3.13.4.6	Nivelamento da carga de trabalho (PM06).....	160
3.13.4.7	Alinhamento entre demanda e produção (PM07).....	161
3.13.4.8	Postergamento (PM08).....	162
3.13.4.9	Nivelamento das vendas (PM09).....	162
3.13.4.10	Sistemática para o nivelamento da produção (PM10)...	163
3.13.4.11	Planejamento de vendas e operações (S&OP) (PM11).	164
3.13.4.12	Parcerias com clientes (PM12).....	164
3.13.4.13	Confiabilidade da previsão (PM13).....	165
3.13.4.14	Confiabilidade dos prazos de entrega (PM14).....	165
3.13.4.15	Giro dos estoques de produtos acabados (PM15).....	166
3.13.4.16	Nível de serviço do estoque de produtos acabados (PM16).....	166
3.13.4.17	Tamanho dos lotes (PM17).....	167
3.13.4.18	Variação da utilização da capacidade produtiva (PM18).....	167
4	ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DO MÉTODO	169
4.1	EMPRESA 1 (E1).....	169

4.1.1	Perfil da empresa.....	169
4.1.2	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E1.....	173
4.2	EMPRESA 2 (E2).....	178
4.2.1	Perfil da empresa.....	178
4.2.2	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E2.....	181
4.3	EMPRESA 3 (E3).....	187
4.3.1	Perfil da empresa.....	187
4.3.2	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E3.....	190
4.4	EMPRESA 4 (E4).....	195
4.4.1	Perfil da empresa.....	195
4.4.2	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E4.....	198
4.5	EMPRESAS E5, E6 E E7.....	205
4.5.1	Perfil da empresa.....	205
4.5.2	Empresa E5: resultados encontrados com o BME e BMPMP no setor d.e malharia.....	205
4.5.3	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E5 (malharia).....	208
4.5.4	Empresa E6: resultados encontrados com o BME e BMPMP no setor de beneficiamento.....	211
4.5.5	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E6 (beneficiamento).....	213
4.5.6	Resultados encontrados com o BME na manufatura < corte (E7.1) + estamperia (E7.2) + confecção (E7.3) > da Empresa (E7).....	219
4.5.6.1	Setor de corte (E7.1).....	219
4.5.6.2	Setor de estamperia (E7.2).....	220
4.5.6.3	Setor de confecção (E7.3).....	222
4.5.6.4	Resultados dos indicadores das variáveis encontrados com o BMPMP na manufatura (E7= E7.1+E7.2+E7.3)..	224
4.6	EMPRESA (E7).....	225
4.6.1	Análise da variável: flexibilidade dos recursos (FR)	225
4.6.2	Análise da variável: tempos envolvidos no processo (TP).....	226
4.6.3	Análise da variável: aspectos facilitadores (AF).....	227
4.6.4	Análise da sistemática para elaboração do plano mestre (PM) de produção na E7 (manufatura).....	228
4.6.5	Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na	

	E7 (manufatura).....	231
4.7	EMPRESA 8 (E8).....	238
4.7.1	Perfil da empresa.....	238
4.7.2	Considerações consolidadas sobre o diagnóstico do BMPMP da produção na E8.....	241
4.8	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS OITO APLICAÇÕES..	247
4.9	AVALIAÇÃO DA HIPÓTESE.....	252
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	257
	REFERÊNCIAS.....	261
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	273
	APÊNDICE A – Coleta de indicadores do BMPMP.....	275
	APÊNDICE B – Resultados das aplicações do método em cada processo avaliado, por variável.....	279
	ANEXO A – Coleta de indicadores BME.....	349

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A busca pela competitividade cada vez mais é um desafio para as organizações. Muitos são os modelos e técnicas que podem ser utilizados para aprimorar a gestão das empresas, de tal forma a propiciar ganhos de qualidade e produtividade.

Slack *et al.* (2009) enfatizam que todas as organizações devem buscar maior competitividade a partir do cumprimento de seus cinco objetivos de desempenhos básicos: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo - os quais apresentam interações e proporcionam inúmeras vantagens às organizações.

Nessa mesma linha de pensamento, Porter (2005) afirma que, para competir com eficácia neste ambiente “globalizado”, as empresas devem continuamente inovar e buscar aprimoramento contínuo das vantagens competitivas. Nesse contexto, a manufatura enxuta surge como uma importante ferramenta para a conquista da competitividade empresarial, através do enfoque sistemático de redução ou eliminação de desperdícios do processo produtivo.

Sendo hoje a manufatura reconhecidamente essencial para que a organização obtenha um alto desempenho e consiga atender prontamente os clientes, o Sistema Toyota de Produção (STP), cujo objetivo mais importante é aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e total de desperdícios, tem contribuído decisivamente para o sucesso de diferentes empresas (CORRÊA *et al.*, 2001; OHNO, 1997).

Segundo Antunes *et al.* (2008) esse ambiente competitivo está caracterizado, a partir dos anos 70, pelo seguinte:

- para as empresas tornarem-se competitivas necessitam produzir lotes cada vez menores e diversificados;
- é necessário atender, simultaneamente, uma gama diferenciada de produtos, mas com qualidade e atendimento dos prazos de entrega;
- é preciso que as fábricas atendam com rapidez às solicitações dos clientes em um ambiente de flutuação da demanda.

Ohno (1997) considera que o Sistema Toyota de Produção (STP) evoluiu da necessidade, uma vez que certas restrições de mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades com

demanda reduzida. Esta restrição aliada à crise do petróleo nos meados dos anos 70, fez com que os gerentes japoneses “acordassem”. Diante do exposto e notando a eficiência que a Toyota estava conseguindo com o combate à eliminação dos desperdícios, o STP começou a ser difundido nas indústrias. Essa difusão de pensamento resultou na criação de novos métodos de produção e administração, conseguindo, simultaneamente, produzir modelos em pequena escala e baixo custo.

Esse sistema de gestão da produção veio a ser caracterizado, na década de 90, como Manufatura ou Produção Enxuta, termo traduzido da expressão inglesa *lean manufacturing*. Esta definição, que consiste em produzir com o máximo de economia de recursos e mínimo de perdas, é atribuída a John Krafcik, pesquisador do *International Motor Vehicle Program* (IMVP). A comparação entre o desempenho da Toyota e da GM é apresentada na Tabela 1, onde torna clara a superioridade do STP (WOMACK *et al.*, 1992).

Tabela 1 - Comparação de desempenho entre GM e Toyota.

Indicador	GM	Toyota
Horas Brutas de Montagem p/ carro	40,7	18
Horas Líquidas de montagem p/carro	31	16
Defeitos de montagem p/100 carros	130	45
Espaço de montagem p/carro (m ²)	0,75	0,45
Estoque médio de peças	2 sem	2 hs

Fonte: Womack *et al.* (1992).

A produção enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP), modelo adotado na Toyota e estruturado por Taiichi Ohno, que foi vice-presidente da companhia, teve o conceito expandido para pensamento enxuto, que pode ser definida como:

A forma de se fazer cada vez mais com cada vez menos - menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de

oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam no tempo certo. (WOMACK; JONES, 2004, p.4).

O Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP, 2010, *on line*) define a manufatura enxuta (ME) como uma estratégia de produção baseada em um conjunto de práticas, oriundas do Sistema Toyota de Produção, cujo objetivo é melhorar continuamente o sistema produtivo por meio da eliminação dos desperdícios de todas as atividades que não agregam valor para os clientes. Uma dessas práticas é o nivelamento da produção.

A manufatura enxuta (ME) tem se tornado um novo paradigma produtivo, uma vez que possibilita que as operações da empresa melhor atendam, de uma forma econômica, às crescentes necessidades de competitividade impostas pelo mercado. De uma forma concisa, ela se propõe a aumentar a flexibilidade e eliminar os desperdícios do processo produtivo da empresa de forma contínua, em um processo identificado como *kaizen*.

1.1.1 Planejamento e controle da produção e a manufatura enxuta

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é constituído pelos níveis de planejamento de longo, médio e curto prazo. No longo prazo é estabelecido o Plano de Produção, no médio prazo o Plano Mestre de Produção (PMP) e no curto prazo a Programação das Operações. Um ponto chave para a produção enxuta é a forma como é estabelecido o planejamento mestre da produção, que resultará no PMP. Ele faz a ligação entre o planejamento estratégico da produção (longo prazo) e as atividades operacionais (curto prazo). O PMP define qual a quantidade de produtos acabados que deverá ser produzida no horizonte de médio prazo, normalmente semanal.

Nesse sentido, para a manufatura enxuta, é necessário que o Plano Mestre de Produção possibilite a produção de produtos acabados apenas de acordo as necessidades dos clientes em termos de prazo e quantidade, viabilizando o que se denomina de produção nivelada (TUBINO *et al.*, 2006).

Fujio Cho (*apud* LIKER, 2005, p.122) deixa clara a importância do nivelamento da produção para um fluxo enxuto:

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

Na Toyota, uma linha de produção deve estar apta para produzir variedades de produtos a cada dia, em sintonia com a variação da demanda do cliente, no lugar de produzir grandes lotes de um único tipo de produto. Assim, a produção é mantida na data certa e com inventário reduzido (MONDEN, 1984).

Pelo exposto, observa-se que o nivelamento da produção tem papel de relevância para que a produção enxuta possa se viabilizar, motivo pelo qual esta Tese se dedica a abordar esta questão. Nesse sentido, a seção seguinte justifica um estudo mais aprofundado sobre o assunto.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O tema Produção Enxuta / Sistema Toyota de Produção tem sido objeto de muitas publicações e estudos, por se tratar de uma abordagem que traz forte impacto no desempenho produtivo das organizações. Nesse sentido, uma questão que se destaca é como fazer a produção enxuta funcionar. O trabalho de Andrade (2006) traz uma contribuição para auxiliar nessa resposta ao propor um método que possibilite um diagnóstico do estágio, no qual a empresa se encontra em termos de produção enxuta, abordando uma série de variáveis relacionadas.

Já esta Tese, aborda um aspecto específico e de relevância para a manufatura enxuta que é o nivelamento da produção. É proposto um método que possibilita um diagnóstico do relacionamento entre

variáveis que influem no nivelamento da produção, possibilitando assim, que as empresas e o meio acadêmico possam dispor de um método objetivo para análise desse relacionamento.

Stevenson (2001) considera que no planejamento e controle da manufatura, existem cinco elementos particularmente importantes para a produção enxuta: carregamento nivelado, produção puxada, controles visuais, estreito relacionamento com os fornecedores e pequeno número de transações a processar.

Fernandes e Godinho Filho (2005) realizaram uma revisão bibliográfica (82 artigos) para contribuir com a literatura de manufatura enxuta e propor sugestões de pesquisas futuras na área. Os artigos analisados não abordam diretamente a questão do nivelamento da produção, embora se refiram, a assuntos relacionados, tais como: trabalho em fluxo contínuo/redução do tamanho do lote; trabalhar de acordo com o *takt time* e redução do tempo de ciclo, aspectos estes que os autores denominam de capacitadores da manufatura enxuta. Dentre os artigos pesquisados, 26,8% se refere a trabalho em fluxo contínuo/redução do lote, o que demonstra o interesse pelo tema ligado ao *heijunka*.

Pela pesquisa de Fernandes e Godinho Filho (2005), nota-se uma lacuna na abordagem do Planejamento e Controle da Produção para a manufatura enxuta e, em especial, para o planejamento mestre da produção, caracterizando o ineditismo dessa Tese.

O capítulo 2 desta Tese apresenta uma pesquisa realizada por este autor em trabalhos relacionados, a qual não identificou nenhum outro trabalho com a abordagem aqui proposta, o que denota seu ineditismo. Além disso, a complexidade do tema, em virtude das variáveis envolvidas no estabelecimento do *heijunka*, bem como a geração de um método de avaliação do plano nivelado da produção em sistemas enxutos, que são - como comentado na seção 1.1 -, de evidência na atualidade, demonstra a contribuição científica e a não trivialidade desta Tese.

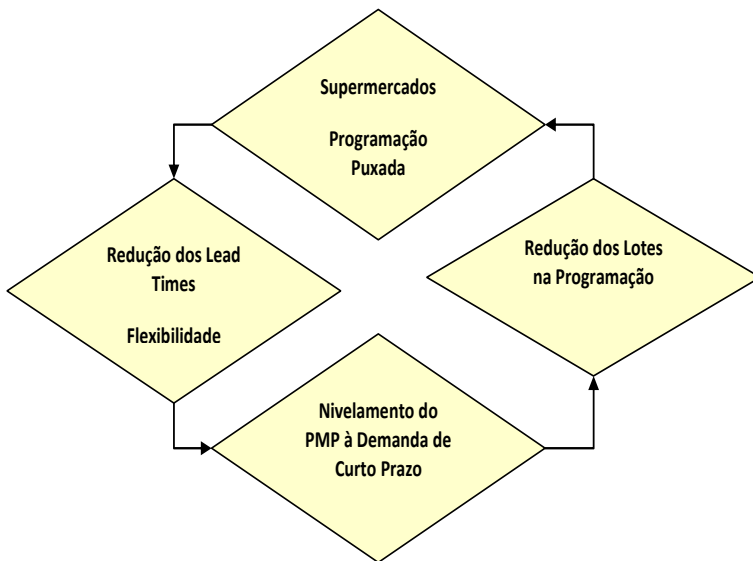
Esta servirá para contribuir com a geração de informações e de instrumentos que possibilitem uma maior eficácia na implementação da manufatura enxuta nas empresas, o que trará impactos positivos para sua competitividade.

1.3 PROBLEMA E HIPÓTESE DA PESQUISA

1.3.1 O problema da pesquisa

Uma questão que se coloca a partir das considerações dos tópicos anteriores, é como introduzir e incrementar a manufatura enxuta (ME) de tal forma que ela possibilite ganhos efetivos para a empresa. Para se concretizar a referida implantação, um ciclo “virtuoso”, que tem por base o planejamento mestre dos produtos acabados, ilustrado na figura 1, necessita ser operacionalizado: um plano mestre de produção de produtos acabados nivelado com a demanda, distribuído em pequenos tamanhos de lotes de fabricação, que se movimentam internamente pela fábrica, utilizando estoques em forma de supermercados entre as etapas, de forma puxada, com processos de produção flexíveis e com *lead times* cada vez menores que permitem, por sua vez, planos mestres cada vez mais nivelados com a demanda, fazendo com que o ciclo virtuoso continue rodando (TUBINO, 2007).

Figura 1 - Ciclo virtuoso da manufatura enxuta.



O nivelamento do Plano Mestre de Produção (PMP) com a demanda significa que a produção fica nivelada em volume e em combinação (*mix*) de produtos. A empresa não produz de acordo com o fluxo real de pedidos, que pode ser inviável pelas variações de demanda para mais e para menos, que podem acontecer, mas consegue distribuir o volume total de pedidos em um período e nivela-o para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia (LIKER, 2005)

Um aspecto relevante dentro desse contexto se refere como as empresas vêm fazendo seu planejamento mestre de forma a suportar a ME dentro deste ciclo virtuoso, e como este plano mestre está relacionado com esta sequência de eventos colocadas no ciclo da ME. Essa sistemática é denominada produção nivelada, ou *heijunka*, em japonês.

Assim sendo, esta pesquisa tem como problema central responder à seguinte pergunta: Como as empresas que buscam a implementação da manufatura enxuta vêm operacionalizando seu Planejamento Mestre da Produção?

O problema desta pesquisa foi definido por este pesquisador a partir da constatação já existente na literatura especializada, que coloca o nivelamento do plano mestre de produção como um dos requisitos de grande relevância para a consolidação da manufatura enxuta, o que pode ser verificado em Slack *et al.* (2002), Slack *et al.* (2008), Monden (1984), Liker (2005), além de vários outros que constam na pesquisa bibliográfica do capítulo 2.

Este problema atende ao aspecto valorização relatado por Lakatos e Marconi (2007), por atender aos seguintes requisitos:

- Viabilidade: a pesquisa proposta, por meio da utilização do instrumento de pesquisa, possibilitará o diagnóstico da forma como as empresas operacionalizam seu planejamento mestre, a fim de verificar sua aderência à manufatura enxuta;
- Relevância: a questão levantada torna-se relevante na medida em que as pesquisas realizadas sobre manufatura enxuta não abordam a forma de operacionalização do planejamento mestre como um aspecto decisivo para a produção enxuta, a partir da manipulação das variáveis que influenciam no nivelamento da produção, trazendo assim conhecimentos novos;
- Novidade: essa abordagem é considerada nova, por tratar de um aspecto não explorado pelas pesquisas até então realizadas;

- Exequibilidade: as conclusões da pesquisa foram testadas por meio da aplicação do instrumental metodológico proposto em oito processos produtivos;
- Oportunidade: a resposta a este problema irá colaborar com o conhecimento científico, uma vez que trará novas informações para o entendimento do impacto do planejamento mestre na manufatura enxuta.

1.3.2 Formulação da hipótese

A literatura disponível no Brasil e no mundo relatam as melhorias que são obtidas com a utilização de ferramentas da manufatura enxuta. Uma das premissas se refere à utilização de um plano mestre de produção nivelado, que atenda às demandas *just in time* dos clientes, sem a conseqüente geração de estoques.

A partir dessa constatação, esta pesquisa possui a seguinte hipótese: as empresas que utilizam a manufatura *lean* adotam o nivelamento do plano mestre de produção para dar suporte a essa implementação.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Geral

Esta pesquisa objetiva analisar a influência do planejamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta.

1.4.2 Específicos

- Evidenciar, por meio de pesquisa bibliográfica, o relacionamento entre o plano mestre de produção, tamanho do lote de fabricação, dimensionamento dos supermercados, flexibilidade produtiva e técnicas para redução do *lead time* produtivo, além de outros temas pertinentes, sob a ótica da manufatura enxuta;
- Identificar as variáveis que influenciam o nivelamento da produção;
- Construir um instrumental metodológico (método) que permita realizar um diagnóstico para caracterizar as relações entre o planejamento mestre da produção e a manufatura

enxuta, bem como as variáveis envolvidas neste relacionamento;

- Aplicar o diagnóstico em empresas que têm iniciativas de implantação da manufatura enxuta, utilizando o método desenvolvido, a fim de testar o instrumento metodológico e, por consequência, propiciar o estudo das relações entre o plano mestre de produção e a manufatura enxuta.
- Propor um plano de ação para as empresas participantes da pesquisa.

1.5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O método de diagnóstico proposto nesta Tese foi testado em oito processos produtivos para evidenciar sua capacidade de gerar os resultados previstos. A aplicação em oito processos tem como objetivo maior o teste do método e não o estudo dos múltiplos casos em si. Nesse sentido, os resultados obtidos junto às empresas que participaram não podem ser generalizados como representativos da população de empresas que utilizam a manufatura enxuta.

Outra limitação se refere à utilização do modelo desenvolvido poder ser aplicado apenas em empresas industriais, não se adequando a empresas de serviços que façam uso da produção enxuta. Esta limitação se justifica em virtude da necessidade do modelo desenvolvido focar em um ambiente de produção de produtos, a fim de não dificultar a compreensão e análise dos dados obtidos, que poderiam ser muito amplos se envolvessem a produção de serviços.

Uma limitação também foi a disponibilidade das empresas em aceitarem participar da pesquisa, em virtude do tempo necessário pela equipe da empresa para responder ao questionário e para participar na reunião de consenso. Isso fez com que as empresas pesquisadas fossem aquelas que aceitassem participar, não as que necessariamente têm, na visão deste pesquisador, a manufatura enxuta atuando de forma mais evoluída. Entretanto, embora isso seja uma limitação, não invalida os resultados obtidos como poderá ser verificado nos resultados apresentados.

A quantidade de perguntas que compõe o questionário de pesquisa precisou ser reduzida a um número que não se tornasse muito cansativo para as empresas, procurando-se equilibrar o nível de confiabilidade das respostas dadas, notadamente quando o que se deseja

saber envolve algum nível de profundidade, com os objetivos da pesquisa.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além deste capítulo introdutório, o trabalho possui mais quatro capítulos. O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica acerca de manufatura enxuta, planejamento mestre e nivelamento da produção em ambientes *lean*, enfatizando as variáveis envolvidas. Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica a partir de livros, no sentido de dar a base conceitual necessária para a compreensão do assunto. Em um segundo momento, foram apresentadas e comentadas as teses, dissertações e os artigos científicos nacionais e internacionais relacionados ao tema desta Tese, no sentido de evidenciar seu ineditismo e relevância, bem como para conhecer a produção científica que já foi gerada em temas relacionados.

O capítulo 3 apresenta a metodologia de pesquisa utilizada e o modelo de diagnóstico para caracterizar as relações entre o planejamento mestre da produção e a manufatura enxuta, bem como as variáveis envolvidas nesse relacionamento.

O capítulo 4 traz os resultados das aplicações nos oito processos, que possibilitaram os diagnósticos pertinentes para cada empresa pesquisada e propostas de melhoria por meio de planos de ação. Além disso, a análise conjunta de todas as aplicações possibilitou a avaliação da hipótese estabelecida.

O capítulo 5 é constituído pelas conclusões da Tese, onde são evidenciados que os objetivos propostos foram atendidos e também são recomendados trabalhos futuros de pesquisa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema desta Tese. Foram pesquisados na literatura especializada os assuntos: Estratégia de Produção; Sistema Toyota de Produção/Produção Enxuta; Manufatura *Just in Time* (JIT); Práticas, Técnicas e Ferramentas da Produção Enxuta; Planejamento e Controle da Produção (PCP) para manufatura enxuta, com ênfase no Planejamento Mestre da Produção, Nivelamento da Produção (*Heijunka*) e *Benchmarking*. A seção que trata das práticas, técnicas e ferramentas *lean*, foi escrita a partir de uma pesquisa bibliográfica que procurou identificar o que é prescrito e aplicado pelas organizações para a implementação da manufatura enxuta. Procurou-se partir de uma abordagem ampla do Sistema Toyota de Produção e seus aspectos estratégicos e depois ir aprofundando nos temas centrais desta Tese.

Neste trabalho, são utilizadas de forma indistinta as expressões produção enxuta ou manufatura enxuta, bem como seus correspondentes em língua inglesa, *lean production* e *lean manufacturing*, respectivamente, que têm aqui o mesmo significado. Essas expressões são usadas conforme a abordagem de cada autor pesquisado.

2.1 DECISÕES ESTRATÉGICAS NO ÂMBITO DA PRODUÇÃO

A partir da definição da missão/visão corporativa, existem três níveis hierárquicos dentro de uma empresa onde se encontram estratégias de planejamento: o nível corporativo; o nível da unidade de negócios; e o nível funcional (TURBINO, 2007):

- Nível Corporativo: define estratégias globais, a estratégia corporativa, apontando as áreas de negócios nas quais a empresa irá participar e a organização e distribuição dos recursos para cada uma dessas áreas ao longo do tempo, com decisões que não podem ser descentralizadas.

- Nível da Unidade de Negócios: é uma subdivisão do nível corporativo, no caso da empresa atuar com unidades de negócios semi-autônomas. Cada unidade de negócios terá uma estratégia de negócios, também chamada de estratégia competitiva, definindo como o seu negócio compete no mercado, o desempenho esperado, e as estratégias que deverão ser conduzidas pelas áreas operacionais para sustentar tal posição.

- Nível Funcional: nesse nível, estarão associadas às políticas de operação das diversas áreas funcionais da empresa, consolidando as estratégias corporativas e competitivas.

Uma estratégia produtiva consiste na definição de um conjunto de políticas, no âmbito da função produção, que dá sustento à posição competitiva da unidade de negócios da empresa. A estratégia produtiva deve especificar como a produção irá suportar a vantagem competitiva, e como ela irá complementar e apoiar as demais estratégias funcionais (TUBINO, 2007).

As prioridades competitivas significam as competências que as organizações precisam priorizar para que obtenham as vantagens estratégicas competitivas desejadas. Elas foram enunciadas por vários autores, conforme consta no Quadro 1 (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Quadro 1 - Alguns autores e as prioridades competitivas consideradas.

AUTORES	PRIORIDADES COMPETITIVAS
Wheelwright	Qualidade, confiabilidade, custo, flexibilidade.
Skinner	Custo, entrega, qualidade, serviço confiável, flexibilidade de produto, flexibilidade de volume, investimento.
Swamidass	Flexibilidade, entrega, qualidade, custo, introdução de produtos.
Leong	Qualidade, entrega, custo unitário, flexibilidade, inovação.
Slack	Qualidade, velocidade, custo, flexibilidade, confiabilidade.

FONTE: Martins e Laugeni (2006, p.211).

Slack (1993) mostra-nos uma abordagem ampla e mais recente, e considera que a vantagem competitiva em manufatura significa “fazer melhor”. Apresenta cinco objetivos de desempenho, com as correspondentes vantagens competitivas: fazer certo – vantagem em qualidade; fazer rápido – vantagem em velocidade; fazer pontualmente - vantagem em confiabilidade; mudar o que está sendo feito – vantagem em flexibilidade; fazer barato – vantagem em custo.

Slack *et al.* (2002) consideram que, a partir das vantagens competitivas almejadas pela organização, decisões precisam ser tomadas para que os níveis de desempenho desejados sejam alcançados. Entre as

diversas possibilidades podem estar: o aumento da capacidade de produção; mudanças no arranjo físico; na localização da empresa; uma maior ou menor verticalização; programas de qualidade; relacionamento com fornecedores; monitoramento do desempenho por meio de indicadores etc.

É importante que essas decisões estejam alinhadas com as vantagens competitivas estabelecidas, a fim de procurar otimizar os resultados desejados, ou seja, se uma organização tem no prazo de entrega um critério competitivo para o segmento de mercado onde ela atua.

As decisões no âmbito da produção devem ser compatíveis com essa necessidade, investindo, por exemplo, em um arranjo físico que lhe possibilite maior rapidez, em políticas de entrega *just-in-time* com os fornecedores, ou ainda mapeando o processo produtivo buscando eliminar atividades que agregam tempo e custo, mas que não agregam valor.

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Monden (1984) considera que o Sistema Toyota de Produção (STP) é um método racional de fabricar produtos pela completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o objetivo de reduzir custos. A ideia básica nesse sistema é produzir os tipos e unidades necessárias, no tempo necessário e na quantidade necessária.

Contudo, embora a redução de custos seja a meta mais importante do sistema, tem que alcançar três outras submetas em ordem, para garantir seu objetivo original. Elas incluem:

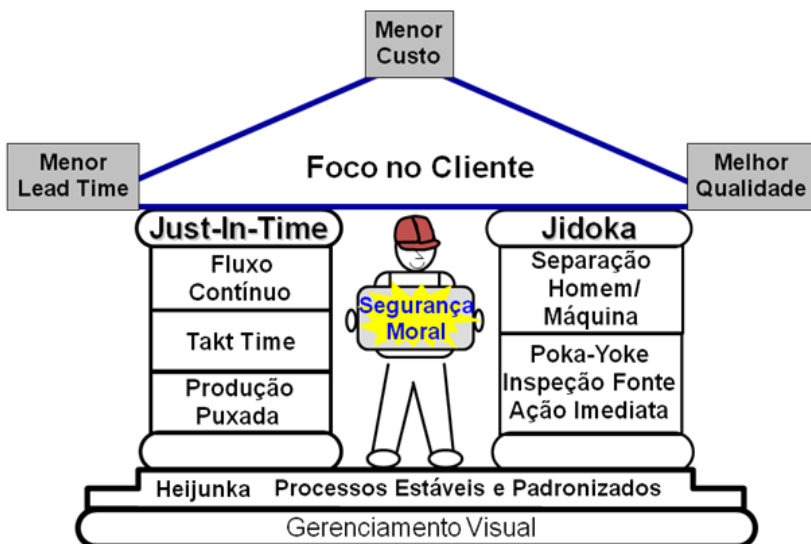
- Controle de quantidade, que envolve a capacidade do sistema em adaptar-se às flutuações diárias e mensais da demanda em termos de quantidade e variedades;
- Qualidade assegurada, o que garante que cada processo será suprido somente com unidades boas para os processos subsequentes;
- Respeito à condição humana, o qual deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza o recurso humano para atingir seus objetivos de custos.

Monden (1984) considera ainda que essas três metas não podem existir de forma independente sem se influenciarem uma com a outra, ou com a meta original de redução de custos. Esta é a característica

principal do Sistema Toyota de Produção, onde a primeira meta não pode ser obtida sem a realização das submetas e vice-versa.

Ohno (1997), Liker (2005), Ghinato (2000), Slack *et al.* (2002), Monden (1984) e Slack *et al.* (2008) consideram que a base do Sistema Toyota de Produção é a eliminação do desperdício e que os dois pilares necessários à sustentação do sistema são o *just in time* e a autonomia ou *jidoca*, conforme mostra a “casa do STP”, na figura 2.

Figura 2 - O Sistema Toyota de Produção.



FONTE: Adaptado de Liker (2005) e Ghinato (2000).

Just-in-time (JIT), basicamente, significa produzir as unidades necessárias, em quantidades necessárias, no tempo necessário. Autonomia (*Jidoca*) representa o controle autônomo de defeitos. Ela apóia o JIT por dificultar que unidades defeituosas de um processo possam seguir o fluxo e atrapalharem um processo seguinte (MONDEN, 1984).

Para Slack *et al.* (2002), Slack *et al.* (2008), Ohno (1997), Monden (1984) e Liker (2005), o *Just in Time* (JIT) é a movimentação rápida e coordenada de componentes pelo sistema de produção e da

cadeia de suprimentos para atender a demanda do consumidor. O JIT é operacionalizado por meio do *heijunka* (fluxo nivelado e suave de materiais), *kanban* (sinalização para o processo anterior de quais componentes são necessários) e *nagare* (planejamento de processo para obter um fluxo mais suave de componentes por meio do processo de produção). O *Jidoka* é a humanização da interface entre operador e máquina.

O *Jidoka* é operacionalizado por meio de mecanismos à prova de falhas ou *poka-yoke*, autonomia para parar a linha de produção, ou *jidoka* humano, e controle visual, que faz com que seja possível o operador perceber visualmente e de forma fácil a situação dos processos produtivos e seus respectivos padrões de processo.

Para Liker (2005) e Ghinato (2000), a “casa” só é forte se o telhado, as colunas e as fundações forem fortes. Uma conexão fraca fragiliza todo o sistema. Ela começa com as metas de menor custo, menor *lead time* e melhor qualidade. É sustentada pelo *just in time* e pela autonomia, e tem no seu centro a importância de manter e aprimorar a segurança e moral dos funcionários. Na base está o nivelamento da produção (*heijunka*), a estabilidade, a padronização dos processos e o gerenciamento visual. Um aspecto relevante nessa “casa” é como os elementos reforçam um aos outros. A “casa” procura evidenciar que o STP não é apenas um conjunto de ferramentas enxutas, e sim um sistema no qual todas as partes (ferramentas/técnicas) contribuem com o todo.

2.2.1 Desperdícios nos sistemas de produção

O sistema fordista de produção em massa caracteriza-se pela superprodução e pela geração de *muda*. *Muda* é uma palavra em japonês que significa tudo aquilo que absorve recursos, porém não gera valor, ou seja, desperdício está sendo gerado. O mercado consumidor mudou. Necessitam-se agora de pequenas quantidades de uma grande variedade de produtos. Com essa mudança, a produção em massa passou a não mais atender aos novos padrões competitivos (WOMACK; JONES, 2004).

Valor, que é o ponto essencial da produção enxuta, significa a capacidade de oferecer um produto/serviço no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente. A base da produção enxuta é, uma vez eliminados os desperdícios, reduzir os custos de produção e maximizar a satisfação do cliente, ou seja, do valor agregado (WOMACK; JONES, 2004; DAVIS *et al.*, 2001).

Segundo Hines e Taylor (2000) as atividades que acontecem nas operações de uma organização podem ser assim classificadas como:

- Atividades com adição de valor: são atividades que, na visão do cliente, valorizam o produto/serviço e que acrescentam características que são a razão de seu consumo;
- Atividade sem adição de valor: são atividades que, na visão do cliente, não valorizam um produto/serviço e que não acrescentam características necessárias a ele;
- Atividades necessárias sem adição de valor: são atividades que, na visão do cliente, não valorizam um produto/serviço e que não acrescentam características necessárias a ele, mas estão presentes, por limitações atuais do processo de transformação, como por exemplo, a necessidade de fazer uma inspeção nas peças produzidas por determinada máquina porque ela é muito antiga e não confiável. Para que a inspeção não ocorresse, seria preciso um vultoso investimento, o que não é possível a curto prazo.

Em um fluxo logístico, o percentual entre o tempo das três atividades e o tempo total das operações (taxa de valor agregado) de uma empresa que não seja de classe mundial é: 5% para atividade com adição de valor; 60% para atividade sem adição de valor; 35% para atividade sem adição de valor, porém necessária. Isso indica que há uma grande possibilidade de melhoria das empresas através da remoção de suas perdas (HINES; TAYLOR, 2000).

Ohno (1997), Liker (2005), Correa *et al.* (2001), Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004) e Tubino (1999) estabelecem como passo preliminar para a aplicação do Sistema Toyota de Produção a identificação e eliminação dos desperdícios, que foram assim identificados: de superprodução de mercadorias desnecessárias; de espera, dos funcionários pelo equipamento 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.

Liker (2005) acrescenta uma oitava perda, que ele considera um dos maiores desperdícios, que consiste em não utilizar a criatividade das pessoas que trabalham na organização. O autor considera que o modelo Toyota é constituído por 14 princípios, organizados em quatro

categorias amplas, que representam os quatro “Ps” da Toyota – Filosofia, Processo, Pessoal/Parceiros e Solução de Problemas.

Categoria 1: Filosofia de longo prazo

- Princípio 1: basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo se for de encontro às metas financeiras de curto prazo. Isso significa disseminar na empresa que há objetivos mais importantes para a organização que ganhar dinheiro a curto prazo, uma vez que a ênfase filosófica é melhorar cada vez mais. Este princípio envolve também gerar valor para o cliente, a sociedade e a economia. Cada funcionário precisa estar ciente de sua responsabilidade nesse processo.

Categoria 2: O processo certo produzirá os resultados certos

- Princípio 2: criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona. Os processos precisam estar estruturados para gerar valor para o cliente. Os eventuais problemas devem ser rapidamente identificados e removidos.

- Princípio 3: usar sistemas puxados para evitar a superprodução. Os clientes devem receber os produtos que desejam, na quantidade e no momento certo. O reabastecimento dos produtos deve ser feito em função do consumo, de acordo com uma sistemática JIT.

- Princípio 4: nivelar a carga de trabalho (*heijunka*). A eliminação das perdas é cerca de um terço do caminho para alcançar a produção enxuta. A eliminação da sobrecarga nas pessoas e nos equipamentos e da instabilidade no programa de produção também é relevante. Deve haver um esforço para nivelar a carga de trabalho de todos os processos no lugar das discontinuidades típicas do trabalho em lotes.

- Princípio 5: construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade desde a primeira vez. É necessário que sejam utilizadas técnicas para a garantia da qualidade e para rápida detecção e prevenção de defeitos, tais como dispositivos *poka-yoke*. Deve haver uma filosofia de diminuir o ritmo de produção até que o nível de qualidade esperado seja obtido.

- Princípio 6: tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e a capacitação dos funcionários. Usar métodos estáveis que podem ser repetidos em toda organização para manter a previsibilidade, a regularidade do tempo e dos processos. Isso é a base para o fluxo e a

produção puxada. Utilizar o conhecimento acumulado dos funcionários para estabelecer a padronização das melhores práticas.

- Princípio 7: usar controle visual para que nenhum problema fique oculto. Utilizar a gestão à vista, de tal forma que todos possam conhecer, por meio de indicadores no próprio local de trabalho, se o andamento dos processos, principalmente daqueles que ele participa, estão dentro do esperado, bem como avaliar a evolução dos mesmos.

- Princípio 8: usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos. A tecnologia deve ser utilizada para auxiliar as pessoas e para contribuir para o alcance dos objetivos dos processos enxutos.

Categoria 3: Valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros

- Princípio 9: desenvolver líderes que compreendam o trabalho de forma completa, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros. Desenvolver líderes, buscando-os dentro da própria empresa, que sirvam de exemplo e que entendam o trabalho e a filosofia da organização, de tal forma a poder ensinar aos outros funcionários.

- Princípio 10: desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa. Criar uma cultura forte e estável, compartilhando os valores e crenças em toda a organização. Estimular o trabalho em equipe e capacitar todos na organização para que possam obter resultados superiores em qualidade e produtividade.

- Princípio 11: respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar. Os fornecedores e parceiros devem ser vistos como aliados da empresa em busca da melhoria de ambas as partes.

Categoria 4: Solução contínua de problemas na origem estimula a aprendizagem organizacional

- Princípio 12: ver por si mesmo para compreender completamente a situação. Os administradores precisam conhecer pessoalmente a situação verificando no próprio local onde ela acontece, a fim de conhecê-la claramente com o nível de detalhe adequado.

- Princípio 13: tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez. Discutir com as pessoas envolvidas a fim conhecer as melhores

alternativas e escolher a mais adequada. Embora o consenso seja um processo demorado, uma vez que a decisão é tomada, ela deve ser implementada de forma rápida.

- Princípio 14: torne-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável e da melhoria contínua. Quando uma rotina for estabelecida, buscar ferramentas de melhoria contínua para o aperfeiçoamento permanente dos processos. Aprender com os projetos já executados a fim de padronizar as melhores práticas e evitar a repetição de eventuais erros.

2.3 PRODUÇÃO ENXUTA (*LEAN PRODUCTION*)

Womack *et al.* (1992) propuseram a expressão produção enxuta (*lean production*), que consiste em produzir com o máximo de economia de recursos, para representar a forma de produção desenvolvida na Toyota.

Em um segundo momento, Womack e Jones (2004) ampliaram a abordagem e incorporam o conceito de mentalidade enxuta (*lean thinking*), que, mais do que uma técnica, significa uma filosofia que requer menores “*lead times*” para entregar produtos e serviços com elevada qualidade e baixo custos, através da melhoria do fluxo produtivo, por meio da eliminação dos desperdícios no fluxo de valor.

Essa definição encontra forte semelhança com o pensamento original de Ohno (1997, p.xi), quando ele se referiu ao que estava sendo feito na Toyota:

Tudo que estamos fazendo agora é olhar a linha do tempo [...] do momento que o freguês nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor.

Para Dennis (2008), a produção enxuta significa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos máquinas, menos material, fornecendo aos clientes o que eles desejam.

A produção enxuta representa um novo paradigma em termos de sistema produtivo capaz de proporcionar elevados níveis de produtividade e qualidade, por meio da eliminação dos desperdícios que ocorrem no processo produtivo (LIKER, 2005).

Para Womack e Jones (2004), o ponto essencial para o sistema de produção enxuta é o valor que o cliente final dá ao produto ou serviço, porém poucas empresas promovem agressivamente essa definição de valor.

A Mentalidade Enxuta (*lean thinking*) é uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos. Para que isso seja possível, é necessária a utilização de seus princípios: especificar o valor; identificar a cadeia de valor; fluxo; produção puxada e perfeição. Esses princípios são explicados da seguinte forma (WOMACK; JONES, 2004):

a) Especifique o valor: o valor, na mentalidade enxuta, significa determinar o quanto cada consumidor está disposto a aceitar ou pagar pelo produto final. O valor é algo que atende diretamente às necessidades específicas e locais dos clientes. Vem à tona a pergunta: Será que estão sendo atendidas somente as necessidades básicas dos consumidores ou coisas desnecessárias estão sendo alocadas ao produto? Na realidade cabe ao produtor repensar todo o produto, colhendo dados, realizando pesquisas, buscando dessa maneira, melhorar o que o produto oferece;

b) A cadeia de valor: uma vez definido o valor do produto, torna-se necessário eliminar todas as etapas produtivas de um determinado processo que não gerem valor. Consiste em eliminar “muda” durante toda a fase de transformação do produto. Baseia-se em mapear todas as cadeias de valor que identifique as ações necessárias para produzir um produto específico e dividi-los em três categorias: aqueles que realmente criam valor; aqueles que não criam valor, mas são necessários para os sistemas de desenvolvimento do produto, atendimento de produtos ou produção (“muda” tipo um) e, portanto, ainda não podem ser eliminadas; ações que não criam valor conforme percebido pelo cliente (“muda” tipo dois) e assim, podem ser eliminados imediatamente;

c) Fluxo: fluxo significa analisar toda a cadeia de valor pelo qual um produto deve ser submetido. A ideia básica é eliminar desperdícios, tais como estoque, que por sua vez gera esforço humano desnecessário, desperdício de tempo e requerimento de espaços maiores para que a produção funcione;

d) Produção Puxada: trata de saber o que o cliente necessita para em seguida iniciar o processo de produção. A partir da necessidade inicial do cliente os setores produtivos envolvidos são acionados somente no momento necessário (*just-in-time*), chegando até a área de compras, que acionará o fornecedor no momento certo. Para que tal ocorra, todas as fronteiras de comunicação com os clientes têm que ser destruídas e mais do que nunca os processos têm que fluir;

e) Perfeição: quando se fala de eliminar desperdícios, começa-se por uma atividade que seja muito importante no processo, ou seja, que seja propício a eliminar muitos desperdícios. Incluem-se também nesse princípio o *kaikaku*, ou melhoria radical. Depois de ter eliminado alguns dos desperdícios, caminha-se para atingir outras atividades dentro da empresa. Com isso, tem-se que a empresa eliminou diversos tipos de “muda” e o objetivo agora é ir em busca de eliminar mais desperdícios, implantando desta maneira a filosofia de melhoria contínua, almejando assim a perfeição. Uma filosofia que prevê este tipo de tratamento é o *kaizen*.

Slack *et al.* (2008, p.370) utilizam o termo sincronização enxuta, o qual:

Objetiva atender a demanda instantaneamente, com perfeita qualidade e nenhuma perda – o que também poderia ser usada para descrever o conceito geral de *lean* ou *just-in-time*. O conceito enxuto enfatiza a eliminação de perdas, enquanto o *just-in-time* enfatiza a idéia de produzir itens somente quando eles são necessários. Mas os três conceitos se sobrepõem muito e nenhuma definição carrega totalmente todas as implicações para a prática de operações.

Para Slack *et al.* (2008), são três as barreiras para realizar a sincronização enxuta: reduzir perdas, envolver todos e adotar a melhoria contínua – *kaizen*. A “essência” da sincronização enxuta são as técnicas JIT para eliminar as perdas: enxugar o fluxo, atender exatamente a demanda, aumentar a flexibilidade do processo e reduzir os efeitos da variabilidade.

2.3.1 Manufatura *just in time*

São muitas as definições de *just in time* que podem ser encontradas na literatura, as quais possuem muitas semelhanças, tanto no aspecto filosófico como operacional. Entretanto, uma definição mais completa é a do *American Production and Inventory Control Society* (APICS) *Dictionary*, que define JIT como:

Uma filosofia de manufatura que se baseia na eliminação planejada de todo desperdício e na

melhoria contínua da produtividade. Ela envolve a execução bem-sucedida de todas as atividades de manufatura necessárias para produzir um produto final, da engenharia de projetos à entrega e inclusão de todos os estados de transformação da matéria-prima em diante. Os elementos principais do *just-in-time* são a manutenção somente dos estoques necessários quando preciso; melhorar a qualidade até atingir um nível zero de defeitos; reduzir *lead times* ao reduzir os tempos de preparação, comprimentos de fila e tamanho de lote; revisar incrementalmente as próprias operações; e realizar essas coisas a um custo mínimo. Num sentido mais amplo, aplica-se a todas as formas de manufatura, *job shops* e processos, bem como à manufatura repetitiva (*apud* GAITHER; FRAZIER, 2004, p.405).

O tamanho ideal do lote no JIT é de apenas uma unidade, o que encontra sérias resistências de caráter prático para sua viabilidade, em virtude dos tempos de *setup* ou de máquinas que não foram projetadas para produzirem, de forma econômica, pequenos lotes. Entretanto, a meta é que esse tamanho do lote seja reduzido ao menor tamanho possível. Isso é buscado tanto nos processos de produção internos quanto no fornecimento externo de materiais. Os lotes pequenos trazem benefícios em termos dos menores custos de manutenção dos estoques e na economia de espaço, além dos efeitos na qualidade dos produtos, uma vez que os lotes menores tornam mais visíveis as eventuais não conformidades, que, com lotes maiores, ficariam “escondidas” (STEVENSON, 2001).

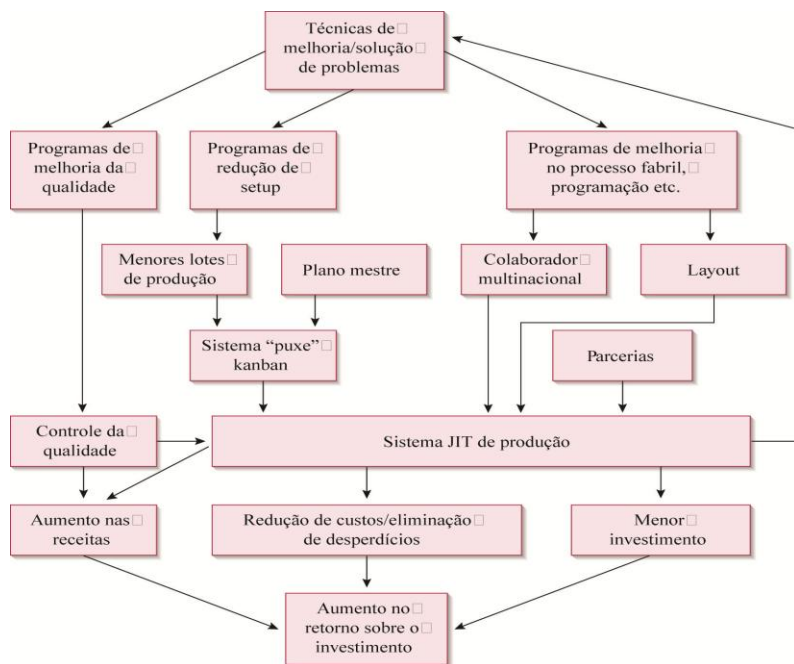
Os pequenos lotes também permitem uma maior flexibilidade de programação. Se é necessário fabricar três produtos, em um sistema tradicional de produção, seriam produzidos de forma completa todo o lote de cada um dos produtos com um tempo considerável para a produção de cada um deles, de uma forma sequencial. Já com a flexibilidade do JIT, poderiam ser produzidos os três produtos em lotes menores, apenas nas quantidades efetivamente demandadas para esses produtos naquele momento. Um pré-requisito para que isso seja possível, de forma economicamente viável, é obter-se baixos tempos de *setup* (STEVENSON, 2001).

Corrêa *et al.* (2001) consideram que, possivelmente, a principal característica do JIT seja a de “puxar” a produção ao longo do processo

de acordo com a demanda. Nesse sistema “puxado”, o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo, que, quando necessário, envia um sinal (que funciona como uma “ordem de produção”) à operação fornecedora para que esta dispare a produção e a abasteça. Se um sinal não é enviado, a operação não é disparada. Já os sistemas tradicionais, tal como o *Material Requirement Planning* (MRP), “empurram” a produção, desde a compra de matérias-primas e componentes até o estoque de produtos acabados, sem a necessidade de a unidade à frente estar ou não precisando daqueles itens no momento.

O JIT é um sistema que procura atacar as causas dos desperdícios, tais como o elevado tempo de *setup* e de índice de defeitos, e toma ações para que eles não voltem a acontecer, contrariamente aos sistemas tradicionais que os consideram como inerentes ao processo (STEVENSON, 2001).

Figura 3 - Interação de fatores para o JIT.

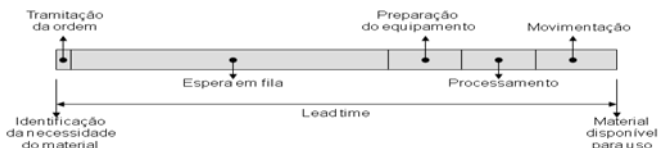


FONTE: Adaptado de Schonberger, 1982 (apud MARTINS; LAUGENI, 2006, p. 407).

Para Martins e Laugeni (2006) o JIT afeta praticamente todos os aspectos da operação de uma fábrica: tamanho dos lotes, programação, qualidade, *layout*, fornecedores, relações trabalhistas e muitos outros. Essas interações de fatores podem ser observadas na figura 3.

A obtenção da flexibilidade que o JIT requer, de tal forma a adaptar-se de forma mais ágil às flutuações de curto prazo da demanda, nivelando a produção, torna imperativo que o *lead time* seja reduzido. O *lead time* é o tempo decorrido desde a emissão da ordem de produção até o instante em que os produtos decorrentes estejam disponíveis para uso. Em geral, esse tempo é composto pelos seguintes elementos: tempo de tramitação da ordem de produção; tempo de espera em fila; tempo de preparação da máquina; tempo de processamento e tempo de movimentação. Essa composição do *lead time* está na figura 4 (CORRÊA; CORRÊA, 2004; MONDEN, 1984; TUBINO, 1999).

Figura 4 - A composição do *lead time*.



FONTE: Corrêa e Corrêa (2004, p. 622).

A redução desses tempos pode ser feita a partir das ações listadas a seguir (MARTINS; LAUGENI, 2006):

- Tempo de tramitação da ordem: no JIT o sistema de liberação de ordens está no nível da fábrica, sendo extremamente ágil, podendo utilizar o *kanban* ou outro meio de fácil comunicação, reduzindo bastante esse tempo, diferente de sistemas centralizados, tal como o MRP II;
- Tempo de espera em fila: o tempo que uma ordem de produção deve esperar em fila é resultante da soma dos tempos de preparação de máquina e processamento de cada uma das ordens que serão executadas anteriormente a esta. Para diminuir

o tempo de fila, os tamanhos dos lotes de produção e os tempos de *setup* devem ser reduzidos. Além disso, um eficaz balanceamento fará com que não haja esperas e formações de estoques entre os postos de trabalho, e a adoção de uma sistemática de puxar a produção, para que seja enviada às unidades produtivas posteriores apenas a quantidade necessária e no momento necessário, tornarão o tempo de fila menor;

- Tempo de preparação do equipamento: devem ser utilizadas técnicas para possibilitar a Troca Rápida de Ferramentas (TRF);
- Tempo de processamento: utilizar esse tempo de forma a otimizá-lo, sem erros, já que são os únicos que podem agregar valor;
- Tempo de movimentação: esse tempo é reduzido com a utilização do *layout* celular, uma vez que esse arranjo físico diminui as distâncias a serem percorridas. A utilização de pequenos lotes também facilita a movimentação.

2.4 PRÁTICAS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA A PRODUÇÃO ENXUTA

Para que a produção enxuta seja possível são utilizadas práticas, técnicas e ferramentas, as quais foram reunidas e são explanadas nos tópicos seguintes, a partir da visão de vários autores.

a) Práticas básicas de trabalho:

As práticas básicas de trabalho formam a preparação básica para a organização de seus funcionários e são fundamentais na implementação da produção enxuta. Essas práticas são apresentadas nos tópicos seguintes (SLACK *et al.*, 2002).

a.1) Disciplina:

Disciplina significa obediência aos padrões de trabalho estabelecidos pela empresa. Nesse sentido, uma ferramenta útil para que a produção enxuta seja concretizada são os 5s: *Seiri* (organização); *Seiton* (arrumação); *Seiso* (limpeza); *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina). Essa ferramenta surge com a necessidade de criar um ambiente de trabalho adequado para o controle visual e para a produção enxuta (WOMACK; JONES, 2004; LIKER, 2005; SLACK *et al.*, 2002).

a.2) Flexibilidade:

Deve ser enfatizada a flexibilidade das pessoas e dos processos que compõem a organização, em todos os níveis. A utilização de funcionários flexíveis permite uma mais fácil adaptação às mudanças necessárias nos centros produtivos em virtude de alterações na demanda (CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

A Toyota desenvolveu um sistema de rotação de trabalhadores baseado em células de manufatura. Estas se baseiam no princípio de que todos os trabalhadores de uma mesma célula são capazes de executar todas as operações que a compõem, em máquina ou não (IIDA, 2005).

A célula de produção facilita a multifuncionalidade, uma vez que seu usual formato em “U” aproxima as pessoas e a visibilidade do andamento do processo de produção por parte dos trabalhadores que dela fazem parte. Além disso, pode-se aumentar ou diminuir o nível de produção da célula com maior facilidade através da alocação dos trabalhadores às operações que eles executam, com maior ou menor velocidade (IIDA, 2005; STEVENSON, 2001).

O índice de multifuncionalidade dos operadores em um dado espaço delimitado da fábrica, por exemplo, em uma célula de manufatura, pode ser calculado como a razão entre o tempo de valor agregado, em termos de peças nas máquinas, pelo total de horas disponíveis para as pessoas que compõem a célula. Esse valor deve ser de uma forma ideal superior a 1. Pode-se concluir que quanto maior o grau de autonomia maior será o índice de multifuncionalidade. Isso ocorre em virtude da separação do homem da máquina, fazendo com que ele possa operar as máquinas enquanto outras trabalham sem seu auxílio (ANTUNES *et al.*, 2008).

Já para Monden (1984), para calcular o índice de multifuncionalidade de um operador pode ser usada a expressão: (somatório da quantidade de processos em que cada operador é capaz de operar) / (quantidade total de processos na área x quantidade total de operadores na área). A meta da Toyota é ter esse percentual em 100%.

A obtenção da flexibilidade no número de operários de uma área de fabricação para adaptação às alterações de demanda é denominada *shojinka*. *Shojinka* significa alterar (reduzir ou aumentar) o número de operadores quando a demanda de produção é alterada (MONDEN, 1984).

Três fatores são pré-requisitos para o *shojinka*; projeto adequado do *layout*, que obterá melhores resultados com células em forma de “U”, que facilita a alteração do número de operadores para atendimento às

variações da demanda; operadores multifuncionais; avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas de operações padronizadas (MONDEN, 1984).

a.3) Igualdade:

Precisam ser adotadas pelas organizações políticas justas de recursos humanos, uma vez que a participação das pessoas pressupõe que os aspectos motivacionais básicos estejam resolvidos (SLACK *et al.*, 2002).

a.4) Autonomia:

Delegar cada vez mais responsabilidades às pessoas diretamente envolvidas com a execução da tarefa, de tal forma que o papel da gerência seja a de dar suporte ao chão de fábrica. Essa autonomia envolve: a delegação de autoridade com poderes para parar a linha de produção, caso identifique algum problema de qualidade; autonomia para programação dos materiais necessários à produção, no nível de piso de fábrica, bem como coletar dados de produção e resolver problemas da sua própria área de trabalho (SLACK *et al.*, 2002).

Com relação a esse último aspecto, Monden (1984) denomina de Atividades de Pequenos Grupos (APGs) os grupos de funcionários do “piso de fábrica” que se envolvem com a solução dos problemas. As APGs representam a importância dada aos funcionários para que as melhorias possam ser efetivadas na fábrica e são a base para que as técnicas associadas à produção enxuta sejam implantadas.

a.5) Desenvolvimento de pessoal:

É necessário um aprimoramento contínuo, a fim de que as pessoas que fazem a organização sejam cada vez mais competitivas (SLACK *et al.*, 2002).

a.6) Qualidade de vida no trabalho:

A organização deve prover um ambiente saudável para os trabalhadores, em termos físicos e psicológicos (SLACK *et al.*, 2002).

a.7) Criatividade:

A criatividade deve ser estimulada para a maior satisfação e motivação das pessoas e o aprimoramento contínuo dos processos (SLACK *et al.*, 2002).

b) Projeto para manufatura:

Os aprimoramentos do projeto podem reduzir dramaticamente o custo do produto por meio de mudanças no número de componentes e submontagens (SLACK *et al.*, 2002).

Para Stevenson (2001) existem três fatores no projeto do produto que têm uma importância chave para os sistemas JIT: utilização de peças padronizadas; utilização de projetos modulares e qualidade.

Um dos desafios para as organizações é conseguir, de forma econômica, prover o mercado da variedade de produtos de que ele necessita, demanda essa que costuma variar com frequência. O JIT, através de técnicas como o projeto adequado à manufatura e projeto adequado à montagem, equipamentos flexíveis, mão de obra flexível, além de uma grande ênfase na redução do tempo de preparação de máquinas, é capaz de reduzir a variedade e complexidade do processo, mantendo a alta variedade de produtos oferecidos ao mercado (CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

Algumas das técnicas associadas ao projeto adequado à manufatura e à montagem, adotados pela filosofia JIT são (CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004):

- Projeto modular: os produtos podem ser projetados segundo um enfoque modular, de tal modo que vários componentes e submontagens sejam comuns dentro da faixa de variedade de determinado produto. É possível também, ampliar a variedade de produtos oferecidos ao mercado, através da combinação múltipla de um número restrito de componentes e submontagens alternativos;
- Projeto visando à simplificação: procura projetar produtos que sejam relativamente simples de fabricar e montar;
- Projeto adequando à automação: consiste em conceitos gerais e ideias que irão, no caso de componentes montados, por exemplo, ajudar a simplificar os processos de alimentação, posicionamento e montagem das peças, facilitando eventuais automatizações.

c) Foco na operação:

Foco na operação significa aprender a focalizar cada fábrica num conjunto limitado e gerenciável de produtos, tecnologias, volumes e mercados, e aprender a estruturar políticas básicas de manufatura e serviços de suporte, de tal forma que eles se focalizem numa única missão de manufatura, em vez de muitas missões implícitas e conflitantes (SLACK *et al.*, 2002).

d) Máquinas simples e pequenas:

Essa técnica defende que devem ser preferidas máquinas simples e pequenas, no lugar de máquinas complexas e grandes. Isso porque as primeiras são mais adeptas a pequenos volumes de produção e são mais flexíveis para se adequar a mudanças de demanda (SLACK *et al.*, 2002).

e) Arranjo físico e fluxo:

Conforme Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004); Davis (2001) e Stevenson (2001), o arranjo físico geralmente utilizado nas empresas que adotam o sistema JIT é o celular. As células de manufatura são formadas pelos equipamentos necessários para processar completamente os componentes de determinada família, dispostos segundo o roteiro de fabricação característico dela. O *layout* celular, que normalmente tem forma de U, apresenta algumas vantagens que são compatíveis com as necessidades JIT: menos estoque de produtos em processo; menores custos de movimentação de materiais; menores *lead times* de produção; planejamento da produção mais simplificado e melhor controle visual das operações.

Os arranjos físicos em formato de U ou S podem ter algumas vantagens (formatos em U são normalmente usados para linhas mais curtas e em S para linhas longas) relativas à flexibilidade e balanceamento, uma vez que o formato em U torna possível uma pessoa se responsabilizar por diversas tarefas, além de tornar a comunicação entre seus membros mais fácil e estimular o espírito de equipe (SLACK *et al.*, 2008; SHINGO, 1996).

f) Manutenção produtiva total:

Na Manutenção Produtiva Total (MPT) ou *Total Productive Maintenance* (TPM) os próprios operários têm responsabilidade por

parte da manutenção das máquinas que operam, reduzindo assim a dependência do departamento de manutenção e minimizando a possibilidade do fluxo produtivo ser interrompido, o que é crítico para a manufatura enxuta, uma vez que ela trabalha com estoques que buscam tender a zero, possuindo desta forma poucas possibilidades de manter a produção em andamento em caso de pane (SLACK *et al.*, 2002).

Os principais conceitos da MPT são: cada operário deve conhecer a sua máquina de trabalho; as máquinas devem ser protegidas pelo próprio operário; homem, máquina e empresa devem estar integrados; todos devem ter preocupação com a manutenção de todas as máquinas dos processos produtivos (PINTO; NASCIF, 2001).

g) Redução do *setup*:

Setup rápido significa a necessidade da troca de ferramentas ser realizada de forma rápida, a fim de que os produtos possam ser produzidos em pequenos lotes, de maneira econômica, e de acordo com as necessidades dos clientes, no momento certo. Shingo (2000) estabeleceu os pressupostos para que o *setup* rápido fosse possível.

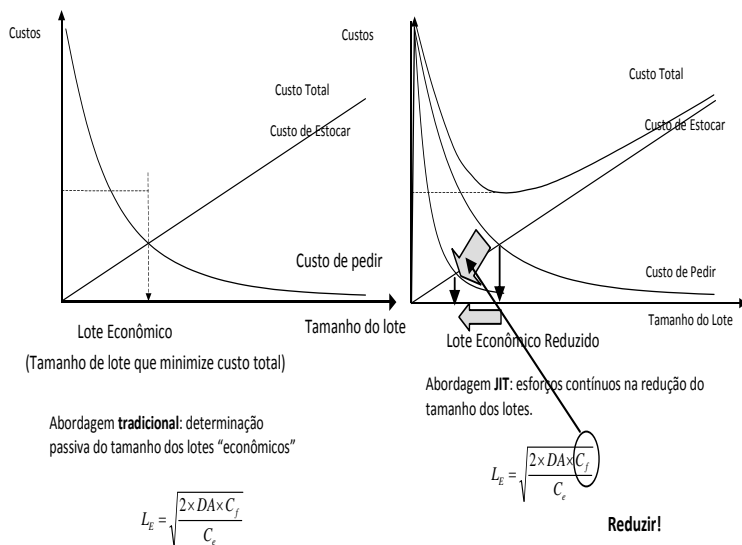
A técnica de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) ou método *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) tem como objetivo a redução dos tempos improdutivos gastos na preparação da máquina para a mudança de lote. Aplicando uma metodologia de reflexão progressiva que vai desde a organização do posto de trabalho até a sua automatização, esta técnica distingue as operações de mudança de ferramentas em operações de *setup* interno, que só podem ser realizadas com a máquina parada *Input Exchange of Die* (IED), e de *setup* externo, que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento *Output Exchange of Die* (OED). A implementação da técnica TRF requer a realização de três etapas principais: (1) identificar as operações IED e OED; (2) transformar operações IED em OED; e (3) eliminar ou reduzir operações IED e OED (SHINGO, 2000; SHINGO, 1996).

A TRF possibilita uma redução, de forma econômica, do tamanho do lote de fabricação, uma vez que diminui os custos de preparação da ordem de fabricação, que têm, normalmente, no *setup*, seu maior custo. Isso faz com que seja atendido o conceito de lote econômico (L), conforme pode ser observado na figura 5 (a letra Cf representa o custo de preparação por ordem). A redução gradativa do tempo de *setup* e, por conseguinte, do custo pertinente, faz com que o lote econômico de fabricação se desloque cada vez mais para a esquerda, aproximando-se da meta JIT que busca lotes unitários (TUBINO, 2007; CORRÊA, H.L.;

CORRÊA, C.A., 2004).

Com esta prática tem-se uma redução substancial do *lead-time*, aumentando a eficiência da empresa no que diz respeito a uma resposta mais rápida aos clientes, redução de horas de trabalho e um significativo aumento da capacidade produtiva. Além disso permite-se trabalhar com pequenos lotes e eliminar todos os problemas associados aos estoques (SLACK *et al.*, 2002; MONDEN, 1984; DAVIS, 2001, SHINGO, 2000).

Figura 5 – Filosofia JIT aplicada a lotes em operações.



Fonte: Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004, p. 603).

h) Visibilidade:

Problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações devem estar visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários (SLACK *et al.*, 2002).

i) Fluxo contínuo:

Fluxo contínuo (ou *one-piece flow*) significa produzir e movimentar um item por vez (ou um lote pequeno de itens) ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido pela etapa seguinte. O fluxo contínuo pode ser obtido com a utilização de linhas de montagem ou com as células manuais (MARCHWINSKI; SHOOK, 2003; LIKER, 2005).

Para que o fluxo contínuo seja possível é necessário que o sistema produtivo trabalhe em sintonia com o *takt time*. *Takt* é uma palavra alemã para ritmo ou compasso. O *takt time* é o resultado da divisão do tempo disponível para produção pela quantidade de peças necessárias para atender ao cliente. Se a empresa trabalha 8 horas por dia, durante 22 dias, e se os clientes estiverem comprando 17.600 unidades por mês, deve-se produzir uma unidade a cada 0,6 minutos ($8 \times 60 \times 22 / 17.600$), ou 800 unidades por dia. Assim sendo, cada passo do processo deveria estar produzindo uma unidade a cada 0,6 minutos. Se for mais rápido haverá superprodução; se for mais lento, criará gargalos dentro do fluxo produtivo (LIKER, 2005).

Liker (2005) relaciona alguns benefícios que o fluxo unitário de peças pode proporcionar:

- Acrescenta qualidade: cada operador é um inspetor que examina a peça que veio da operação anterior, o que facilita a rápida identificação e correção dos defeitos;
- Cria flexibilidade real: se o tempo de fabricação de um produto é pequeno fica mais fácil obter flexibilidade para produzir as necessidades dos clientes a cada nova demanda;
- Cria maior produtividade: em uma célula com fluxo unitário de peças há poucas atividades que não agregam valor, como o transporte de materiais, e fica mais fácil identificar as taxas de ocupação ou ociosidade dos recursos;
- Libera espaço: no *layout departamental* boa parte do espaço é ocupada com estoque e movimentação. Com a célula essas áreas não são mais necessárias;
- Aumenta a segurança: os lotes menores não precisam de empilhadeiras, que potencialmente podem causar acidentes, além das movimentações de carga necessitarem de menor esforço físico;

- Estimula o moral: no fluxo unitário de peças os funcionários conseguem perceber mais facilmente qual a participação deles na agregação de valor e na execução do produto, o que lhes proporciona maior satisfação com o trabalho;
- Reduz o custo do estoque: a manutenção do estoque possui custos, tais como do capital empatado, deterioração e obsolescência. Esses custos ficam reduzidos com o menor nível de estoque gerado pelo fluxo unitário.

Rother e Harris (2002) chamam a atenção para o fato de que algumas empresas mudaram do *layout* por processo para o *layout* celular, mas o que se conseguiu foi um fluxo errático e intermitente dentro das células, com variações no volume de produção e estoques entre operações, e consideram que assim metade dos benefícios do arranjo físico celular se perdeu. Além disso, se a célula for um processo puxador, que fornece diretamente para o cliente, os benefícios não chegarão aos clientes em razão das paradas e instabilidade das operações seguintes. Mais importante que criar células em U é possibilitar um fluxo contínuo. Fluxo contínuo é o objetivo principal da produção enxuta e criar fluxo contínuo tem sido o alvo de inúmeros projetos *kaizen*.

Segundo Marchwinski e Shook (2003, p. 60):

Processo puxador é qualquer processo em um fluxo de valor que define o ritmo para todo o fluxo. (O processo puxador não deve ser confundido com um processo gargalo, que necessariamente limita os processos fluxo abaixo devido à falta de capacidade). O processo puxador fica normalmente próximo ao cliente final do fluxo de valor, geralmente na célula de montagem. Contudo, se os produtos fluem de um processo fluxo acima em direção ao fim do fluxo, em uma sequência FIFO, o processo puxador pode estar localizado nesse processo.

De uma forma ideal, os produtos deveriam fluir continuamente, da matéria-prima até o produto acabado. Entretanto, para início, o prioritário é identificar o processo puxador. Esses processos normalmente são os mais importantes segmentos em um fluxo de valor, pois a maneira como eles operam influenciam tanto a forma como os clientes, que serão atendidos como a forma de operação dos processos

anteriores. Um ritmo de produção estável, *mix* nivelado de produtos e fluxos de materiais sempre contínuos no processo puxador, estabelece demandas regulares e consistentes para o seu fluxo de valor (ROTHER; HARRIS, 2002).

j) Redes de fábricas focalizadas:

No lugar de construir uma grande planta de manufatura que faça tudo (ou seja, uma instalação verticalmente integrada), os japoneses constroem pequenas plantas altamente especializadas. Isso é recomendado porque é muito difícil administrar uma grande instalação, em virtude da burocracia envolvida, o que compromete a agilidade. Além disso, ela pode ser construída e operada mais economicamente do que uma planta que estaria preparada para fazer linhas gerais de vários produtos (DAVIS *et al.*, 2001).

l) *Jidoka*:

A qualidade na fonte, que impede que os produtos não-conformes passem adiante, é muito mais eficaz e de menor custo que a inspeção e o conserto posteriores dos problemas de qualidade. A produção enxuta necessita que se produza com qualidade desde a primeira vez, pois não há significativos estoques amortecedores (*buffers*) que possam fazer o processo continuar a fluir em caso de defeitos. Quando o posto de trabalho pára em razão de algum problema, bandeiras ou luzes, em geral, acompanhados de música ou de alarme, chamados de andon, são usadas para sinalizar a necessidade de ajuda para solucionar o problema de qualidade (LIKER, 2005).

Através da autonomia (ou *jidoka*), ocorre a detecção automática de defeitos durante a produção, o que minimiza os defeitos em um ambiente enxuto. Ela consiste em dois mecanismos: um para detectar os defeitos quando eles ocorrem, e o outro para interromper a produção de modo a corrigir a causa dos defeitos. Dessa forma, a parada da produção força a atenção imediata para o problema, após o que uma investigação do problema é conduzida e uma ação corretiva é tomada para resolver o problema (LIKER, 2005; STEVENSON, 2001). Os dispositivos a prova de erro são denominados *poka-yoke* (SHINGO, 1996).

m) Nivelamento da produção:

Em um ambiente JIT é necessário que a produção flua tão suave quanto possível na fábrica, nivelando a produção com a demanda. Seu objetivo é reduzir as ondas de reação ao longo das etapas de produção que, normalmente, ocorrem em resposta a variações de programação. Se uma mudança significativa é feita na montagem final, ela cria mudanças nas necessidades das operações de alimentação, as quais são, geralmente, amplificadas por causa das regras de tamanho de lotes, de *setups*, de filas e de tempo de espera. No momento em que o impacto da mudança é sentido no início da cadeia de fornecimento, uma mudança de 10% na montagem, poderia se transformar facilmente em uma mudança de 100% no início da operação. Essa reação é denominada efeito chicote (DAVIS *et al.*, 2001).

A maneira de eliminar este problema é fazer com que as perturbações na montagem final sejam os menores possíveis, para que se tenham apenas pequenas ondulações através da fábrica, e não ondas de choque. Isso é obtido com o estabelecimento de um plano firme de produção mensal, durante o qual a taxa de saída é congelada. Nessa sistemática, é feito o planejamento do mesmo *mix* de produção todos os dias, mesmo se as quantidades totais são pequenas. Por exemplo, se eles estão produzindo cem peças por mês, irão produzir cinco por dia. Como espera-se produzir a mesma quantidade de tudo que está na programação diariamente, sempre há um *mix* total que está pronto para responder a variações na demanda (DAVIS *et al.*, 2001).

O nivelamento da produção pressupõe uma redução do tamanho dos lotes e é necessário que o balanceamento e a sincronização da produção sejam efetivados. O balanceamento tem por objetivo fazer com que quantidades necessárias de itens sejam submetidas ao processamento no momento necessário, de tal maneira que operários e máquinas estejam organizadas para realizar tal demanda. Além disso, para que o balanceamento funcione, os processos têm que ser sincronizados, ou seja, um sequenciamento eficiente de processos tem que ser implementado através de um sistema que puxe a produção com a utilização de cartões *kanban*. Ao final de tudo, tem-se então um fluxo de produção e uma forma de manter as peças em suprimento constante para serem processadas, de acordo com o *takt time* (SHINGO, 1996; WOMACK; JONES, 2004).

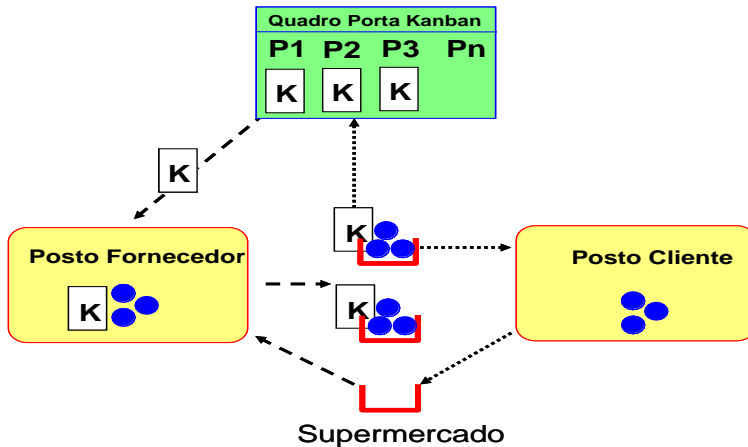
Em razão do nivelamento da produção ser um tema central desta Tese, a subseção 2.5.2 é dedicada a tratar com maior profundidade esse assunto.

n) *Kanban*:

Kanban é uma palavra japonesa que significa “anotação visível”, mas que vem sendo traduzida comumente como cartão, e é uma maneira de informar às pessoas envolvidas diretamente com o processo de produção, o que deve ser produzido ou fornecido internamente, ou fora da empresa (no caso do relacionamento cliente-fornecedor externo), operacionalizando a produção puxada. Ele coordena a produção dos itens de acordo com a demanda dos produtos finais, sendo utilizado para disparar a produção de estágios produtivos, interligando as operações de suprimento. O *kanban* é a maneira como as informações são transmitidas entre as unidades produtivas e que, por sua vez, faz parte integrante do sistema *just-in-time*. Ele é utilizado para coordenar a produção enxuta, levando-se em conta que as peças devem ser produzidas e retiradas no tempo exato. O sistema *kanban* mais utilizado é o de dois cartões, que consiste em um *kanban* de produção e um *kanban* de transporte (DAVIS *et al.*, 2001; SLACK *et al.*, 2002; CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004; CORRÊA; GIANESI, 1996; TUBINO, 2007).

Existem várias formas de se trabalhar a programação puxada via sistema *kanban*, sendo que na forma padrão os dispositivos normalmente empregados, ilustrados na figura 6, são: cartão *kanban*; painel ou quadro *kanban*; contenedor e supermercado.

Figura 6 - Dispositivos do sistema *kanban*.



FONTE: Tubino (2007, p. 142).

O *kanban* age como uma autorização para produzir determinada quantidade de itens, fazendo a ligação entre um fornecedor interno (ou externo) e seu cliente interno. O supermercado funciona como um estoque regulador entre eles. Quando o cliente interno consome itens que estão armazenados em contenedores no supermercado, o sistema dispara um dispositivo *kanban* para fazer a reposição desses itens, em uma quantidade padrão previamente estabelecida. Além do *kanban* de produção, que funciona como uma ordem de produção, o sistema pode contar também com o *kanban* de transporte, que realiza a movimentação física dos itens entre as áreas. Essa sistemática de reposição pode funcionar também em relação aos fornecedores externos, o *kanban* de fornecedores, viabilizando o JIT externo (TUBINO, 2007; CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

Uma forma usual de funcionamento do sistema é por meio do painel porta-*kanban*, no qual existem colunas para cada um dos itens fabricados na célula e onde são afixados os cartões *kanban*, que, a partir de uma codificação de cores (verde, amarelo e vermelho) priorizam a sequência de produção, sem a necessidade da interferência do órgão de PCP, ou seja, a decisão ocorre no nível de piso de fábrica (TUBINO, 2007; CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

Wallace e Stahl (2003) consideram o supermercado um mecanismo essencial para a produção enxuta, resolvendo dois problemas específicos:

- Fornece um pulmão de produtos acabados entre a demanda altamente variável de clientes e o processo cadenciado que muitas vezes é operado em ritmo mais estável e nivelado;
- Desacopla os processos que andam em ritmos diferentes – por exemplo, um processo de acabamento que flui em um ritmo constante e um processo de produção de componentes que produz lotes de grande volume em ciclos de tempo muito rápidos, mas com tempos de mudança de linha (*setups*) significativamente mais longos. Um supermercado de componentes pode se localizar perto do ponto de utilização, ou perto do processo de origem, ou pode não ter uma localização física exata, existindo como pulmão virtual de *kanbans* circulantes de material em processo.

Além da forma tradicional de funcionamento do sistema *kanban*, por meio de cartões e painel, podem também ser utilizadas outras formas de sinalização, tais como: *kanban* contenedor, onde o contenedor vazio funciona como um indicativo da necessidade de sua reposição; o

quadrado *kanban*, onde o indicativo de reposição é o espaço vazio delimitado no chão da fábrica; o painel eletrônico, com lâmpadas verde, amarela e vermelha, que funcionam com uma lógica semelhante a do painel porta *kanban*, e o *kanban* informatizado, onde toda a lógica da programação puxada é feita via computador (TUBINO, 2007).

o) Estabelecimento de processos e procedimentos padronizados:

Se o *takt-time* for de 1 minuto, o tempo de ciclo de cada operação, que é o tempo real para completar as tarefas em um único trabalho, precisa ser um minuto ou menos, em média, para atender à demanda. Se ele for maior, a operação será um gargalo e necessitará de um tempo adicional para atender à programação estabelecida. Nesse sentido, é preciso que os métodos utilizados para a realização da tarefa sejam padronizados, pois assim o tempo de ciclo não variará de forma significativa (LIKER; MEIER, 2007).

O trabalho de fabricação padronizado da Toyota é muito mais amplo do que a redação de uma lista de passos que o operador deve seguir. Ele é constituído de três elementos: o *takt time*; a sequência de realização do trabalho; e quanto de estoque cada trabalhador precisa ter à mão a fim de realizar o trabalho padronizado. Além disso, a fim de equilibrar a obtenção da qualidade e a melhoria contínua do sistema, os operadores são treinados para que sigam o procedimento estabelecido, mas, ao mesmo tempo, tenham liberdade para promover melhorias (LIKER, 2005).

p) Relatório A3:

Segundo Marchwinski e Shook (2003, p. 2) o Relatório A3 “é uma prática pioneira da Toyota onde problema, análise, ações corretivas e plano de ação são escritos em uma única folha de papel (tamanho A3), normalmente utilizando-se de gráficos e figuras.”

Ele serve para estimular o poder de concisão dos trabalhadores ao analisarem os problemas e proporem melhorias (LIKER e MEIER, 2007).

q) Redução da base de fornecedores:

É necessário que haja confiança e compromisso de longo prazo na relação entre fornecedores e clientes, uma vez que os processos tradicionais de compra e conferência possuem muitas atividades que não

agregam valor, além de possuírem elevados *lead times*. Além disso, a produção enxuta trabalha com níveis de estoques muito baixos, de tal forma que deve haver confiança para o abastecimento não falhar. Nesse sentido, devem ser estabelecidos contratos de longo prazo com compartilhamento de informações comerciais e de projetos (TUBINO, 1999; CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

r) Melhoria contínua:

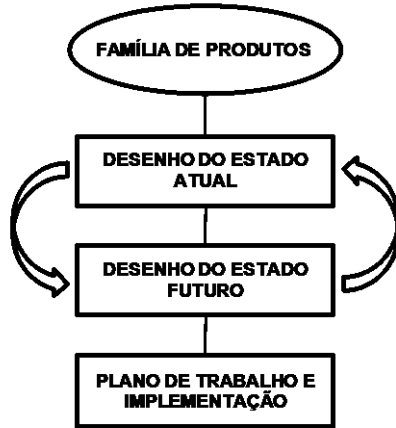
A produção enxuta busca não apenas eliminar, de forma progressiva os sete desperdícios enunciados por Shigeo Shingo, como também não aceitar a situação vigente e, para isso, tem metas dinâmicas, cada vez mais desafiadoras. O *kaizen* é uma parte-chave na filosofia *lean* (SLACK *et al.*, 2002; CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

s) Mapeamento do fluxo de valor:

Rother e Shook (1999) propuseram uma ferramenta para identificação e eliminação dos desperdícios: o mapeamento do fluxo de valor. Segundo esses autores o mapeamento: ajuda na visualização de todos os processos individuais em fluxo; ajuda a identificar as fontes de desperdício; possibilita implementar ferramentas enxutas com maior eficiência; mostra a relação entre fluxo de material e fluxo de informação.

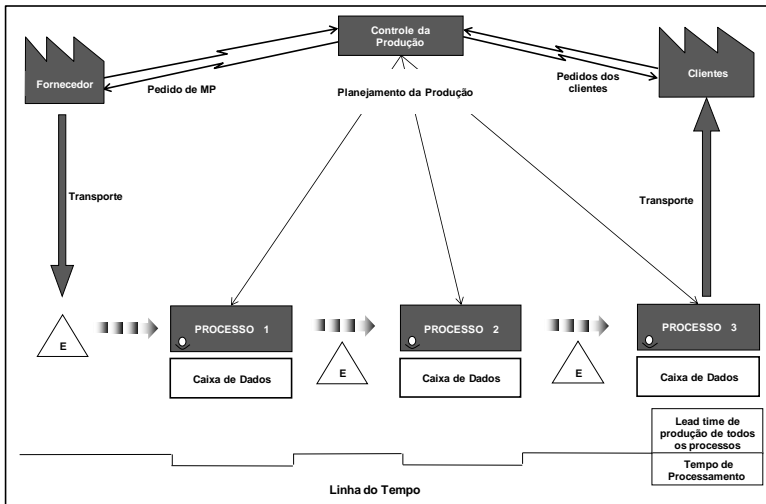
Mapear o fluxo de valor é percorrer o caminho de todo o processo de transformação de material e informação do produto em seu estado atual para, a partir das informações obtidas com este mapa, propor um estado futuro, desenhando um novo mapa, que deverá eliminar os desperdícios observados no estado atual e converter o processo para um fluxo enxuto. Essa sistemática está mostrada na figura 7. A figura 8 apresenta um exemplo de um mapa do fluxo de valor atual de um produto.

Figura 7 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor.



FONTE: Rother e Shook (1999, p. 9).

Figura 8 - Esboço de um mapa atual de um produto qualquer.



FONTE: Adaptado de Rother e Shook (1999).

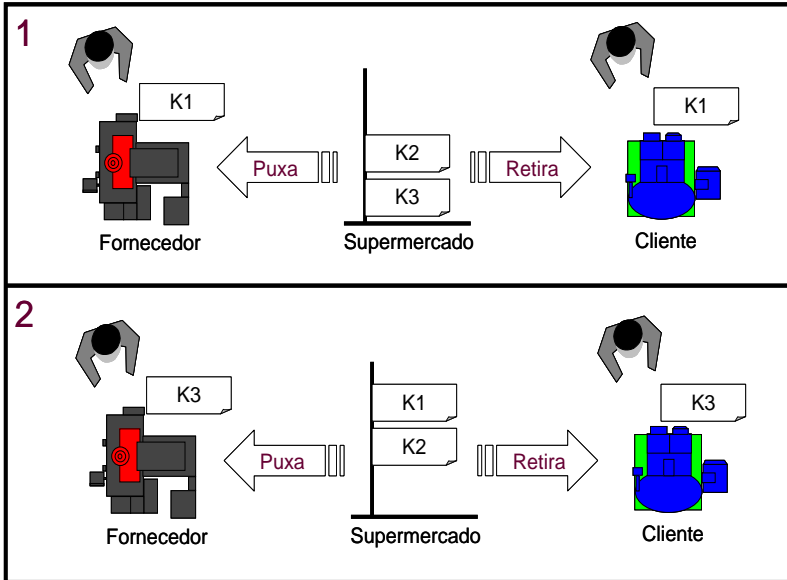
2.5 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO PARA A MANUFATURA ENXUTA

O PCP exerce suas atividades em três níveis: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico são definidas as ações de longo prazo da empresa, que devem estar alinhadas aos objetivos de desempenho estabelecidos, o que resulta no plano de produção. No nível tático, são tomadas decisões de médio prazo relativas às quantidades de produtos acabados que devem ser produzidas e em que datas, que são concretizadas no plano mestre de produção. No nível operacional, a partir do alinhamento com as diretrizes dos níveis estratégico e tático, são programadas e acompanhadas as atividades de produção para o curto prazo, o que envolve a emissão e sequenciamento das ordens de montagem, fabricação e compra (TUBINO, 2007).

O tempo de ciclo tem um papel importante no sistema produtivo, uma vez que representa a ligação entre a demanda por produtos e o que é produzido. Ele é o resultado da divisão do tempo disponível pela demanda necessária. Se a demanda se referir a demanda final dos clientes externos, o tempo de ciclo passa a se chamar *takt time*. A manufatura enxuta, que considera como perda os estoques, busca balancear o tempo *takt* com os tempos de ciclo dos centros de trabalho da fábrica, a fim de que sejam produzidas apenas as quantidades necessárias, de forma suavizada, a fim de atender ao Plano Mestre de Produção (PMP) (TUBINO, 2007).

Na produção empurrada, parte-se dos produtos acabados definidos no plano mestre de produção, para que sejam tomadas as decisões sobre o que, quanto e quando comprar, fabricar e montar, o que pode ser feito por meio do *Material Requirements Planning* (MRP). As necessidades de fabricação e montagem são então programadas de acordo com as prioridades estabelecidas. O processo é “empurrado” porque os centros de trabalho produzem o que está previamente programado, sem se preocupar se o setor a jusante está ou não necessitando das peças naquele momento (TUBINO, 2007).

Figura 9 - Dinâmica da programação puxada.



FONTE: Tubino (2007, p. 137).

Já a programação puxada atua a partir de uma lógica diferente. As peças somente são produzidas e enviadas para o centro de trabalho à frente a partir de uma “solicitação” deste. Quando esses centros de trabalho necessitam de materiais é disparado um cartão *kanban*, que autoriza a produção e entrega dos itens, de acordo com a real necessidade da sequência de produção. O cálculo de necessidades que resultam do MRP é utilizado para a previsão de demanda e dimensionamento dos supermercados. A figura 9 ilustra o fluxo de reposição de materiais em um processo puxado (TUBINO, 2007).

2.5.1 Planejamento mestre da produção

Como abordado nos tópicos anteriores, o planejamento mestre da produção faz a ligação entre os planos produtivos estratégicos e a programação operacional, resultando em um plano mestre de produção. O *Master Production Schedule* (MPS) coordena a demanda do mercado

com os recursos internos da empresa de forma a programar taxas adequadas de produção de produtos finais (TUBINO, 2007; CORRÊA *et al.*, 2001, SLACK *et al.*, 2002).

O dicionário *American Production and Inventory Control Society* (APICS) (1992 *apud* CORRÊA *et al.*, 2001, p. 208), define o plano mestre de produção como:

Uma declaração do que a empresa espera manufaturar. É o programa antecipado de produção daqueles itens a cargo do programador-mestre. O programador-mestre mantém esse programa que, por sua vez, torna-se uma série de decisões de planejamento que dirigem o planejamento de necessidades de material (MRP). Representa o que a empresa pretende produzir expresso em configurações, quantidades e datas específicas. O programa-mestre não é uma previsão de vendas, que representa uma declaração da demanda. O programa-mestre deve levar em conta a demanda, o plano de produção (ou S&OP), e outras importantes considerações, como solicitações pendentes, disponibilidade de material, disponibilidade de capacidade, políticas e metas gerenciais, entre outras. É o resultado do processo de programação-mestre. O programa-mestre é uma representação combinada de previsões de demanda, pendências, o programa-mestre em si, o estoque projetado disponível e a quantidade disponível para promessa.

No processo de Planejamento de Vendas e Operações *Sales and Operations Planning* (S&OP) os dirigentes principais de cada função reúnem-se, pelo menos uma vez por mês e desenvolvem um plano para a unidade de negócios, que visa sincronizar volumes agregados de produção com a demanda de mercado, normalmente também tratada de forma agregada. Cabe ao planejador-mestre da produção desagregar esses níveis agregados, em um programa detalhado para cada item, por semana, por exemplo (CORRÊA *et al.*, 2001).

Há diferenças substanciais em gerenciar um processo de planejamento mestre de produção, conforme o tipo de produção, principalmente em termos da possibilidade ou não do gestor usar estoques nos vários estágios do processo produtivo.

Em uma produção *Make-to-Stock* (MTS), ou seja, feita para estoque, os produtos são feitos para serem estocados e só então consumidos. A empresa tem uma linha de produção definida. Na produção *Assembly to Order* (ATO), ou seja, montagem sob encomenda, o que ocorre é que as empresas conhecem seus componentes até o nível de submontagens, que podem ser bem definidos *a priori*. Contudo, o produto acabado em si depende de definições específicas de cada cliente. Na produção *make to order* (MTO), ou manufatura sob encomenda, o pedido do cliente não tem de ser aguardado apenas porque traz informações sobre a configuração desejada do produto final, mas porque traz especificações de manufatura dos componentes em si, que são feitos muitas vezes com base em desenhos fornecido pelo cliente. Na produção *engineer to order* (ETO), ou “engenhramento” sob encomenda, tanto o projeto, quanto a manufatura de componentes e a montagem final são feitos a partir, e só a partir, de uma solicitação do cliente (CORRÊA *et al.*, 2001).

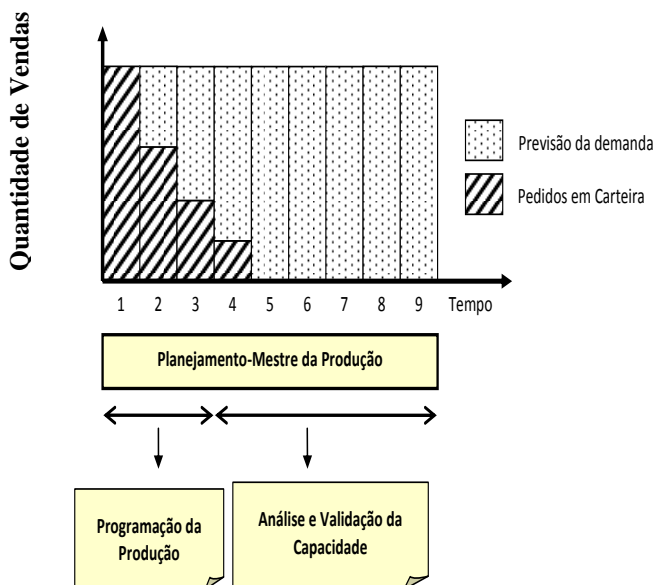
Em termos de prazos, o planejamento mestre da produção analisa e valida a capacidade de atender às demandas futuras, fazendo uma ligação entre o longo e o médio prazo, e implementa a tática escolhida para isso, estabelecendo as quantidades que devem ser produzidas dentro do que já se encontra confirmado, sendo uma informação de entrada para a programação da produção (TUBINO, 2007).

Além da definição dos itens finais que devem ser produzidos, o plano mestre de produção também tem por objetivo evitar sobrecarregar ou gerar ociosidades na produção, a fim de que os recursos produtivos sejam usados de forma eficiente (GAITHER; FRAIZER, 2004).

A Figura 10 apresenta essa questão dos horizontes de planejamento e da sua ligação com o longo e o curto prazo, onde o ideal é o planejamento mestre da produção, no horizonte de curto prazo, utilizar informações de vendas confiáveis para fazer a programação da produção e acionar o sistema produtivo, enquanto que a análise e validação da capacidade produtiva futura dentro do planejamento mestre da produção utilizará informações de vendas baseadas em previsões de médio prazo (TUBINO, 2007).

Possíveis alterações nas demandas já confirmadas no curto prazo são caras e trazem transtornos para o planejamento, pois são, geralmente, os pequenos pedidos de última hora que geram distúrbios em todo o sistema de planejamento de uma empresa (SLACK *et al.*, 2002; GAITHER; FRAIZER, 2004).

Figura 10 - Funções do planejamento mestre da produção.



FONTE: Tubino (2007, p.53).

Já Gaither e Frazier (2004), dividem os planos mestres de produção em quatro seções, cada uma separada por um “período de congelamento” ou “horizonte firme”. A primeira seção é a congelada, que inclui as primeiras semanas do programa. A segunda seção de algumas semanas é denominada firme. A seguinte de algumas semanas é chamada cheia, e a última seção de algumas semanas é chamada aberta. A expressão congelada significa que não pode ser modificada, a não ser em casos extraordinários. Modificações no período firme apenas em caso excepcionais. Cheia significa que toda capacidade de produção disponível foi alocada aos pedidos. Mudanças podem ser feitas na seção cheia do programa, e os custos de produção serão apenas ligeiramente afetados, mas o efeito sobre a satisfação do cliente é incerto. Aberta significa que nem toda capacidade de produção foi alocada, e é nessa seção do programa que novos pedidos comumente são encaixados.

A partir da definição de quais produtos acabados e itens necessários devem ser produzidos e quando isso deverá ocorrer, cabe ao PCP decidir qual sistema de programação será empregado: empurrado, puxado ou uma combinação de ambos. Uma técnica que pode ser utilizada para isso é a classificação ABC, para identificar os itens mais e menos importantes. Nesse sentido, uma classificação ABC que inclua, além da demanda, o volume e frequência (VF) dos itens, será útil na tomada de decisão (GIRARDI, 2006).

2.5.2 Nivelamento da produção

A Toyota usa a expressão “*Muda*” para se referir às perdas, e a eliminação de “*Muda*” é a ênfase da maioria dos esforços das empresas na implantação da produção enxuta. Há dois outros Ms que também são importantes para o trabalho enxuto: *Muri* e *Mura* (LIKER, 2005):

- *Muda*: são atividades que causam movimentos desnecessários, estoques, além de outros desperdícios;
- *Muri*: sobrecarga das pessoas ou de equipamento. Significa colocar uma máquina ou pessoa além de seus limites naturais. A sobrecarga nas pessoas põe em risco a segurança e pode comprometer a qualidade, e nos equipamentos pode causar parada e a geração de produtos defeituosos;
- *Mura*: desnivelamento. Significa que em alguns momentos há excesso de trabalho para o recurso produtivo e em outros há falta.

Nota-se que o foco em *muda* é a abordagem mais comum no uso de ferramentas da produção enxuta. Entretanto, o que muitas empresas não conseguem alcançar é o processo mais difícil, que é estabilizar o sistema e criar:

Uniformidade – um verdadeiro fluxo de trabalho enxuto equilibrado. Este é o conceito de *heijunka* da Toyota, o nivelamento do plano de trabalho. [...] Atingir nivelamento da produção é fundamental para a eliminação de *mura*, que por sua vez, é fundamental para eliminação de *muri* e *muda*. (LIKER, 2005, p.124).

Heijunka é o nivelamento da produção em volume e em combinação (*mix*) de produtos. Significa que não são fabricados produtos conforme o fluxo real de pedidos dos clientes, pois esses

podem variar para mais ou para menos, mas considera o volume total de pedidos em um período e nivela-os para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia (LIKER, 2005; SLACK *et al.*, 2002).

Para Liker (2005) há quatro equívocos ao se trabalhar com um plano desnivelado:

- O cliente geralmente não compra produtos de modo previsível. Ao se produzir durante algum tempo apenas um tipo de produto, para depois produzir apenas outro em mais um intervalo de tempo considerável, não se tem garantia que o cliente irá demandar nessa ordem os produtos que estão sendo fabricados, ou seja, um produto que esteja programado para ser produzido apenas há algumas semanas à frente poderá ser demandado e a empresa não terá como atender. Essa situação pode ser amenizada mantendo-se estoque dos diversos produtos, mas isso fará a empresa elevar seus custos de manutenção dos estoques;
- Existe o risco de não vender os produtos. Os produtos produzidos no início do programa de produção que não forem vendidos na sequência gerarão estoques, com seus custos pertinentes;
- O uso de recursos não é equilibrado. Como os produtos são diferentes é provável que haja uma maior carga de trabalho em alguns períodos onde se está produzindo determinado produto e menor carga em outra, causando assim sobrecargas em alguns dias e ociosidades em outros;
- Colocação de uma demanda desnivelada nos processos. Como a fábrica produzirá produtos diferentes em épocas diferentes, que estará sujeita a mudanças de demanda, os fornecedores de materiais acabam gerando estoques para atender de forma imediata a solicitação dos clientes, potencializando o chamado “efeito chicote” na cadeia de suprimentos.

Smalley (2005) considera que há três atividades de gerenciamento críticas para um processo puxado nivelado:

- Monitoramento contínuo da demanda do cliente: A demanda do cliente é o fundamento crítico de qualquer puxada nivelada. A quantidade de produtos acabados a armazenar, a quantidade de produtos no supermercado central e as horas de produção a programar estão interligadas e amarradas diretamente ao cálculo da demanda média em um dado período;

- Avaliação contínua dos indicadores de desempenho e da estabilidade do processo: a fim de evitar que o desempenho deteriore trazendo reflexos negativos para o nivelamento obtido, nas etapas críticas dos processos devem ser medidos e acompanhados aspectos como a taxa de refugo, tempos de *setup* e de paradas, a fim de prover as melhorias necessárias de forma proativa;
- Supervisão diária do controle de produção e dos processos operacionais para garantir que o trabalho padronizado seja seguido.

Liker (2005) relaciona quatro benefícios que decorrem do nivelamento do plano de produção:

- Flexibilidade para fabricar o que o cliente deseja quando ele deseja. Isso reduz o estoque da fábrica e os problemas decorrentes de seu excesso;
- Redução do risco de não vender os produtos. Se a planta fabrica apenas o que e quanto o cliente deseja, ficam minimizadas as possibilidades de ter produtos não vendidos, que acabam indo para o estoque;
- Uso balanceado de mão de obra e de máquinas. Como será produzida uma sequência de produtos diferentes, que têm tempos de produção diferentes, é mais viável balancear e flexibilizar a carga ao longo do dia;
- Demanda uniformizada para os processos e para os fornecedores da planta. Os benefícios do nivelamento interno podem ser estendidos aos fornecedores, reduzindo o estoque ao longo da cadeia de suprimentos.

2.5.2.1 Tamanho dos lotes e *heijunka*

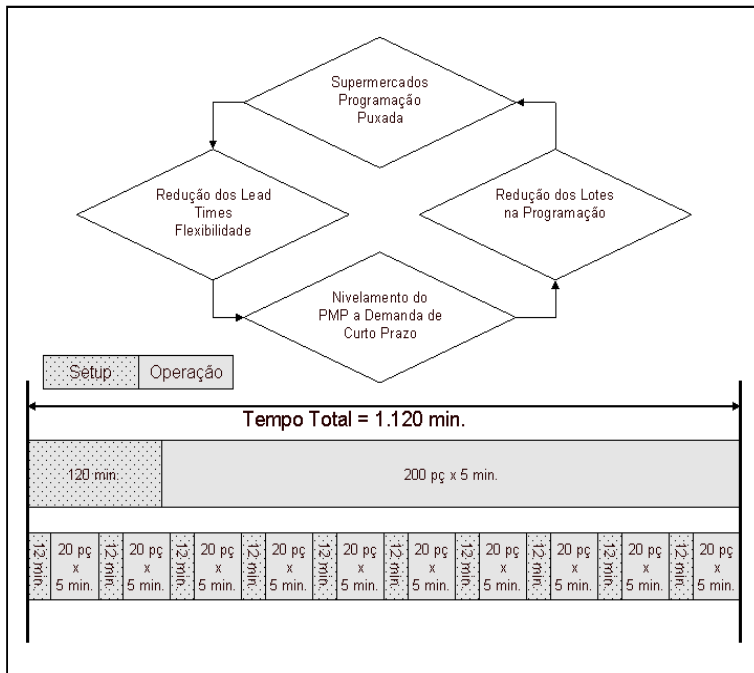
Um ambiente de manufatura enxuta pode possibilitar à produção ingressar em um ciclo virtuoso, conforme pode-se verificar na parte superior da figura 11. O nivelamento do PMP com a demanda confirmada no curto prazo possibilita que sejam produzidos e montados pequenos lotes, que viabiliza a puxada da produção com a utilização de *kanbans* e estoques reduzidos em supermercados. Isso faz com que os *lead times* precisem ser menores e o processo mais flexível para atender às necessidades de curto prazo do PMP.

Para que seja possível obter-se, de forma econômica, os lotes pequenos necessários ao *heijunka*, podem-se utilizar duas alternativas:

implantar a troca rápida de ferramentas para os itens produzidos internamente, e, para os itens comprados, desenvolver relacionamentos de confiança e de parceria com os fornecedores. A figura 11 demonstra o efeito disso no tamanho dos lotes, com a mudança de produção de um lote de 200 unidades para dez de 20 (TUBINO, 2007).

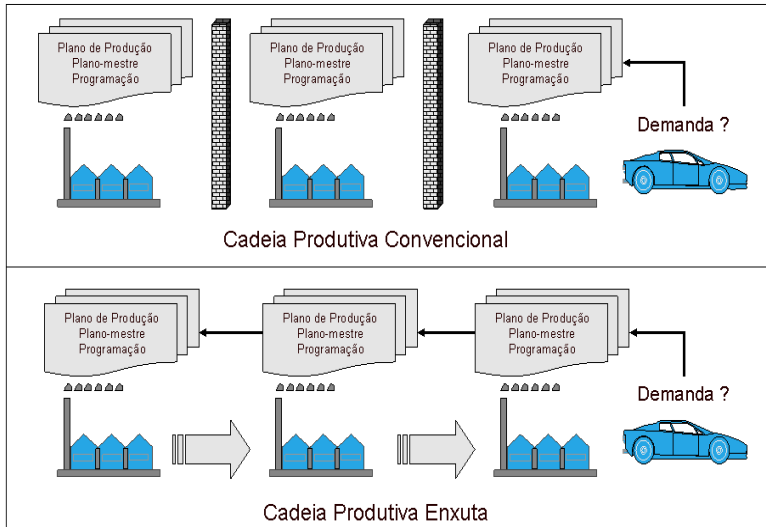
Um dos pontos relevantes nesse estreitamento do relacionamento com os fornecedores é o compartilhamento das informações do planejamento e controle da produção dos componentes da cadeia de suprimentos, conforme, figura 12, de tal forma que seja possível um planejamento mais seguro das necessidades envolvidas na relação cliente-fornecedor.

Figura 11 - Ciclo virtuoso do nivelamento do PMP à demanda e a redução do tamanho dos lotes.



FONTE: Tubino (2007, p.77).

Figura 12 - O PCP nas cadeias produtivas.



FONTE: Tubino (2007, p. 81).

Caso a demanda dos clientes varie de forma significativa, recomenda-se que se mantenha algum estoque de produtos acabados para que seja possível atender a essas oscilações. Embora isso possa contradizer o pensamento enxuto, um pequeno estoque de produtos acabados muitas vezes é necessário para proteger o plano de produção nivelado contra uma possível desorganização que seria causada por inesperadas variações de demanda. Embora o estoque seja uma perda, essa alternativa protege o sistema de produção de muito mais perdas em toda a cadeia de abastecimento. Empresas que tiveram sucesso na aplicação do STP com frequência combinam a produção sob pedido e a manutenção de um pequeno estoque de produtos acabados, a fim de contribuir com o nivelamento da produção (LIKER, 2005).

O nivelamento da produção requer que o tempo de ciclo para a célula seja ajustado para combinar com o tempo de ciclo da linha de montagem final. A taxa de produção de uma célula pode ser ajustada acrescentando-se ou subtraindo-se trabalhadores. Entretanto, durante um período fixo programado, o número de operadores das células permanece constante. Quando o período programado muda,

necessidades de pessoal podem mudar. Ocasionalmente a célula é reprojeta e o número de máquinas incluídas na célula é trocado. Isto causará a mudança do modelo de trabalho na célula. Estas mudanças são necessárias para que os tempos de ciclo das peças da célula sejam combinados com os tempos de ciclo necessários para a nova programação da montagem final (BLACK, 1998).

Um trabalho padronizado possibilita criar um equilíbrio entre as operações com base no *takt-time*, que é baseado na demanda do cliente. Se a demanda oscila para cima e para baixo e isso, por consequência, produz um efeito chicote ao longo da cadeia de suprimentos, torna complexo padronizar as operações. Nesse caso, é necessário um *heijunka* em benefício do fluxo de valor, o que envolve também os fornecedores. Deve ficar claro que o *heijunka* não é a “verdadeira” demanda do cliente. Chegar a uma verdadeira programação *heijunka* com tempos constantes de vários *pitches* durante o dia é considerada uma prática enxuta avançada (LIKER; MEIER, 2007).

Pitch é a quantidade de tempo necessária em uma área de produção para completar um *container* de produtos. A fórmula para o *pitch* é tempo *takt* x quantidade na embalagem. Se o tempo *takt* é de um minuto e a quantidade na embalagem é 15, então o *pitch* é de 15 minutos (MARCHWINSKI; SHOOK, 2003).

Stevenson (2001) apresenta um exemplo de como pode ser feito o nivelamento da produção, considerando uma unidade que produz três modelos, A, B e C, com as seguintes necessidades diárias de produção: A (10), B (15) e C (5).

Nesse caso, há três aspectos a serem resolvidos. O primeiro é a sequência a utilizar (por exemplo, C-B-A, A-B-C etc.); o segundo é o número de vezes (de ciclos) em que a sequência deve ser repetida, diariamente; e o terceiro é o número de unidades de cada modelo a produzir em cada ciclo. Um dos pontos fundamentais nessa escolha é o tempo de *setup* e os custos envolvidos.

O número de ciclos por dia depende das quantidades diárias de produção. Se cada modelo deverá ser produzido em cada ciclo, o que é frequentemente o objetivo, a determinação do Maior Divisor Comum (MDC) entre as quantidades diárias dos modelos fornecerá o número de ciclos necessários. Para os modelos A, B e C, haveria cinco ciclos (o número 5 é o MDC). Mais uma vez, os custos associados ao *setup* podem inviabilizar essa alternativa.

2.5.2.2 O *heijunka box*

Um instrumento que ajuda a operacionalizar o nivelamento é a caixa *heijunka*, que é uma ferramenta de programação da produção que informa visualmente quando, o que e quanto produzir (DENNIS, 2008).

Com ela, o ritmo e a sequência da produção podem ser regulados. Esse método usa intervalos de tempo na parte superior das colunas para ordenar visualmente os *kanbans*. O quadro 2 mostra um exemplo com *pitch* de 9 minutos, indicando que itens devem ser produzidos e o momento exato de fazer isso (SMALLEY, 2005).

Quadro 2 - *Heijunka box* com intervalo de nove minutos.

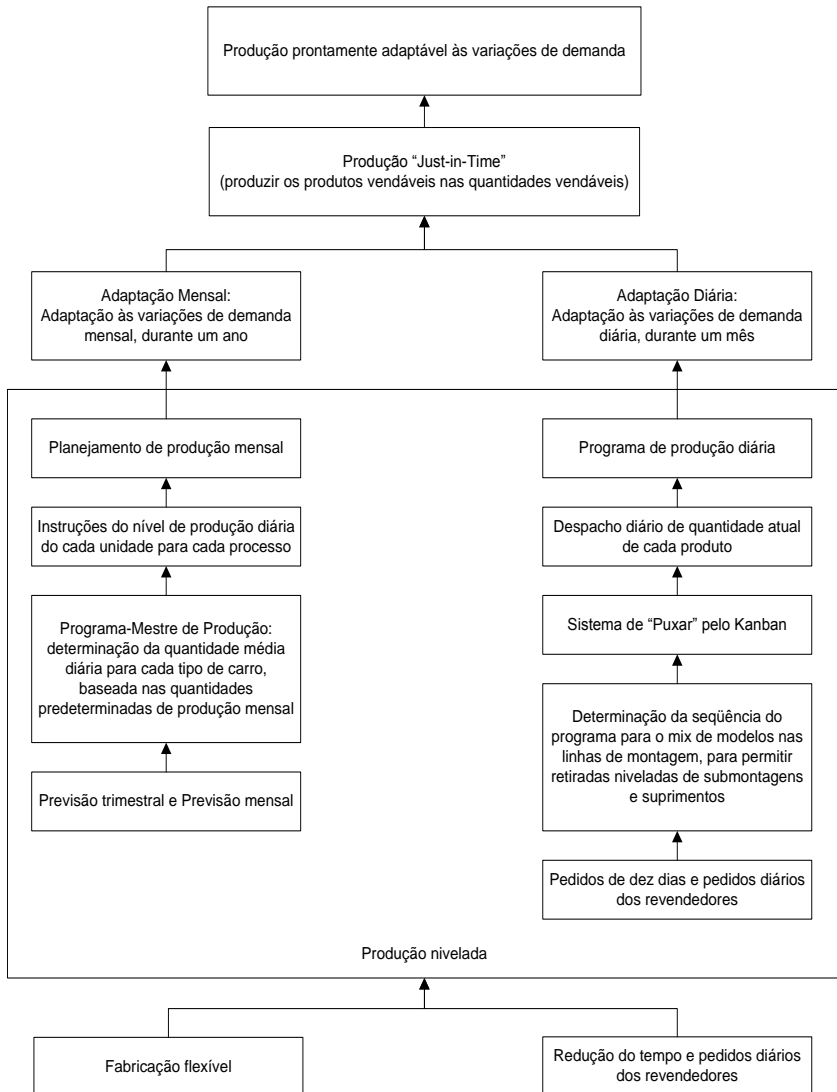
Turno 1	7:00	7:09	7:18	7:27	7:36	7:45	7:54	8:03	8:12
Célula 1	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9

FONTE: Adaptado de Smalley (2005, p.40).

2.5.2.3 Fases da produção nivelada

A figura 13, obtida de Monden (1984), mostra as duas fases da produção nivelada. A primeira fase mostra a adaptação às variações de demanda mensal durante um ano (adaptação mensal). Já a segunda fase mostra a adaptação às variações de demanda diária durante um mês (adaptação diária). A adaptação mensal é atingida pelo planejamento da produção mensal: a preparação de um plano mestre de produção programando o nível médio diário de produção em cada processo da fábrica. A programação de produção mestre é baseada em uma previsão de demanda de três meses e em uma previsão de demanda mensal. A próxima fase, adaptação diária, é feita pelo despacho da produção diária por meio do *kanban*, uma vez que a expedição da produção diária somente pode ser atingida através do uso de um sistema de puxar. Deve haver também a preocupação em garantir que haja recursos suficientes para a execução do programa, além da reserva de capacidade extra, necessária ao JIT (MONDEN, 1984; CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

Figura 13 - Estrutura da produção nivelada da Toyota.



Fonte: Monden (1984, p. 32).

2.5.2.4 Benchmarking

Benchmarking é o processo de comparação do seu próprio desempenho ou método com outras operações compatíveis (SLACK *et. al.*, 2009).

Segundo Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004), *benchmarking* é uma técnica que consiste em acompanhar processos de organizações concorrentes ou não, que sejam reconhecidas como representantes das melhores práticas administrativas. É um processo de pesquisa, contínuo e sistemático, para avaliar produtos, serviços e métodos de trabalho, com o propósito de melhoramento organizacional, procurando a superioridade competitiva.

Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004) apresentam três tipos básicos de *benchmarking*: o interno, o competitivo e o funcional.

O *benchmarking* interno propõe a divulgação das melhores práticas de uma operação dentro da empresa. O *benchmarking* competitivo é a prática de continuamente comparar-se com o desempenho da concorrência e tentar melhorar com base nessa comparação. Já o *benchmarking* funcional se baseia no princípio de que, se a empresa pretende superar mais que se igualar o desempenho da concorrência, a fonte de informações para o aprendizado não pode ser exclusivamente a concorrência, mas alguém fora do setor, portanto um não concorrente. A ideia é identificar os melhores na função específica que se quer melhorar (CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A., 2004).

Slack *et al.* (2009) lista alguns tipos de *benchmarking*:

- *Benchmarking* interno, que tem o mesmo significado considerado por Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004);
- *Benchmarking* externo, que é uma comparação entre uma operação e outras de organizações diferentes;
- *Benchmarking* não competitivo, que ocorre quando a comparação é feita entre processos de organizações que não concorrem diretamente;
- *Benchmarking* competitivo, que tem o mesmo significado considerado por Corrêa, H.L. e Corrêa, C.A. (2004);
- *Benchmarking* de desempenho, que consiste na comparação entre níveis de desempenho (qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo) atingidos em diferentes operações;

- *Benchmarking* de práticas, que significa uma comparação entre as práticas de operação de uma organização, com aquelas adotadas por outras empresas.

Slack *et al.* (2009) destacam os pontos que consideram importantes para organização do *benchmarking*:

- Entender seus próprios processos;
- Coletar a informação disponível no domínio público;
- Não descartar informações consideradas irrelevantes a princípio, pois elas podem ser úteis posteriormente quando se juntarem a outras;
- Ser sensato ao coletar informações junto a outras empresas.

2.6 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção apresenta teses, dissertações e artigos publicados em revistas científicas e anais de congressos, que abordam de uma forma direta ou indireta o assunto nivelamento da produção (*heijunka*) e a produção enxuta, esta última, dentro do contexto de processos de implantação ou de temas conceituais de relevância para o objeto deste trabalho. Esta pesquisa almeja evidenciar o ineditismo e relevância desta tese.

Para maior facilidade de compreensão do levantamento realizado, os trabalhos foram subdivididos em subseções: propostas de modelos ou métodos; aplicação da produção enxuta/estudo de caso; abordagem teórica-conceitual e estudos com características de levantamento/*survey*. Algumas propostas de modelos utilizam também o estudo de caso para sua validação. Nessas situações, foi feita a opção para classificação levando-se em consideração o aspecto mais relevante ou da maior contribuição da pesquisa.

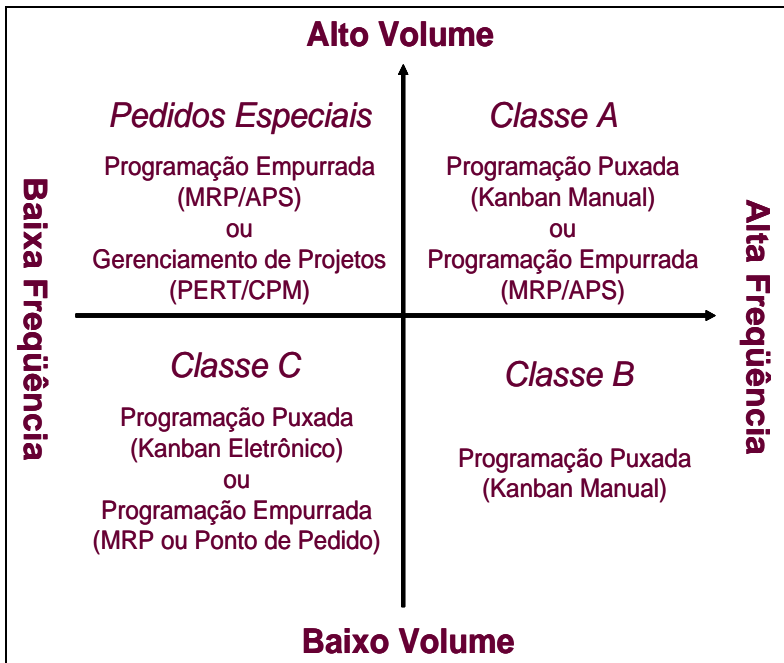
2.6.1 Trabalhos que propõem modelos/métodos para produção enxuta

Girardi (2006) propôs um método para introdução do sistema puxado de produção via *kanban* em um ambiente com grande variedade de produtos, a fim de auxiliar os gestores na implementação dessa ferramenta enxuta em um ambiente produtivo com essa característica, uma vez que muitos autores consideram esse ambiente como inadequado para uso do *kanban*.

O método é composto por quatro etapas principais, subdivididas, por sua vez, em passos operacionais. As quatro etapas são: análise geral do sistema produtivo, desenvolvimento e implantação do *kanban* físico, acompanhamento do novo sistema e desenvolvimento do *kanban* virtual. Para validação do método foi feita uma aplicação em uma grande empresa de revestimentos cerâmicos que opera com uma grande variedade de produtos e os resultados foram apresentados, mostrando ser um método adequado para utilização do *kanban* em ambientes com grande variedade de produtos.

O trabalho considera que, para constatar se o *kanban* é ou não aplicável, duas variáveis devem ser levadas em consideração: a demanda e a frequência de ocorrência do item. Assim, propõe uma classificação ABC - VF (volume e frequência) que relacione essas variáveis, conforme pode ser observado na figura 14, o que permite visualizar o potencial de aplicação do *kanban*.

Figura 14 - Classificação ABC – VF.



Seibel (2004) desenvolveu um modelo de *benchmarking* baseado no sistema produtivo classe mundial com um banco de dados internacional, e o aplicou na indústria exportadora do Brasil, como forma de validá-lo e, ao mesmo tempo, avaliar comparativamente o nível de desenvolvimento do sistema produtivo dessas empresas em relação às empresas internacionais.

O modelo foi proposto na forma de um questionário de coleta de informações sobre o sistema produtivo da empresa, estruturado em três seções principais, perfil da empresa, indicadores de prática e de performance e opinião dos executivos sobre assuntos ligados ao negócio. A parte principal do questionário é composta por 48 indicadores de prática e de performance, que são a base da avaliação do sistema produtivo da empresa estudada. As questões possuem um sistema de pontuação baseado em intervalos que variam de 1 a 5.

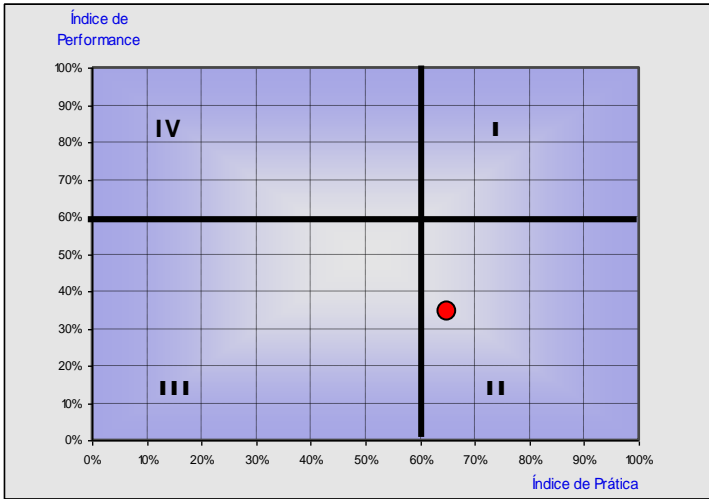
O estudo foi aplicado em 51 empresas catarinenses e teve como resultados, entre outros, que a indústria exportadora catarinense posiciona-se como desafiadora classe mundial, com níveis de prática e de performance acima de 60%.

Andrade (2006) propôs um método de diagnóstico do potencial de implantação da manufatura enxuta na cadeia produtiva têxtil – o *Benchmarking* Enxuto (BME). Ele está estruturado em três etapas principais: preparação, investigação e interpretação.

O método aborda quatro variáveis: demanda; produto; planejamento e controle da produção; e chão de fábrica. Para análise destas variáveis, foi desenvolvido um instrumento de coleta de dados, o qual é composto de 34 indicadores, divididos entre indicadores de prática e de performance do sistema produtivo. O formato escolhido permite que, após sucessivas aplicações do método em diferentes empresas, tenha-se um banco de dados que viabilize a prática de *benchmarking*.

O método foi aplicado em uma amostra de cinco empresas pertencentes à indústria têxtil de Santa Catarina/PR, sendo três de grande porte e duas de médio porte. Os resultados apresentados e comentados possibilitaram o diagnóstico de cada uma das empresas participantes e permitiram testar sua utilidade em relação à sua função principal de apoiar a implantação das práticas e conceitos da Manufatura Enxuta nas empresas.

O resultado do diagnóstico classifica a empresa em uma dos quadrantes que constam no Gráfico 1, o que indica as oportunidades de melhoria que a empresa possui no sentido de obter uma manufatura enxuta.

Gráfico 1 - Gráfico de prática x performance.

FONTE: Seibel (2004 *apud* ANDRADE, 2006, p. 155).

Um dos indicadores utilizados pelo autor e que tem forte ligação com o tema desta Tese está relacionado à performance de chão-de-fábrica: o índice de nivelamento.

Este indicador pretende medir quão nivelado o sistema produtivo é, ou seja, quão próximo, ou distante, está a produção efetiva da demanda real de mercado. A existência de flexibilidade de volume no sistema produtivo é o fator mais importante para que se proceda a um nivelamento da produção de acordo com as reais necessidades de mercado, conforme um sistema produtivo enxuto deve ser.

No entanto, em setores cujos recursos não apresentam flexibilidade de volume ou se trabalha com lotes maiores que a demanda, geram-se estoques, ou se subutiliza o recurso programando-se lotes menores que a capacidade, bem como aumentando os custos fixos e *setups*.

Este indicador pode ser avaliado pela relação (fator de nivelamento) entre os lotes médios de produção e os lotes médios de pedidos dos clientes, e ele será tanto melhor quanto mais próximo da unidade, quando a produção é exatamente igual à demanda. Este é um indicador específico por etapa produtiva.

Para este indicador a pontuação será:

- (cinco) 5, se a empresa tem produção bem nivelada à demanda e apresenta fator de nivelamento abaixo de 1,1;
- (três) 3, se a empresa tem produção parcialmente nivelada à demanda e apresenta fator de nivelamento entre 1,3 e 1,5;
- (um) 1, se a empresa tem produção pouco nivelada à demanda e apresenta fator de nivelamento acima de 2. (ANDRADE, 2006, p. 146).

Nogueira (2007) propôs um método de Avaliação do Desempenho de Práticas Típicas de Produção Enxuta em indústrias de manufatura, com foco nos aspectos operacionais, o qual o denominou como ADPPE. Ele é constituído por oito etapas:

- Avaliação de sua aplicabilidade, que consiste em verificar se os objetivos da estratégia de manufatura podem ser atingidos pela manufatura enxuta;
- Uma avaliação preliminar do quanto à cultura organizacional é consistente com os princípios da produção enxuta, a qual é feita por meio de um *check list*, baseado em requisitos estabelecidos nas normas SAE J4000 e J4001;
- Entrevistas com gerentes para verificar a percepção deles em relação aos pontos fortes e fracos da implementação da produção enxuta;
- Aplicação de um *check list* para avaliar o desempenho de um grupo de práticas enxutas, baseado na percepção de gerentes;
- Desenvolvimento de um *ranking* para avaliar a importância de práticas enxutas, baseado na percepção de alguns gerentes envolvidos na etapa anterior;
- Seleção de indicadores de desempenho que possam quantificar indiretamente o desempenho de práticas enxutas, considerando os indicadores utilizados na empresa e os indicadores utilizados em estudos anteriores;
- Coleta de dados referentes aos indicadores selecionados na etapa anterior;
- Seminário para discutir os resultados obtidos em todas as etapas anteriores.

O método propõe passos para a seleção de indicadores que permitam avaliar as práticas de produção enxuta e propõe uma lista com indicadores que podem ser utilizados para avaliação desse modelo de produção.

Dentre as práticas enxutas avaliadas pelo modelo encontram-se: autonomia, balanceamento da produção, zero defeitos, desenvolvimento de produto enxuto, flexibilização da mão-de-obra, gerenciamento visual, integração da cadeia de fornecedores, *just-in-time*, manutenção produtiva total, mapeamento do fluxo de valor, melhoria contínua, nivelamento da produção, operações padronizadas, tecnologia de grupo e troca rápida de ferramentas.

O método foi desenvolvido e testado em uma empresa fabricante de juntas homocinéticas do Rio Grande do Sul, que possui 1.440 funcionários. Os resultados foram apresentados e comentados, procurando evidenciar a validade do método.

Araújo (2004) propôs um método de implementação da produção enxuta, pautado nos processos de raciocínio da teoria das restrições, procurando estabelecer uma base lógica de relacionamento entre as ações de melhoria a serem desenvolvidas, seus efeitos esperados e os potenciais obstáculos à sua efetiva aplicação. O método foi validado empiricamente por meio da aplicação em uma empresa do setor moveleiro.

Nazareno (2003) abordou em sua Dissertação de Mestrado o problema da implantação da manufatura enxuta nas empresas que possuem produtos com grande variedade de peças e componentes e com características distintas de demanda. Para isso, desenvolveu um método que possibilitasse auxiliar os gerentes na concepção, desenvolvimento, implementação e monitoramento de um processo de transformação enxuta de suas empresas. O método foi concebido para atender implementações em situações que apresentem as seguintes características:

- Produtos complexos com grande variedade de peças;
- Processos de produção em paralelo;
- Peças com diferentes características de demanda (alto e baixo volume, alta e baixa frequência), e que compartilham uma mesma linha de produção;
- Grandes flutuações da demanda ao longo do tempo.

O método é constituído por passos e foca pontos como: os fluxos contínuos e fluxos puxados de produção, o sistema de controle *kanban*, o nivelamento da produção, o mapeamento do fluxo de valor e o arranjo

físico celular.

Ele foi validado empiricamente por meio de duas aplicações: a primeira numa empresa produtora de bebedouros e a segunda empresa produtora de tanques para armazenagem e resfriamento de leite. Na empresa produtora de bebedouros foi feita uma aplicação parcial, obtendo uma redução do *lead time* de produção na ordem de 19,75%. Já na empresa de tanques o método possibilitou uma redução na ordem de 60% do *lead time* de produção e uma redução do estoque global da empresa de cerca de 62%.

Dias (2003) apresentou uma metodologia para avaliação do desempenho em um ambiente de produção enxuta. Os indicadores de desempenho para um sistema enxuto são descritos em relação ao chão-de-fábrica, empresa e cadeia de suprimentos. Foi proposta uma metodologia que permitia a medição do desempenho da empresa, quantificando os benefícios que podem ser esperados com a implementação das técnicas enxutas e feita uma aplicação da metodologia em uma fábrica do setor médico-hospitalar.

Dias (2003) propõe uma metodologia composta por quatro etapas e que tem como objetivo medir a performance de um sistema de produção em relação aos princípios e técnicas relativos à produção enxuta, utilizando simulação computacional.

Tardin (2001) propôs um método para o dimensionamento de supermercados, contemplando-se nesse dimensionamento o impacto no nivelamento da produção. É apresentado um procedimento de controle visual da produção através da utilização dos quadros de nivelamento da produção e de montagem destes. Apresentou ainda a aplicação do método em casos práticos, no sentido de validá-lo.

Tardin (2001) considerou que, como os métodos para o cálculo do número de *kanbans* são muito simples ou muito complexos, isso inibiu algumas empresas ao uso do sistema *kanban* ou o desacredita. Nesse sentido, ele propõe uma forma para o cálculo do número de cartões *kanban* e um procedimento para programação da produção pertinente, a fim de preencher algumas lacunas na teoria.

Segundo o autor essas lacunas são: dificuldade do cálculo correto do número de cartões *kanban*; entendimento do significado e o dimensionamento das faixas coloridas; dificuldade na determinação do ritmo da linha nos casos em que há tempo de processos diferentes ou embalagens de diferentes capacidades. Para validação do método, ele apresentou um cálculo teórico e uma aplicação prática na Visteon Sistemas Automotivos, que inclui o cálculo dos *kanbans* por faixa (verde, amarela e vermelha), supermercados e a montagem do quadro de

nivelamento da produção (*heijunka box*). Os resultados apresentados indicam a diminuição das dificuldades de aplicação prática do *kanban* e do nivelamento da produção (TARDIM, 2001).

Gomes (2002) delineou um modelo de nivelamento da produção à demanda para a indústria de confecção do vestuário segundo os novos paradigmas da melhoria dos fluxos de processo. Para isso, realizou uma pesquisa com catorze empresas do vestuário, objetivando identificar o perfil do setor, bem como para verificar se os procedimentos operacionais utilizados estão coerentes com os ditames do novo ambiente produtivo. Os dados foram obtidos por meio de uma pesquisa de campo que utilizou o questionário como instrumento de coleta de dados, o qual abordou aspectos ligados ao sistema de produção, paradigmas de gestão, planejamento e controle da produção. A partir da revisão bibliográfica realizada e dos resultados obtidos com a pesquisa de campo, foi proposto um modelo de nivelamento da produção à demanda que contempla três etapas: preparação da estrutura (formação e sensibilização das pessoas); preparação do ambiente produtivo (análise e melhoria do sistema de produção e treinamento dos operadores) e elaboração do programa de nivelamento (planejamento mestre da produção nivelado e acompanhado).

Yoshino (2008) apresentou em sua tese um modelo genérico de sistema de produção enxuta para o segmento calçadista, o qual se caracteriza por uma alta variedade de produtos, com lotes de produção cada vez menores.

O autor visitou 10 empresas brasileiras que já vêm utilizando os conceitos da produção enxuta e realizou entrevistas apoiadas por um questionário e um sistema de avaliação da maturidade no uso de 13 elementos da produção enxuta, que foram obtidos a partir da revisão bibliográfica realizada. O objetivo dessas visitas foi de verificar a aplicação “de fato” desses 13 elementos, identificando-os como melhores práticas adotadas pelas empresas. A partir disso, foram construídos alguns modelos de referência que servem como sugestões iniciais para implantação da produção enxuta no segmento de calçados (YOSHINO, 2008).

Para cada um dos 13 elementos verificados por Yoshino (2008) foi efetuada uma avaliação que varia entre 1 e 5. Esses 13 elementos foram: mapa de fluxo de valor; 5S; trabalho padronizado; manutenção produtiva total; sistemas a prova de erros; redução do tempo de *setup*; fluxo contínuo; produção puxada; qualidade; cadeia de fornecedores; *layout*; gestão à vista; eventos *kaizen*. A pontuação 1 significa o nível básico de implementação e o 5 - o avançado. Os resultados por empresa

são apresentados em forma de gráfico radar para cada empresa avaliada.

Dentre os resultados obtidos por Yoshino (2008) foi identificada a utilização por parte de algumas empresas pesquisadas do *heijunka box*, como forma de nivelar a produção. A partir dos resultados encontrados foram identificadas as melhores práticas, o que serviu de base para a elaboração de um modelo de referência para o sistema de produção enxuta do segmento calçadista, que inclui o uso do *heijunka box*.

A pesquisa de Yoshino (2008) identificou o elevado *mix* de modelos e cores como uma das maiores dificuldades para implantar a produção enxuta nas empresas de calçados.

Nogueira e Saurin (2008, *on line*) fizeram uma proposta de avaliação das práticas de produção enxuta a partir da percepção dos envolvidos com a implementação, a qual é composta por oito etapas e faz uso de um *check list*. Para validação do método, o aplicou em uma empresa de grande porte do setor metal-mecânico, que desde 2002 vem adotando a produção enxuta. As práticas de *heijunka*, *just in time* e integração com a cadeia de fornecedores foram as que apresentaram os desempenhos mais desfavoráveis, enquanto que tecnologia de grupo, melhoria contínua e gerenciamento visual foram as práticas que obtiveram os melhores resultados. Quanto à importância, as práticas de operações padronizadas, *just in time* e troca rápida foram as considerados mais importantes, enquanto que a de menor importância foram a flexibilização da mão-de-obra, a tecnologia de grupo e o desenvolvimento de produto enxuto.

Para Nogueira e Saurin (2008, *on line*), os principais métodos de avaliação do grau de implementação da produção enxuta nas empresas (*degree of leanness*) são: o *Shingo Prize* (1988), a proposta de Karlsson e Ahlström (1996), o *Lean Enterprize Model* (1998), as normas *Society of Automotive Engineers* (SAE) J4000 (1999), (identificação e medida das melhores práticas para implementação de operações enxutas), J4001 (implementação de operações enxutas – manual do usuário) e RR003 (exemplos de melhores práticas de conversão para o conceito enxuto na indústria automotiva).

Fernandes *et al.* (2005) propuseram um método baseado em indicadores de desempenho enxutos para a avaliação da implantação da manufatura enxuta nas empresas. Eles apresentaram 36 indicadores que podem ser usados para a avaliação da manufatura enxuta, os quais foram obtidos a partir de uma revisão bibliográfica.

A partir dessa revisão bibliográfica, Fernandes *et al.* (2005) apresentaram os indicadores de desempenho para a manufatura enxuta, que foram reunidos em três grupos: chão de fábrica, empresa e cadeia de

suprimentos. O método propõe um algoritmo em cinco passos que procura responder a questão se a manufatura enxuta é a estratégia mais indicada para a empresa.

Lucato *et al.* (2004) propuseram um modelo para a avaliação do grau de implementação das práticas de manufatura enxuta em uma empresa com base nas normas *Society for Automotive of Engineers* (SAE) J4000 e SAE J4001. O modelo utiliza princípios da álgebra vetorial e sugere uma medida denominada grau de enxugamento, que procura medir o nível de implementação de determinado elemento da referida norma.

Como essas normas não permitem determinar uma medida para o grau de implementação de cada um de seus elementos definidos pelas normas, e, por consequência da empresa como um todo, os autores propuseram uma medida que eles denominaram de grau de enxugamento (LUCATO *et al.*, 2004).

Lima e Didonet (2005) abordaram o problema da decisão sobre a opção estratégica de adotar uma posição que se enquadre dentro de um *continuum*, no qual de um lado está um sistema produtivo totalmente flexível e dinâmico, que é caracterizado como um sistema *just in time*, e de outro um sistema estático, próprio para uso do MRP. Para isso, propuseram um modelo que procurasse identificar o ponto de equilíbrio dentro dessa escala, de tal forma a proporcionar um melhor nível de serviço aos clientes e a redução dos custos operacionais. Foi utilizado para validação do modelo proposto um estudo de caso em uma empresa fabricante de alimentos, com características de produção em massa.

Burcher e Dupernex (1996) consideraram em seu artigo que os dois principais pré-requisitos para a manufatura classe mundial são a cadeia de suprimentos e o processo de controle. Eles observaram que as empresas de classe mundial trabalham com estoques significativamente menores do que as que não são de classe mundial, e que essas possuem uma alta utilização de sua capacidade produtiva. Propuseram então uma metodologia para ajudar, nesses dois pré-requisitos, as empresas de classe mundial que possuem uma produção em lotes repetitivos, a partir das práticas enxutas.

Meier e Forrester (2002) objetivaram em seu artigo esclarecer o conceito de manufatura enxuta. Inicialmente fizeram uma revisão na literatura e identificam os modelos, as variáveis e componentes da produção enxuta que estão presentes nas empresas. A partir disso, eles propõem um instrumento para mensurar o nível de “enxugamento” da empresas. O instrumento foi aplicado em 30 indústrias de cerâmica que produzem utensílios de mesa, localizadas no Reino Unido,

possibilitando uma visão geral de como se encontra esse setor. Com a referida aplicação, o instrumento foi considerado válido para medir o grau de “enxugamento” em outros segmentos industriais.

O instrumento de pesquisa foi dividido em dois níveis: a alta administração e produção, envolvendo este último os gestores das áreas e o pessoal operacional, com questões diferentes para cada um dos níveis. A pesquisa apontou como principais resultados, a partir das hipóteses estabelecidas, que: há uma forte relação entre o compromisso gerencial com o JIT/TQM e investimentos para suporte de infraestrutura para manufatura; há uma correlação entre o desejo das empresas em utilizar a produção enxuta e as mudanças feitas atualmente em sua direção; há uma relação positiva entre os investimentos de suporte a infraestrutura em manufatura e as mudanças necessárias para atender aos princípios enxutos e ao desempenho pertinente. A pesquisa também evidenciou que a produção enxuta está sendo aplicada com sucesso na indústria de utensílios de cerâmica do Reino Unido.

Karlsson e Ahlström (1996) propuseram um modelo para operacionalização da produção enxuta. O modelo procura ajudar às organizações que buscam a manufatura enxuta em questões referentes a efetividade das ações que têm sido tomadas em direção à obtenção da manufatura enxuta e os progressos obtidos nesse sentido. O modelo proposto foi testado em uma empresa multinacional produtora de equipamentos mecânicos e eletrônicos. O modelo propõe indicadores para a referida avaliação distribuídos em nove categorias: eliminação de perdas; melhoria contínua; zero defeitos; *just in time*; produção puxada; equipes multifuncionais; autonomia da mão-de-obra; integração de funções; sistema de informações verticais.

Sánchez e Pérez (2001) desenvolveram e testaram uma lista de verificação para avaliar as mudanças que ocorrem com a implantação da manufatura enxuta. Para isso, utilizaram os resultados de uma *survey* com indústrias localizadas na Espanha e analisaram quais indicadores são mais usados para avaliar as melhorias nos sistemas de produção dessas empresas e os fatores determinantes para o uso desses indicadores.

O artigo também se propõe a difundir o *Balanced Scorecard*, dentro da perspectiva da contribuição dos indicadores da produção para a competitividade da empresa, dentro de uma visão estratégica. Eles propuseram um modelo de estrutura da produção enxuta com seis grupos, para os quais foram definidos 36 indicadores escolhidos a partir da revisão bibliográfica: times multifuncionais; eliminação de atividades que não agregam valor; melhoria contínua; integração dos fornecedores;

produção e entrega *just in time*; sistema de informações flexíveis (SANCHES; PÉRES, 2001).

Para cada um dos indicadores propostos foram apontados quais devem aumentar e quais devem diminuir para que a produção enxuta evolua, como por exemplo: P5 – produção e entrega de lotes grandes deve diminuir; P1 - *lead time* precisa diminuir; EQ 4 – frequência média de rotação de tarefas precisa crescer (SANCHES; PÉRES, 2001).

A aplicação da lista de verificação em 107 empresas com mais de 50 funcionários localizadas na Espanha indicou, entre outros resultados, que os três indicadores mais usados pelas empresas foram: tempo de *setup*; percentual de procedimentos da produção documentados e valor dos produtos e materiais defeituosos em relação às vendas (SANCHES; PÉRES, 2001).

2.6.2 Trabalhos com ênfase na aplicação da produção enxuta/estudo de caso

Forno (2008) utilizou em sua Dissertação de Mestrado os métodos do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e o *Benchmarking Enxuto* (BME), este último desenvolvido no Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para o diagnóstico de sistemas produtivos, aplicando-os em três empresas de Santa Catarina.

A partir da aplicação do MFV e do BME nessas três empresas, Forno (2008) identificou que, de uma forma geral, o primeiro método foca-se no processo operacional, enquanto o BME direciona de forma estratégica dados agregados resultantes da discussão do grupo multidisciplinar. Através das aplicações, concluiu que os métodos se complementam, sendo que o BME aprofunda-se na análise do *layout*, da polivalência, da manutenção, do projeto do produto e da demanda, enquanto que o MFV permite identificar no detalhe cada processo do fluxo, determinando o *lead time* por meio de estoques de matéria-prima, em processo e produto acabado. O MFV caracteriza-se também por ser um método visual de fácil compreensão, que permite enxergar os desperdícios de estoque, de superprodução e de processo, entre outros benefícios.

A aplicação dos métodos foi realizada em três empresas: uma do setor têxtil, outra do setor de eletrônica e que trabalha com grandes lotes, e a última uma pequena empresa do setor cerâmico. Além das naturais diferenças dos sistemas de produção, elas apresentavam também diferentes níveis de maturidade em relação à utilização da

produção enxuta. A aplicação conjunta dos métodos possibilitou a sugestão de melhorias nos processos produtivos dessas empresas.

Em sua Dissertação de Mestrado, Dietrich (2002) utilizou técnicas do Sistema Toyota de Produção em uma empresa fabricante de calçados, principalmente femininos, e destinados à exportação que fabrica de 3,5 a 4 milhões de pares por ano. A partir da utilização prática de cada técnica foi possível a geração de propostas e implantação de melhorias nos processos.

Carraro (2005) avaliou, em sua Dissertação de Mestrado, a implantação da mentalidade enxuta na empresa Parker Hannifen Indústria e Comércio Ltda., que é uma empresa considerada líder global em tecnologia de controle de movimentos, que produz e comercializa 8 grupos de produtos, com cerca de 2.600 linhas, tais como: válvulas, filtros e mangueiras, destinados a outras indústrias. Foram apresentadas e analisadas as aplicações das diversas ferramentas enxutas que ocorreram na empresa, evidenciando os ganhos obtidos.

Carraro (2005) relata que, para a obtenção do nivelamento da produção, o líder do fluxo de valor semanalmente ajustava os recursos necessários às células de produção de acordo com o estabelecido no plano mestre de produção, que é atualizado via MRP. Utilizando uma planilha *excel*, o líder calculava o *takt time* e o número de funcionários necessários para seu atendimento.

Argoud *et al.* (2004) avaliaram as vantagens e limitações da produção enxuta em um ambiente de alta diversidade de produtos e demanda variável. Foi feito um estudo de caso em uma empresa que fabrica rotores injetados de alumínio para motores elétricos. Os autores aplicaram o mapeamento do fluxo de valor para o estado atual e futuro e teceram considerações sobre a viabilidade da produção enxuta em uma empresa em que a demanda pode variar de 500 a 40.000 peças do mesmo produto, o que faria com que o *kanban* tivesse que trabalhar com um maior nível de estoque.

Reis *et al.* (2005) realizaram um estudo de caso em uma empresa fabricante de equipamentos motorizados portáteis, aplicando os princípios do Sistema Toyota de Produção, gerando propostas de melhoria que implicaram na redução do estoque.

Zagonel e Cleto (2007) estudaram o impacto no fluxo unitário de peças na capacidade, estoques, tempo de atravessamento e na alocação de mão-de-obra numa célula de manufatura, bem como seus efeitos no aumento da produção, redução dos prazos de entrega e nivelamento da produção. O estudo foi feito por meio da modelagem de uma célula virtual de usinagem de peças metálicas e da simulação computacional,

tendo sido trabalhados cinco cenários, iniciando com um lote de transferência grande e um *setup* alto e convergindo para um lote unitário (fluxo contínuo) e *setup* baixo.

Walter e Zvirtes (2008) relataram as vantagens que a produção enxuta proporcionou a uma empresa fabricante de compressores de ar localizada em Joinville/SC. Foram aplicadas técnicas do Sistema Toyota de Produção que possibilitaram ganhos de eficiência e flexibilidade para a empresa. Foi feito o nivelamento da produção com a utilização dos seguintes passos: dimensionamento do estoque nivelador, elaboração e configuração do *heijunka* eletrônico, elaboração de procedimentos operacionais padrão e treinamento do programador da produção para a utilização das planilhas que compõem o *heijunka* eletrônico.

Em seu artigo, Anticono e Alves (2008) fizeram uma análise crítica da implementação da manufatura enxuta em uma empresa do segmento de eletrodomésticos, por meio de um estudo de caso na Siber Brasil S.A., que é uma empresa de médio porte situada em São José dos Campos, São Paulo. A implementação trouxe uma redução de 43% no *lead time*, um aumento no giro de estoques de 2,4 para 8,3 vezes ao ano, uma redução na área de estocagem de 25% para 12% e o índice de defeitos foi reduzido de 30.000 ppm para menos de 300 ppm.

Além disso, a melhor distribuição dos funcionários multifuncionais e a redução do tempo de *setup* deram maior flexibilidade e respostas mais rápidas à demanda. O nivelamento da produção e a melhoria dos índices de qualidade e dos estoques possibilitaram uma redução dos custos.

Vergna *et al.* (2005) apresentaram em seu artigo a aplicação das normas SAE J4000 e SAE4001 em uma empresa de produtos de borracha com 2.000 funcionários, objetivando verificar sua eficácia como uma ferramenta de diagnóstico para avaliar o grau de aderência de uma empresa ao padrão *lean* de manufatura. A avaliação foi realizada a partir da análise de documentos obtidos na empresa e de entrevistas. Os autores concluíram que a aplicação é eficiente na obtenção de resultados necessários para formular pareceres sobre o grau de envolvimento de uma empresa com o programa *lean*, possibilitando identificar seus pontos fortes e fracos nesse aspecto.

Alves *et al.* (2006) apresentaram um estudo de caso de implantação da produção enxuta na unidade de cilindros de laminação da Aços Villares S.A. O cilindro é um produto vendido sob encomenda. A aplicação se deu com o uso do mapeamento do fluxo de valor e da utilização de ferramentas *lean*. A implementação resultou em melhorias nos indicadores de produção, quando se comparam os valores de 2004

em relação a 2005, tais como a redução do *lead time* em 9% e aumento na produtividade de 12%.

Bartoli e Silva (2006) partiram da premissa que a manufatura enxuta tem sido aplicada mais frequentemente em processos discretos que utilizam o sistema de produção para estoque ou *make-to-stock* (MTS) do que em empresas que utilizam o sistema de produção por encomenda ou *make-to-order* (MTO). Nesse sentido, os autores descreveram a aplicação de algumas ferramentas *lean* na Siderúrgica Aços Villares S/A. Argumentaram que muitas das ferramentas *lean* usualmente utilizadas em processos MTS são de difícil aplicabilidade em processos MTO, em especial em siderúrgicas.

Apresentaram então o mapeamento do fluxo de valor dos estados atual e futuro e descreveram a aplicação de ferramentas *lean*, bem como seus resultados. Foi mostrado também um simulador de capacidade que foi desenvolvido pelos autores e utilizado na situação em estudo, de tal forma a auxiliar a tomada de decisão do PCP para melhor distribuição das cargas de trabalho em cada área produtiva, com o objetivo, dentre outros, de reduzir os níveis de estoque (BARTOLI; SILVA, 2006).

A partir das aplicações das ferramentas na planta em questão, os autores consideraram que algumas das ferramentas são de difícil aplicação (*kanban* e manufatura celular) ou de aplicação limitada (*just in time*) em empresas siderúrgicas que trabalham MTO.

Tubino *et al.* (2006) partiram da premissa que, embora as ferramentas da manufatura enxuta possam ser aplicadas separadamente, o seu uso conjunto potencializa seus resultados, uma vez que uma ferramenta possibilita melhores resultados na utilização de outras.

Apresentaram um estudo de caso em uma empresa de eletrodomésticos localizada em Santa Catarina/PR que possui cerca de 120 funcionários, onde, antes da implementação do *kanban*, foi feito um estudo para redução dos tempos de troca de ferramentas, a fim de possibilitar a diminuição, de forma econômica, do tamanho dos lotes de produção e aumentar a capacidade produtiva da área de injeção, que era o gargalo produtivo. A fábrica trabalhava com uma produção empurrada, com base em uma previsão de demanda. As demandas da empresa variavam bastante no curto prazo, o que fazia com que fosse necessário manter elevados níveis de estoque, principalmente dos itens injetados, entretanto, era comum a parada da linha de montagem por falta desses itens, que tinham que ser produzidos em regime de urgência. Foi proposta então a utilização de um sistema puxado via *kanban*, de tal forma a possibilitar a produção de pequenos lotes, nivelando-a com a demanda (TUBINO *et al.*, 2006).

O artigo apresenta ainda como foi feita a troca rápida de ferramentas e a implantação da produção puxada via *kanban*, bem como as melhorias nos indicadores de desempenho que essa mudança possibilitou, tais como: redução no nível de estoque e maior flexibilidade da capacidade produtiva.

Melchert *et al.* (2006) avaliaram a aplicação do método da Análise Hierárquica do Processo (AHP) como um instrumento auxiliar para definição da sequência de implantação da manufatura enxuta. A partir das ideias obtidas da revisão bibliográfica, eles propuseram uma sequência de implantação que possui quatro etapas:

- Fase inicial, que constitui os pré-requisitos para a implantação, envolvendo: mudança de mentalidade, envolvimento dos operadores, revisão de indicadores e organização do trabalho (5S);
- Fase de análise, quando é feita a coleta dos dados e analisado o problema. Para isso é feito o mapeamento do fluxo de valor;
- Processo decisório, que é formado pelo delineamento das atividades, desenvolvimento da solução e seleção das ferramentas *lean* que serão utilizadas. Essa etapa envolve as atividades: *layout* celular, fluxo puxado, *setup* rápido, manutenção autônoma e autocontrole;
- Fase de implantação, quando são implantadas as ferramentas e feito seu acompanhamento.

Sendo o AHP um método para apoio à decisão, o qual é constituído por passos e que serve para auxiliar na identificação de prioridades, avaliação de custo benefício, alocação de recursos e determinação de estratégias, entre outros, os autores resolveram estudar sua utilização para análise da implantação *lean*, o que foi feito por meio de um estudo de caso em uma empresa multinacional fabricante de produtos médico hospitalares, que é líder de mercado.

A partir da análise da matriz estratégica importância-desempenho, foi iniciada a implantação do sistema *lean*, conforme as etapas descritas no método proposto. Para o nivelamento da produção foi necessária uma sintonia com a área de vendas. O método AHP serviu como referência para definição da sequência prioritária de implantação das ferramentas enxutas.

Smet e Gelders (1997) descreveram em seu artigo qual o efeito da redução das perdas, consideradas pela abordagem *lean*, nos indicadores de desempenho da produção, tais como *lead time* e de custos de horas-extras. Para isso, utilizaram simulação com o uso do *software*

AutoMod/Simulador. Apresentaram um caso real em uma fábrica de cabines para caminhão. O caso demonstrou que, para este caso específico, o efeito do ataque às perdas em recursos únicos tem pequeno ou regular efeito nos indicadores, por outro lado, um ataque a aspectos mais sistêmicos, como um *layout* deficiente, possibilita importantes melhorias.

Sahoo *et al.* (2008) analisaram a implementação da filosofia *lean* em uma forjaria. O objetivo principal foi desenvolver e testar várias estratégias para eliminação das perdas no piso de fábrica. Foi proposta uma sistemática para implementação dos princípios *lean* e apresentado o mapeamento do fluxo de valor no estado atual e futuro, a partir do qual foram propostas melhorias para eliminação das perdas. Além disso, utilizou o projeto de experimentos de Taguchi visando minimizar os defeitos nos produtos devido a deficiências nas operações. A implementação obteve uma considerável redução no tempo de *setup* e no estoque de produtos em processo.

Stockton e Lindley (1996) abordaram em seu artigo a questão da utilização do *kanban* em um ambiente produtivo constituído por células, as quais são dimensionadas com a utilização da tecnologia de grupo, e destacam como o uso do *kanban* possibilita a produção puxada em um ambiente de alta variedade e baixos volumes de produtos.

Eles relacionaram os motivos pelos quais a abordagem tradicional da configuração das células, partindo apenas da abordagem da tecnologia de grupo, não se mostra adequada para um ambiente que tenha esse tipo de demanda. Dentre esses, está o fato da dificuldade de formação de famílias de produtos que possam justificar a formação da célula. Apresentam um estudo de caso de uma empresa, para evidenciar como as células e o *kanban* podem ser implementados, a partir da identificação de potenciais problemas a serem encontrados e as possíveis soluções, tais como: excesso de capacidade dentro da célula (problema), que pode ser resolvido com a fabricação de equipamentos móveis (potencial solução) (STOCKTON; LINDLEY, 1996).

Motwani (2003) utilizou um estudo de caso para discutir a estratégia utilizada por uma empresa para implementação da produção enxuta e os benefícios advindos dessa implantação. Ele explanou os fatores críticos de sucesso para a referida implantação, utilizando uma estrutura para mudança do processo de negócio.

O estudo de caso foi desenvolvido a partir da experiência de uma empresa de médio porte do ramo automotivo, localizada nos Estados Unidos. De uma forma específica, foram examinados os fatores que facilitaram e os que inibiram a implantação nessa empresa.

Para a análise, a pesquisa utilizou os seguintes *constructos*, sendo cada um deles analisados para o caso em questão: iniciativa estratégica; capacidade de aprendizado; situação cultural da organização; influência da informação tecnológica e capacidade de conhecimento compartilhado; rede de relacionamentos; prática com a gestão da mudança; prática de gestão por processo. Este último *constructo* inclui práticas enxutas que foram observadas na empresa objeto do estudo de caso, tais como: fluxo contínuo, padronização do trabalho, *setup* padrão, *kanban*, *jidoca* e *heijunka*.

Ahlström (1998), a partir da análise de um estudo de caso, examinou a questão da implantação da produção enxuta ser realizada de forma sequencial ou paralela. As conclusões indicam que há uma sequência na qual os princípios enxutos são implementados, mas a gestão da empresa precisa dedicar esforços e recursos para esses de princípios em paralelo. Os princípios enxutos considerados foram: eliminação das perdas; zero defeitos; programação puxada; times multifuncionais; delegação; time de líderes; sistema de informação vertical e melhoria contínua.

Kasul e Motwani (1997) apresentaram em seu artigo um estudo de caso de implantação do Sistema Toyota de Produção em uma empresa de médio porte dos Estados Unidos, fornecedora de componentes eletromecânicos para a indústria automotiva. Foram investigados seis elementos críticos do (STP): fluxo de uma peça; trabalho padronizado e pequeno lote de produção; *setup* padrão; *kanban*; *jidoca* e *heijunka*.

O *heijunka* foi implantado na empresa objeto do estudo de caso de acordo com os seguintes passos:

- Determinação da necessidade de produtos acabados;
- Alocação do espaço físico e preparação da sinalização do local;
- Determinação da frequência de retirada, baseada no *takt time*;
- Construção do *heijunka box* conforme a frequência de retirada;
- Projeto e produção das etiquetas de retirada do *heijunka*;
- Assegurar a produção via *kanban*, baseado na sequência de retirada;
- Treinamento do operador no *heijunka*.

Como resultado da implantação, o estoque foi reduzido de 30 para 16 dias e houve redução no tamanho dos lotes, entre outros ganhos.

Saurin e Ferreira (2008) realizaram um estudo de caso em uma

fábrica de máquinas agrícolas, aplicando uma lista de verificação com 12 práticas e 88 itens de produção enxuta vinculadas ao chão de fábrica, com o intuito de avaliar o nível de implantação da produção enxuta. As práticas e seu correspondente desdobramento em itens da lista de verificação foram baseados na pesquisa bibliográfica realizada pelos autores. Foi criada uma fórmula para pontuar cada uma das práticas, o que possibilitou a avaliação da referida empresa para cada uma das práticas pesquisadas. As 12 práticas avaliadas foram: produção puxada e fluxo contínuo; integração da cadeia de fornecedores; nivelamento da produção; balanceamento da produção; operações padronizadas; flexibilização da mão-de-obra; controle da qualidade zero defeitos; manutenção produtiva total; troca rápida de ferramentas; gerenciamento visual; melhoria contínua; mapeamento do fluxo de valor.

Em sua Tese de Doutorado, Araújo (2010) faz uma pesquisa bibliográfica sobre os fatores causadores do desnivelamento a produção da utilização da capacidade produtiva, tais como: vendas desbalanceadas em relação à capacidade do sistema produtivo, desnivelamento de vendas em relação a determinados períodos e sistemas de premiação e que desencorajam a adoção de comportamentos nivelados. Em seguida apresenta um modelo para representação das entidades envolvidas e seus relacionamentos associados à geração de variabilidade.

2.6.3 Trabalhos com contribuição teórica/conceitual para a produção enxuta

Fernandes e Godinho Filho (2005) discutiram o conceito de paradigmas estratégicos de gestão da manufatura, analisando os principais destes: manufatura em massa atual, manufatura enxuta, manufatura responsiva, customização em massa e manufatura ágil. Ele apresentou um modelo que relaciona estes paradigmas a objetivos estratégicos da manufatura e a fatores ligados ao controle da produção. Foram propostas metodologias para se identificar o paradigma estratégico que uma empresa utiliza, bem como para possibilitar sugerir qual o mais adequado para a referida empresa.

Eles propuseram uma estruturação da manufatura enxuta de acordo com os quatro elementos chave dos paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: direcionadores, princípios, capacitadores e objetivos de desempenho. Os direcionadores são as condições do mercado que possibilitam, requerem ou facilitam determinado paradigma. Os princípios são as ideias que norteiam a empresa na adoção de um paradigma. Os capacitadores são as técnicas e

metodologias que devem ser implementadas. Já os objetivos de desempenho são os objetivos estratégicos de desempenho da produção relacionados com o paradigma (FERNANDES; GONDINHO FILHO, 2005).

Ainda segundo Fernandes e Godinho Filho (2005), para a manufatura enxuta, os elementos direcionadores estão ligados a um mercado estável, que deseja qualidade, baixos custos e de diferenciação de produtos, não sendo um paradigma produtivo adequado para atuar em um mercado imprevisível e turbulento.

Os princípios são os que foram estabelecidos por diversos autores, tais como Womack e Jones (2004): determinar o valor para o cliente; identificar a cadeia de valor; trabalho em fluxo simplificado; produção puxada; busca da perfeição; foco na qualidade; manter o ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro; fornecer ao cliente ampla diferenciação de produtos e pouca diversidade; desenvolvimento e capacitação de recursos humanos; gerenciamento visual; adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto. Os capacitadores são: mapeamento do fluxo de valor; melhorar relação com fornecedores; recebimento *just in time*; arranjo físico celular; fluxo contínuo com tamanho dos lotes reduzidos; trabalhar conforme o *takt time*; *kanban*, manutenção produtiva total; troca rápida de ferramentas; *kaizen*; zero defeito; *poka-yoke*; 5S; *empowerment*; trabalho em equipe; multifuncionalidade dos operadores; comprometimento dos operadores e da alta gerência; utilização de gráficos de controle visual com indicadores de desempenho; ferramentas para projeto enxuto dos produtos, tais como o *Design For Manufacturing and Assembly* (DFMA); trabalhar com sistemas de produção com alta repetitividade, porém com pequena diferenciação de produtos; trabalhar com estratégias de resposta à demanda *make to stock*, *assembly to order* e *make to order*. Para os objetivos de desempenho, o autor considera que a qualidade é o critério ganhador de pedido para o paradigma da manufatura enxuta, enquanto produtividade e variedade são objetivos qualificadores.

Fernandes e Godinho Filho (2005) propõe uma metodologia em quatro passos para identificação do paradigma estratégico de gestão da manufatura em empresas industriais, tendo sido validada por meio da aplicação em seis empresas do ramo calçadista.

Alvarez e Antunes Júnior (2001) procuraram em seu artigo esclarecer o conceito de *takt-time* e suas diferenças em relação ao tempo de ciclo e tempo padrão, tendo como referencial básico o Sistema Toyota de Produção (STP). Eles ressaltaram a importância desse

conceito em diferentes pontos do STP e a aspectos ligados à flexibilidade da produção.

Para Alvarez e Antunes Júnior (2001), *takt-time* é o ritmo de produção necessário para atender a um determinado nível considerado de demanda, dada as restrições de capacidade da linha ou célula. Nessa definição se reconhece que o ritmo de produção necessário pode não ser suportado pelo sistema de produção.

Já o tempo de ciclo, quando se analisa uma operação isolada, ele é igual ao tempo padrão, como é o caso de uma máquina isolada que, se possui um tempo padrão de 2,5 minutos, seu tempo de ciclo será também 2,5 minutos, ou seja, a cada 2,5 min. é produzida uma peça, entretanto, caso se amplie a visão e se fale em uma linha de produção ou uma célula, o tempo de ciclo passa a ser o tempo da execução da operação, ou das operações, no posto de trabalho mais lento (ALVAREZ; ANTUNES JÚNIOR, 2001).

Em virtude da necessidade de compatibilizar o tempo *takt* com o tempo de ciclo, Álvares e Antunes Júnior (2001) mostram uma representação lógica do uso do *takt-time* em função da rotina da operação padrão ou da melhoria. Eles destacam ainda a necessidade de sistemas/esquemas de planejamento capazes de antecipar as flutuações de curto prazo da demanda e/ou da produção. Isso pressupõe a existência de uma estrutura de PCP de alto nível (plano agregado, plano mestre de produção etc.) e uma fonte de articulação com as vendas e o mercado.

Jina *et al.* (1997) abordaram o problema da aplicação da manufatura enxuta em um ambiente de Alta Variedade de Produtos e Baixo Volume (AVBV). Foram discutidas as barreiras para implantação do sistema *lean* nesse ambiente e feitas propostas para sua viabilização, utilizando para isso dois estudos de caso.

Foram apresentadas as principais características de um processo AVBV e abordado o problema da manufatura enxuta nesse ambiente, o qual é caracterizado por três tipos de dificuldade: entendimento do que significa alta variedade e baixo volume; turbulência, a qual pode ser causada pelos fatores mudança de programação, diferenciação do *mix* de produtos, variações de volume de um período para outro e de *design*; como gerir esse sistema.

Para adoção dos princípios enxutos nesse tipo de processo é sugerida uma estrutura que contempla três componentes: projeto do produto voltado para logística e manufatura; organização da manufatura que atenda aos princípios enxutos e integração dos fornecedores. Esses princípios foram aplicados em duas organizações e os resultados das

melhorias obtidas apresentados.

Zayko e Hancock (1998) apresentam suas ideias sobre o que eles consideram os maiores problemas encontrados para a implementação da produção enxuta. Eles levaram em consideração aspectos importantes para a implementação *lean*, tais como: necessidades de treinamento *lean* em diversos níveis da organização, confiabilidade dos equipamentos e máquinas, troca rápida de ferramentas, métodos para obtenção do zero defeito, redução do estoque, nivelamento da produção e o relacionamento com os fornecedores, redução do estoque de produtos acabados, melhor nível de capacitação e responsabilidades dos trabalhadores, comunicação entre os turnos de trabalho. Para cada aspecto considerado foram feitas sugestões de como a empresa pode proceder para reduzir o impacto desses aspectos na obtenção do processo enxuto.

Womack e Jones (2005) propuseram o conceito do consumo enxuto (*lean consumption*) e o apresentam como uma maneira de fornecer todo o valor agregado que os clientes desejam com a maior eficiência possível. Para que isso ocorra, é necessário enfatizar o processo, pois o consumo não é um momento isolado no qual os clientes utilizam o produto ou serviço, mas o resultado de uma cadeia de valor interligada que envolve muitos agentes, incluindo os de fora da organização.

Womack e Jones (2005) estabelecem seis princípios do consumo enxuto, e consideram que sua aplicação envolve toda cadeia logística:

- Resolva os problemas do cliente, garantindo que os bens e serviços funcionam;
- Não desperdice o tempo do cliente;
- Forneça exatamente o que o cliente deseja;
- Forneça exatamente o que o cliente quer e onde desejado;
- Forneça o que o cliente deseja, onde desejado e no tempo desejado;
- Agregue soluções de forma contínua para reduzir o trabalho do cliente e seu aborrecimento.

Spear e Bowen (1999) apresentaram em seu artigo quatro regras que representam a essência do Sistema Toyota de Produção, e que a faz diferente das outras. Enfatizam que o sucesso não está no uso de ferramentas e técnicas, mas sim em outros fatores que fazem parte do seu “DNA”, ou que está implícito. O entendimento do sistema traz em si um paradoxo difícil de compreender: como as atividades, conexões e fluxos são rigidamente definidos e padronizados na Toyota e, ao mesmo

tempo, sua produção é flexível e criativa.

Spear e Bowen (1999) as quatro regras são:

- Regra 1: todo trabalho deve ser altamente especificado no seu conteúdo, sequência, tempo e resultado desejado;
- Regra 2: toda relação cliente-fornecedor deve ser direta e deve existir um processo claro de fazer solicitações e obter respostas;
- Regra 3: o fluxo de trabalho para cada produto ou serviço deve ser simples e direto;
- Regra 4: qualquer melhoria deve ser feita pelo método científico, sob a orientação de um orientador, no nível organizacional mais baixo.

Hines *et al.* (2004) consideraram em seu artigo que, a despeito do sucesso que a aplicação da produção enxuta tem obtido em diversos segmentos empresariais, a abordagem enxuta tem recebido críticas de diversos tipos, tais como: a falta de integração humana e sua limitada aplicação em ambientes que não tenham alto volume e repetitividade. O resultado dessa falta de definição tem levado a abordagens confusas e de indefinição de seus limites em relação a outras abordagens de gestão. A partir da evolução da abordagem enxuta, o artigo procura analisar os principais desvios que têm ocorrido em relação ao pensamento enxuto. É feita uma ligação entre a evolução do pensamento enxuto e a escola da aprendizagem organizacional, a fim de possibilitar uma estrutura para o entendimento da evolução da abordagem enxuta, não apenas como conceito, mas também sua implementação dentro das organizações.

Dentre as principais críticas ao pensamento enxuto, Hines *et al.* (2004) relacionam: falta de contingência (em qual contingência ele pode ser aplicado?); aspectos humanos (alta pressão sobre os funcionários do piso de fábrica, por exemplo); escopo e falta de perspectiva estratégica; lidar com a variabilidade da demanda. Com relação a esse último aspecto, os autores consideram que saber lidar com a variabilidade é um dos pontos chaves da produção enxuta e que várias abordagens têm sido feitas para tratar essa questão, como o *heijunka*, o qual tem se desenvolvido mais recentemente para tratar essa questão.

Hines *et al.* (2004) concluíram que:

- A abordagem enxuta existe em dois níveis: o estratégico e o operacional. Eles sugerem que as ferramentas da produção enxuta sejam utilizadas no piso de fábrica, tendo a Toyota como exemplo. Já o pensamento enxuto na dimensão estratégica da cadeia de valor;

- A abordagem enxuta tem se desenvolvido, o que frequentemente não é reconhecido pelos seus críticos. As ferramentas para o piso de fábrica têm sido utilizadas de forma semelhante à Toyota, contudo, elas têm se desenvolvido a partir dos cinco princípios do pensamento enxuto, que foram estabelecidos por Womack e Jones (1996), o que vai além da mera aplicação no piso de fábrica;
- Organizações que perderam o aspecto estratégico (criação de valor e compreensão do que é valor para o cliente) e supõem que qualidade, custo e entrega é o mesmo que valor para o cliente estão apenas elevando seus custos, sem, necessariamente, criar valor para o cliente.

Yavuz e Akçali (2007) fazem em seu artigo uma avaliação crítica da atual literatura sobre nivelamento da produção, com ênfase em modelos de análise e desenvolvimento de algoritmos que dêem suporte à decisão. Foram discutidas práticas e modelos para nivelamento da produção e feita uma revisão bibliográfica sobre sistemas para nivelamento da produção em diferentes ambientes produtivos. Eles concluem que o assunto nivelamento da produção em ambientes produtivos que não sejam linhas de montagem sincronizadas ainda tem muito que ser explorado, principalmente no que se refere ao que é encontrado na prática das organizações, caracterizando assim, uma lacuna acadêmica nesse aspecto.

2.6.4 Trabalhos com características de levantamento/survey ligados à produção enxuta

Mesquita e Castro (2008) analisaram as práticas de planejamento e controle da produção dos fornecedores da cadeia automotiva brasileira. Para isso, realizaram uma *survey* junto aos fornecedores de autopeças de primeira e segunda camada, utilizando como instrumento de coleta de informações um questionário autoaplicado. Dentre os resultados obtidos, destacam-se: ausência de diferenças significativas entre os fornecedores de nível um e dois; necessidade de aprimorar a coordenação cliente fornecedor; busca de técnicas mais adequadas para a programação da produção; grande lacuna entre teoria e prática em programação da produção.

Utilizaram um questionário constituído por cinco partes: identificação da empresa; previsão de demanda; programação da produção; estoques; avaliação do PCP. Foram enviados 220

questionários, sendo que 46 empresas responderam.

Os principais resultados foram:

- Obteve-se uma mediana de cinco dias para o estoque de produtos acabados, que é elevado para os padrões de produção enxuta;
- O fornecedor nível 2 tem estoque de produtos acabados ligeiramente superior em relação ao nível 1. Isso evidencia que os estoques aumentam à montante da cadeia de fornecimento, pois acabam sendo os estoques que possibilitam a entrega JIT;
- Cerca de 70% dos respondentes afirmaram que o maior problema enfrentado pelo PCP é a mudança frequente da programação dos clientes e alta incidência de pedidos urgentes;
- A falta de coordenação nos elos da cadeia é contornada com a utilização de estoques de segurança e reservas de capacidade produtiva.

Buxey (2003) abordou em seu artigo a questão do modelo de planejamento agregado da produção para lidar com as variações sazonais das vendas, e considerou que as empresas têm falhado no uso de algoritmos que possam resolver esse problema. O artigo revela porque os métodos não têm se mostrado interessantes para as empresas e considera o planejamento agregado uma ilusão. Na prática, os planejadores elaboram o Plano Mestre de Produção (MPS) de acordo com uma estratégia de produção preferida. Quando o MPS se mostra inviável, o gestor utiliza outra estratégia predeterminada. Os estoques resultantes dessa forma de trabalho trazem riscos financeiros, entretanto, as empresas têm usado medidas para lidar com essa situação. Para buscar respostas para essa questão o autor pesquisou 42 fábricas. Com relação à abordagem JIT, ele considera incoerente tratar os estoques como uma perda e ao mesmo tempo dar liberdade para que o sistema produtivo mantenha estoques para desenvolver um nivelamento das entregas, pois o estoque de produtos acabados é o que possui maior custo.

Sohal e Egglestone (1994) realizaram uma pesquisa com o objetivo de conhecer: a extensão da implementação da produção *lean* nas indústrias da Austrália; os benefícios advindos do *lean*; as mudanças estruturais que foram necessárias para a implantação e examinar futuras tendências para a manufatura *lean*. Foram pesquisadas 52 empresas, incluindo as maiores organizações da Austrália.

Dentre outros resultados da pesquisa apresentados, observa-se que 61% das empresas adotam o JIT, e o *kanban* é utilizado em apenas 39% das empresas pesquisadas. Nesse ponto, os autores comentam se se pode considerar essas 61% das empresas com verdadeiramente JIT. Cerca de 82% das empresas pesquisadas responderam que estão utilizando alternativas para redução do nível de estoque, usando entre outros: *kanban*, melhorando o *layout*, eliminando os estoques de segurança e utilizando células flexíveis de manufatura. Já 60% das empresas pesquisadas têm alterado sua política de manufatura em razão do *lean*, o que inclui, entre outras, melhorias na flexibilidade da manufatura e no fluxo de materiais (SOHAL; EGGLESTONE, 1994).

Shah e Ward (2003) examinaram o efeito de três fatores – tamanho, idade da planta, e nível de sindicalização – na implementação de 22 práticas de manufatura que são chaves na produção enxuta. Além disso, relacionaram entre si as práticas JIT, *Total Quality Management* (TQM), *Total Preventive Maintenance* (TPM) e Gestão de Recursos Humanos (GRH). O estudo evidencia que o tamanho da planta tem forte influência na implementação da manufatura enxuta, enquanto a idade e o nível de sindicalização têm menos influência do que se poderia imaginar.

Para isso, estabelecem quatro proposições: 1. Nas plantas sindicalizadas é menos provável a implantação do *lean* em relação às não sindicalizadas ou parcialmente sindicalizadas; 2. Em plantas antigas é menos provável a implementação do *lean* do que em plantas mais novas; 3. Em fábricas maiores é mais provável a implantação do *lean* quando comparadas com fábricas menores; 4. A implementação de “pacotes” *lean* (conjunto de práticas *lean*, no caso do artigo considerados como JIT, TQM, TPM e GRH) tem um impacto positivo na gestão das operações (SHAB; WARD, 2003).

Os resultados da pesquisa indicam que não há significativo impacto do nível de sindicalização na implantação de práticas enxutas. Já a idade da planta tem algum impacto na implantação de práticas *lean*. Nas plantas maiores, vinte práticas *lean* são mais amplamente implantadas, quando comparadas com pequenas empresas. Os “pacotes” *lean* estão ligados a uma alta performance das operações, estando positivamente associadas.

Achanga *et al.* (2006) pesquisaram os fatores críticos que constituem fatores de sucesso para implementação da produção enxuta em pequenas e médias empresas. Para isso, foram estudadas dez empresas desse porte localizadas no leste do Reino Unido. O estudo possibilitou a identificação de vários fatores críticos de sucesso.

Inicialmente, eles afirmaram que a produção enxuta não tem sido utilizada por um significativo número de pequenas e médias empresas. Isso acontece porque elas necessitam que os custos da implantação e seus benefícios sejam projetados antes de ingressarem no processo, ou seja, elas não têm segurança que os benefícios, alguns deles intangíveis, sejam compensadores.

A pesquisa identificou que há quatro fatores-chave de sucesso para implantação da manufatura enxuta nessas empresas: liderança e gerenciamento; finanças; habilidade e excelência; cultura e ambiente organizacional. Dentre esses, a liderança e o gerenciamento têm mais forte influência, representando 50% em termos proporcionais.

Panizzolo (1998) estudou 27 empresas industriais da Itália, que são consideradas de excelência e que operam no mercado internacional, para saber como a produção enxuta está sendo adotada, a fim de conhecer as áreas que são caracterizadas por maiores problemas e dificuldades.

Ele considerou que, de uma forma geral, o debate acerca do modelo da produção enxuta pode ser feito em diferentes níveis. O primeiro se refere aos aspectos das mudanças internas na empresa. O segundo nível está ligado ao relacionamento da empresa com outras, fornecedora de materiais, por exemplo, e com seus consumidores. O terceiro nível aborda o relacionamento da empresa com aspectos específicos do país onde a organização atua, tais como fatores políticos, econômicos, culturais, sociais e de legislação.

Panizzolo (1998) se propôs a responder a algumas questões referentes ao primeiro e segundo nível. De uma forma mais específica, a pesquisa buscou conhecer: como o modelo da produção enxuta tem sido adotado e quais são as práticas mais disseminadas; identificar as áreas que são caracterizadas por maiores problemas e dificuldades, e conhecer os fatores críticos para a implementação; elucidar as implicações (da empresa com seus fornecedores e clientes) e a operação e gerenciamento da filosofia da produção *lean*.

Para isso, estabeleceu áreas de intervenção e relacionadas a elas os programas de melhoria pertinentes, tais como: redução do tempo de *setup*, manufatura celular, nivelamento da produção, entre várias outras. As áreas de intervenção citadas foram: processos e equipamentos; planejamento e controle da produção; recursos humanos; projeto do produto; relacionamento com os fornecedores; relacionamento com os clientes (PANIZZOLO, 1998).

No que se refere ao PCP, o trabalho de Panizzolo (1998) mostrou que muitas das empresas estão adotando práticas inovadoras, tais como:

a sincronização e nivelamento da produção, produção puxada, vários níveis de planejamento-mestre da produção e programação com capacidade finita.

Santolo e Calarge (2007) apresentaram os principais resultados de uma pesquisa realizada com empresas do setor automobilístico situadas na região de Piracicaba/SP, que teve como objetivo conhecer o grau de aderência dessas empresas ao sistema *lean production*. A ferramenta empregada para a pesquisa foi a norma SAE J4000, a qual concluiu que as empresas participantes possuem um grau de aderência que varia bastante, chegando em algumas empresas a mais de 70% (bom nível) e em outras em pouco mais de 20%, o que denota a possibilidades de melhoria nessas empresas.

A norma J4000 da SAE tem por objetivo identificar as melhores práticas na implementação de uma operação enxuta em uma organização industrial. A norma é composta por 52 componentes divididos em seis elementos: ética e organização; pessoas e recursos humanos; sistema de informação; relação cliente/fornecedor e informação; produto e gestão do produto; produto e fluxo de processos.

2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os livros pesquisados citam com frequência a dificuldade que as organizações possuem em nivelar a produção, embora considerem isso uma questão central em razão dos efeitos que o desnivelamento causa em toda cadeia de abastecimento, tal como o efeito chicote, e dos desperdícios que isso provoca, notadamente o de superprodução.

Muitas das teses, dissertações e artigos pesquisados se dedicaram a propor métodos para avaliação ou implementação da produção enxuta, onde o nivelamento da produção foi, com frequência, abordado como uma importante prática enxuta. Alguns trabalhos identificaram em suas pesquisas iniciativas para o nivelamento da produção, com maior ênfase nos aspectos operacionais, tal como o *heijunka box*, entretanto, sem responder ao problema central desta Tese. Os trabalhos de aplicação da manufatura enxuta e os levantamentos feitos com vários segmentos empresariais mostram a utilização de técnicas e ferramentas, incluindo o nivelamento da produção, e os resultados obtidos, mas também não esclarecem a questão colocada.

Os trabalhos de natureza teórica/conceitual trazem contribuições para a melhor compreensão e ampliação do conhecimento sobre os processos *lean*, porém, sem tratar da operacionalização do PMP, o que pressupõe o *heijunka*.

A tabela 2 mostra um resumo dos temas que foram enfatizados nos trabalhos pesquisados, separados por categorias. Nesta, pode-se verificar que 26,5% dos assuntos que foram objeto de estudo nos artigos se referem aos princípios da produção enxuta, que aqui foram considerados como todas as abordagens que estudaram a produção enxuta em seu sentido mais amplo e, eventualmente, utilizam algumas ferramentas, mas tratadas de uma forma conjunta, e não específica ou destacada. Dentre essas práticas/técnicas/ferramentas encontraram-se muitos trabalhos com referências ao nivelamento da produção, colocando-o como um importante papel para a obtenção do *lean*.

Já os trabalhos que abordaram de uma forma mais específica o nivelamento da produção, mesmo que, em alguns casos, juntamente com outras técnicas, deram ao *heijunka* uma participação em relação aos temas abordados de 11,5%, alguns dos trabalhos com propostas de métodos para o nivelamento da produção, mas sem uma ligação clara com o PMP, e em outros como sendo ele um importante aspecto a ser considerado ao se realizar diagnósticos, análises e avaliações dos processos de implantação enxuta.

Observa-se também um percentual importante em relação às pesquisas sobre o *kanban* (12,4%) e TRF (7,9%), que são, notadamente a TRF, facilitadores para uma produção nivelada. Deve-se salientar que outros aspectos da produção enxuta também foram discutidos nos artigos, mas estes não constam na tabela por se entender que não serviram de objeto de estudo específico, ou que são de natureza muito ampla e também comuns a outros modelos de gestão, e não necessariamente à produção enxuta.

Essas considerações constataam que há uma lacuna do conhecimento que esta Tese se propõe a preencher, uma vez que, o nivelamento do PMP é citado como relevante nos trabalhos pesquisados, bem como na literatura especializada, como se pode perceber nas afirmações de Liker (2005, p.124), que considera “o nivelamento da produção como ‘fundamental’ para a eliminação dos desperdícios, que é a essência do *Lean*”; e de Slack *et al.* (2008, p.382), onde afirma que “os benefícios da programação nivelada podem ser ‘substanciais’, entre outros autores.”

Entretanto, não se pesquisou ainda como as empresas que buscam a produção enxuta vêm operacionalizando seu PMP, o que motivou este autor a desenvolver um método que permita caracterizar a relação do PMP com a produção enxuta, e para possibilitar o correspondente diagnóstico das empresas com relação a esse aspecto, colaborando assim com o processo de implantação desse paradigma produtivo.

Pelo que foi aqui apresentado, pode-se considerar o caráter de ineditismo desta Tese, bem como sua relevância, novidade e oportunidade, uma vez que irá colaborar com o conhecimento científico.

Tabela 2 - Resumo dos temas enfatizados nos trabalhos pesquisados.

Categories dos trabalhos pesquisados	Princípios enxutos*	Kamban	TRF	Layout Celular	MFV	Takti Tempo de ciclo	Heijunka	Projeto do Produto	Gestão da Demanda	Qualidade (jitoka, zero defeito)	Flexibilidade da mão-de-obra	TPM	Fornecedores	Total por Categoria
Modelo / Método	6	8	4	5	3	1	8	3	1	3	7	3	7	59
Aplicação / estudo de caso	13	6	5	1	4	1	3			3	1	1	1	39
Teórica / Conceitual	6					1	1							8
Levantamento / Survey	5						1						1	7
Total por Assunto Enfatizado	30	14	9	6	7	3	13	3	1	6	8	4	9	113
Participação Percentual	26,5	12,4	7,9	5,3	6,2	2,6	11,5	2,6	0,9	5,3	7,0	3,5	7,9	100%

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

* Princípios enxutos significam abordagens que tratam de uma forma mais ampla a produção enxuta, sem se dedicar a alguma prática, técnica ou ferramenta específica.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 ENFOQUE DA PESQUISA

Segundo Triviños (2005) há três enfoques para pesquisa em Ciências Sociais: o Positivismo, a Fenomenologia e o Marxismo.

Um dos princípios fundamentais do positivismo é a busca da explicação dos fenômenos através das relações dos mesmos e a exaltação da observação dos fatos, sendo necessário uma teoria para ligar esses fatos, possibilitando assim a percepção dos mesmos. Ele tem como uma de suas principais características considerar a realidade como formada por partes isoladas. O enfoque positivista enfatiza as relações entre as variáveis, que devem ser objetivamente medidas, destacando o apoio da estatística para atingir essa finalidade. A visão estática, fixa, fotográfica da realidade talvez seja seu traço mais peculiar.

A fenomenologia é o estudo das essências, e todos os problemas, segundo ela, tornam a definir essências: a essência da percepção, a essência da consciência, por exemplo. Mas também a fenomenologia é uma filosofia que substitui as essências na existência e não pensa que se possa compreender o homem e o mundo de outra forma senão a partir de sua facticidade. É ambição de uma filosofia que pretende ser uma ciência exata, mas também uma exposição do espaço, do tempo e do mundo vivido.

O marxismo compreende três aspectos principais: o materialismo dialético, o materialismo histórico e a economia política. O materialismo dialético é a base filosófica do marxismo e como tal realiza a tentativa de buscar explicações coerentes, lógicas e racionais para os fenômenos da natureza, da sociedade e do pensamento. O materialismo histórico é a ciência filosófica do marxismo que estuda as leis sociológicas que caracterizam a vida da sociedade, de sua evolução histórica e da prática social dos homens, no desenvolvimento da Humanidade

Ainda segundo Triviños (2005), no enfoque positivista a formulação do problema de pesquisa deve ressaltar as relações entre os fenômenos, sem aprofundar na busca das causas. Na linha teórica fenomenológica, o significado e a intencionalidade possivelmente sejam colocados em relevo. Entretanto, no estudo de natureza dialética, destacar-se-ão os aspectos históricos, as contradições, as causas etc. O fenomenológico põe em relevo as percepções dos sujeitos e, sobretudo, salienta o significado que os fenômenos têm para as pessoas.

Esta pesquisa tem um enfoque fenomenológico, o que pode ser avaliado a partir do enunciado do problema (Como as empresas que buscam a implementação da manufatura enxuta vêm operacionalizando seu planejamento mestre de produção?), uma vez que busca explicar as relações entre variáveis que influenciam no estabelecimento de um planejamento mestre de produção para a manufatura enxuta, enfatizando seu significado e impacto, sem a utilização de medidas específicas de variáveis que necessitem de comprovação estatística, o que não a enquadra, assim, dentro do enfoque positivista.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Gil (2002), sob o ponto de vista de abordagem do problema, a pesquisa pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa. A pesquisa quantitativa procura traduzir em números, informações e opiniões para classificá-las e analisá-las. Para isso, faz uso das técnicas estatísticas. Já a qualitativa, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, sendo o ambiente natural a fonte direta para a coleta de dados. Nesta, o pesquisador é o instrumento-chave. A pesquisa qualitativa é descritiva e o pesquisador tende a avaliar os dados indutivamente.

Esta pesquisa é qualitativa, uma vez que ela busca descrever e explicar as relações, não estatísticas, entre as variáveis de pesquisa estabelecidas, a partir da explicação do que ocorre na realidade das empresas (multicasos), utilizando para isso um método proposto, que representa o instrumental metodológico. A hipótese de que as empresas que utilizam a manufatura *lean* adotam o nivelamento do plano mestre de produção para dar suporte a essa implementação será verificada nas empresas escolhidas, o que dará suporte a um raciocínio indutivo com relação à identificação da maneira como as empresas realizam seu plano mestre de produção, bem como ela lida com as variáveis que influenciam nesse processo.

3.3 TIPO DE ESTUDO

Triviños (2005) considera que, de uma forma geral, existem três tipos de estudos cujas finalidades são diferentes: estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos experimentais.

Os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade

específica, buscando antecedentes e maior conhecimento para, em seguida, planejar uma pesquisa descritiva ou experimental. Outras vezes, deseja delimitar ou manejar com maior segurança uma teoria cujo enunciado resulta, demasiadamente amplo para os objetivos da pesquisa que tem em mente realizar.

Os estudos descritivos objetivam descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade. Os estudos descritivos fazem a coleta, ordenação e classificação dos dados, mas também podem estabelecer relações entre variáveis. Este tipo de estudo se denomina estudo descritivo e correlacional. Outros estudos descritivos se denominam estudos de caso. Estes estudos têm por objetivo aprofundarem a descrição de determinada realidade.

No estudo de caso os resultados são válidos só para o caso que se estuda. Ele não representa uma amostragem e seu objetivo é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística). O grande valor do estudo de caso é fornecer o conhecimento aprofundado de uma realidade delimitada que os resultados atingidos podem permitir e formular hipóteses para o encaminhamento de outras pesquisas (YIN, 2005).

Se o estudo de caso incide sempre sobre um caso particular, examinado em profundidade, toda forma de generalização não é por isso excluída. Com efeito, um pesquisador seleciona um caso, na medida em que este lhe pareça típico, representativo de outros casos análogos. As conclusões gerais que ele tirará deverão, contudo, ser marcadas pela prudência, devendo o pesquisador fazer prova de rigor e transparência no momento de enunciá-las (LAVILLE; DIONNE, 1999).

A vantagem mais marcante dessa estratégia de pesquisa é a possibilidade de aprofundamento, pois os recursos se vêm concentrados no caso visado, não estando o estudo submetido às restrições ligadas à comparação do caso com outros casos. Para Triviños (2005), o estudo de caso é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa aprofundadamente.

O estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico (MERRIAM, 1988, *apud* BIKLEN; BOGDAN, 2003).

A essência do estudo de caso é tentar esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados. Ele investiga um fenômeno dentro de seu contexto da vida real (YIN, 2005).

O estudo de caso deve se adequar a quatro princípios relevantes que impactam na sua qualidade: construir validade; possuir validade interna; possuir validade externa; apresentar confiabilidade. Construir validade significa usar meios de coleta de dados que minimizem o caráter subjetivo. A validade interna refere-se à ligação causal lógica entre as proposições iniciais e as conclusões. A validade externa preocupa-se com os limites dos resultados obtidos da pesquisa e com as situações onde podem ser usados. Finalmente, a confiabilidade está relacionada ao rigor metodológico que possa garantir que os resultados obtidos serão os mesmos ao se repetir as mesmas fases de estudo naquele caso (YIN, 2005).

O estudo de caso visa, sobretudo, à profundidade. Assim, tal estudo bem conduzido não poderia se contentar em fornecer uma simples descrição que não desembocasse em uma explicação, pois como sempre, o objetivo de uma pesquisa não é ver, mas, sim, compreender (LAVILLE; DIONNE, 1999).

Um aspecto interessante do estudo de caso é o de existir a possibilidade de estabelecer comparações entre dois ou mais enfoques específicos, o que dá origem aos estudos de comparativos de casos. Se não houver a necessidade de perseguir objetivos de natureza comparativa, o pesquisador pode ter a possibilidade de estudar dois ou mais sujeitos, organizações etc. Trata-se então de estudos multicasos.

Nos estudos experimentais a experimentação consiste em modificar deliberadamente a maneira controlada das condições que determinam um fato ou fenômeno e, em observar e interpretar as mudanças que ocorrem neste último. O estudo experimental estabelece as causas dos fenômenos, determinando qual ou quais são as variáveis que atuam, produzindo modificações sobre outras variáveis. A seleção da amostra, de forma aleatória, é essencial para a formação dos grupos experimental e de controle.

Esta pesquisa se caracteriza como uma pesquisa exploratória e descritiva, que utilizará o estudo multicasos como forma de validação do instrumental metodológico que será criado para esse fim (método), e para possibilitar, ainda, o estudo das relações entre o PMP e a manufatura enxuta.

Ela é exploratória porque permite um maior conhecimento sobre a obtenção do *heijunka*. A partir da hipótese estabelecida possibilita o aprofundamento da realidade vivenciada pelas organizações que adotam a produção enxuta como paradigma produtivo. Possibilita ainda verificar na prática empresarial como os pressupostos teóricos da ME estão sendo utilizados. Ela é descritiva porque descreve com precisão como se

relacionam as variáveis que constam na figura 16, a partir de uma constatação real, utilizando multicaseos. O propósito desta pesquisa em si não é a avaliação dos multicaseos, mas sim testar o instrumental metodológico para mostrar que ele possibilita responder de forma adequada ao diagnóstico pretendido.

A escolha das empresas para participar da pesquisa foi feita a partir dos seguintes critérios: ter implantado ou possuir iniciativas de implantação da manufatura enxuta em andamento; estar disponível para participar da pesquisa.

3.4 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Uma variável pode ser considerada como uma classificação ou medida; uma quantidade que varia; um conceito operacional, que contém ou apresenta valores; aspecto, propriedade ou fator, discernível em um objeto de estudo e passível de mensuração. Os valores que são adicionados ao conceito operacional, para transformá-lo em uma variável, podem ser quantidades, qualidades, características, magnitudes, traços etc., que se alteram em cada caso particular e são totalmente abrangentes e mutuamente exclusivos. Na pesquisa qualitativa a variável deve ser descrita (TRIVIÑOS, 2005).

3.4.1 Variáveis independentes

Variável independente (x) é aquela que influencia, determina ou afeta outra variável; é fator determinante. Representa uma condição ou causa para determinado resultado, efeito ou consequência; é o fator manipulado (geralmente) pelo investigador, na sua tentativa de assegurar a relação do fator com um fenômeno observado ou a ser descoberto, para ver que influência exerce sobre um possível resultado (LAKATOS; MARCONI, 2007).

3.4.2 Variáveis dependentes

Variável dependente (y) consiste naqueles valores (fenômenos, fatores) a serem explicados ou descobertos, em virtude de serem influenciados, determinados ou afetados pela variável independente; é o fator que aparece, desaparece ou varia à medida que o investigador introduz, tira ou modifica a variável independente; a propriedade ou fator que é efeito, resultado, consequência ou resposta a algo que foi manipulado (variável independente). A variável independente é o

antecedente e a variável dependente é o consequente (LAKATOS; MARCONI, 2007).

Nesta pesquisa são utilizadas como variáveis de pesquisa independentes: flexibilidade dos recursos; tempos envolvidos no processo; aspectos facilitadores; sistemática de elaboração do PMP. O nível de nivelamento da produção obtido com o planejamento mestre é a variável dependente. Essas variáveis são descritas com detalhe na seção 3.9, onde é apresentado o método proposto.

Essas quatro variáveis independentes serão pesquisadas dentro das organizações para comprovar ou não a hipótese estabelecida. A literatura sobre manufatura enxuta já descreve que essas variáveis influenciam o nivelamento da produção e o atendimento das demandas de curto prazo, que caracterizam um processo enxuto, razão pela qual elas foram escolhidas, tendo por embasamento a pesquisa bibliográfica realizada.

3.5 COLETA DE DADOS NA PESQUISA QUALITATIVA

Lakatos e Marconi (2007) consideram que existem vários procedimentos para a coleta de dados na pesquisa qualitativa, os quais variam de acordo com as circunstâncias ou com o tipo de investigação: coleta documental, observação, entrevista, questionário etc.

O procedimento mais utilizado para averiguar a validade do instrumento de pesquisa é o teste-preliminar ou pré-teste. Seu objetivo é verificar até que ponto esses instrumentos têm, realmente, condições de garantir resultados isentos de erros. Em geral, é suficiente realizar a mensuração em 5 ou 10% do tamanho da amostra. Ele pode ser aplicado a uma amostra aleatória representativa ou intencional. Quando aplicado com muito rigor, dá origem ao que se designa por pesquisa-piloto (LAKATOS; MARCONI, 2007).

3.5.1 Os instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos para coleta de dados na pesquisa qualitativa podem ser divididos conforme os itens a seguir (LAKATOS; MARCONI, 2007):

a) Observação:

A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos

da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar.

b) Entrevista:

Para Lakatos e Marconi (2007), a entrevista tende a enriquecer mais as respostas, uma vez que a pobreza das respostas do questionário pode comprometer os objetivos da pesquisa. A entrevista estruturada, por exemplo, se constrói exatamente como um questionário uniformizado com suas opções de respostas determinadas, salvo se, em vez de apresentadas por escrito, cada pergunta e as respostas possíveis são lidas por um entrevistador que anota ele mesmo, sempre assinalando campos ou marcando escalas, o que escolhe o entrevistado.

O pesquisador pode também usar a forma mista de entrevista, em que algumas questões são acompanhadas de uma opção fechada de respostas enquanto outras são abertas.

A entrevista oferece maior amplitude que o questionário, não estando presa a um documento entregue, os entrevistadores permitem-se, muitas vezes, explicitar algumas questões no curso da entrevista, reformulá-las para atender às necessidades do entrevistado.

As características desse tipo de entrevista distanciam-se então daquelas do tipo estruturado, mas não sem seus inconvenientes: a flexibilidade adquirida se traduz por uma perda de uniformidade, que atinge agora, tanto as perguntas como as respostas. As medidas estatísticas tornam-se mais difíceis, se não impossíveis, e a análise deve tomar uma coloração nova.

Já a entrevista semi-estruturada: série de perguntas abertas, feitas verbalmente em uma ordem prevista, mas na qual o entrevistador pode acrescentar perguntas de esclarecimento.

c) Questionário:

O questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.

Depois de redigido, o questionário precisa ser testado antes de sua utilização definitiva, aplicando-se alguns exemplares em uma pequena população escolhida. Este pré-teste serve também para verificar se o questionário apresenta três importantes elementos: fidedignidade – qualquer pessoa que aplicar obterá sempre os mesmos resultados; validade – os dados recolhidos são necessários à pesquisa: operatividade

– vocabulário acessível e significado claro.

Quanto à forma, as perguntas, em geral, são classificadas em três categorias: abertas, fechadas e de múltipla escolha (LAKATOS; MARCONI, 2007).

As perguntas devem ser feitas abordando o tema visado e escolhidas em função da hipótese. Para cada uma dessas perguntas, oferece-se aos interrogados uma opção de respostas, definida a partir dos indicadores. Outra forma possível de questionário é quando enunciados lhes são propostos, cada um, acompanhado de uma escala (frequentemente dita escala de Likert) (LAKATOS; MARCONI, 2007).

Se o pesquisador teme que os inconvenientes do questionário padronizado o impeçam de atingir seu objetivo, pode-se voltar para os outros instrumentos e técnicas, tais como usar um questionário de respostas abertas. Como o anterior ele compõe-se de questões cuja formulação e ordem são uniformizadas, mas para as quais são oferecidas mais opções de respostas. A impositividade evocada antes desaparece, o interrogado acha um espaço para emitir sua opinião.

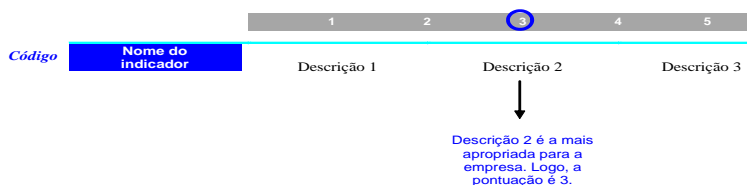
Tal instrumento mostra-se particularmente precioso quando o leque das respostas possíveis é amplo ou então imprevisível, mal conhecido. Em contrapartida, se uma questão é ambígua, o interrogado não tem mais referência para esclarecê-la. As respostas fornecidas podem estar muito longe das expectativas do pesquisador.

Na etapa do tratamento dos dados, o pesquisador terá de construir categorias e ele mesmo deverá interpretar as respostas dos sujeitos em função dessas categorias. A obrigação de redigir uma resposta poderá provocar a aversão a vários dos interrogados previstos, seja por preguiça ou porque não se sentem capazes: por isso, a taxa de respostas se achará reduzida (LAKATOS; MARCONI, 2007).

3.5.1.1 Instrumento de coleta de dados utilizado nesta pesquisa

Esta pesquisa aplica dois instrumentos para coleta de dados: o questionário, com suas opções de resposta já pré-estabelecidas e utilizando uma escala de Likert, conforme pode ser observado na figura 15. Essa maneira de formulação das perguntas está alinhada aos trabalhos desenvolvidos por Seibel (2004) e Andrade (2006) e do Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP) do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, e a entrevista. A entrevista é utilizada na reunião de consenso com a equipe que respondeu ao questionário, a fim de validá-lo.

Figura 15 - Sistema de pontuação do questionário.



FONTE: Seibel (2004).

Esta pesquisa utilizou um teste piloto do instrumento de pesquisa desenvolvido em uma das empresas que foram pesquisadas, a fim de verificar possíveis necessidades de ajustes. Após isso, ele foi aplicado nas outras empresas.

3.6 TÉCNICAS DE PESQUISA

Lakatos e Marconi (2007) relacionam as técnicas de pesquisa de acordo com os itens a seguir:

- a) Documentação indireta: é a fase da pesquisa realizada com o intuito de recolher informações prévias sobre o campo de interesse. O levantamento de dados, primeiro passo de qualquer pesquisa científica, é feito de duas maneiras: pesquisa documental (ou de fontes primárias) e pesquisa bibliográfica (ou de fontes secundárias).
 - a.1) Pesquisa documental: a característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois.
 - a.2) Pesquisa bibliográfica (ou de fontes secundárias): abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema em estudo.

Esta pesquisa realizou uma ampla pesquisa bibliográfica sobre o tema, a fim de evidenciar seu ineditismo e para também conhecer o estado da arte sobre o objeto de pesquisa. Não foram encontrados trabalhos que abordem a questão do PMP na manufatura enxuta, da forma como esta pesquisa de propõe.

- b) Documentação direta: constitui-se, em geral, no levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem, através de pesquisa de campo ou de laboratório.
- b.1) Pesquisa de campo: é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou ainda, descobrir novos fenômenos ou a relação entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes para analisá-los.

Esta pesquisa realizará uma pesquisa de campo com oito processos produtivos.

3.7 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A partir do que foi explanado nas seções anteriores, é possível, de forma sucinta, construir o quadro 3, onde se observa o enquadramento metodológico desta pesquisa.

Quadro 3 - Enquadramento metodológico da pesquisa.

Enfoque da Pesquisa	Método de Pesquisa	Tipo de Estudo	Variáveis da Pesquisa	Instrumento de Coleta de Dados	Técnicas de Pesquisa
Fenomenológico	Qualitativa	Exploratório e Descritivo; Estudo de Caso	<p>Dependente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivelamento da produção (<i>heijunka</i>) <p>Independentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidade dos recursos; - Tempos envolvidos no processo; - Sistemática de elaboração do plano-mestre de produção; - Aspectos facilitadores. 	Questionário e Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> - Bibliográfica; - De Campo

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

3.8 MÉTODO PROPOSTO

O método proposto foi denominado *Benchmarking* do Plano Mestre de Produção (BMPMP). Ele está embasado na pesquisa bibliográfica realizada e, em especial, nos métodos para diagnóstico do nível de implantação da manufatura enxuta, tais como o Shingo Prize (2009), *Lean Enterprise Model* (1998), as normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999), além de outros trabalhos que sugerem sistemáticas e indicadores para diagnóstico da produção enxuta.

Dentre esses modelos, o método aqui proposto tem forte relação com os que foram propostos por Seibel (2004) e Andrade (2006), bem como no que foi desenvolvido no Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina – o *Benchmarking* Enxuto (BME), motivo pelo qual este trabalho utiliza algumas abordagens que são comuns em ambientes enxutos, como forma de manter a coerência metodológica. Entretanto, como já foi evidenciado na pesquisa bibliográfica, os referidos métodos tratam da produção enxuta de uma forma ampla, enquanto este trabalho se propõe a avaliar um aspecto específico: planejamento mestre da produção e o nivelamento da produção.

3.9 ESTRUTURA DO MÉTODO DIAGNÓSTICO

O método está fundamentado na relação entre variáveis dependentes e independentes, bem como no estabelecimento e apuração de indicadores que possam mensurá-las. Ele é formado por etapas, as quais são explanadas nos tópicos seguintes.

3.9.1 Variáveis da pesquisa e seus indicadores

O método está estruturado a partir das variáveis da pesquisa, já relatados anteriormente de forma sucinta, as quais são:

- Variável dependente: nivelamento da produção;
- Variáveis independentes: flexibilidade dos recursos, tempos envolvidos no processo, aspectos facilitadores e sistemática de elaboração do plano mestre de produção

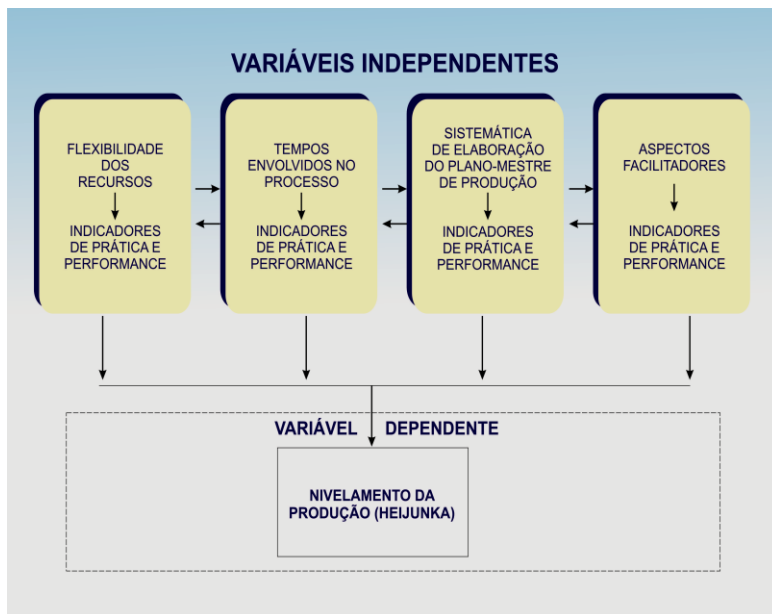
Conforme já explanado anteriormente, uma variável independente é aquela que influencia, determina ou afeta outra variável. Já uma variável dependente é aquela que é influenciada pelas variáveis

independentes. A figura 16 apresenta esquematicamente o relacionamento entre essas variáveis. Parte-se do pressuposto que a forma como são trabalhadas as referidas variáveis independentes influenciam o adequado nivelamento da produção.

Observa-se também na figura 16 (setas horizontais) que, em virtude do caráter sistêmico da produção enxuta, as variáveis independentes se influenciam mutuamente, ou seja, ações para aumentar a flexibilidade da produção, por exemplo, podem influenciar nos tempos envolvidos no processo, entretanto, essas relações horizontais não são o objeto de pesquisa desta Tese.

Estas variáveis foram estabelecidas a partir da revisão bibliográfica realizada no capítulo 2, em especial das fontes Monden (1984), Liker (2005), Gordinho Filho e Fernandes (2004), Tubino (2007), Meier e Forrester (2002), Sánchez e Pérez (2001), Shingo Prize (2009), Slack *et al.* (2009), Smalley (2005), Vergna *et al.* (2005).

Figura 16 - Relacionamento entre as variáveis independentes e dependente.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Para cada uma dessas variáveis são propostos indicadores que melhor as representem, de forma a ter-se uma avaliação das mesmas. Os indicadores são classificados como de prática e de performance, de forma semelhante ao que foi utilizado nos métodos propostos por Seibel (2004) e Andrade (2006).

Os indicadores de prática representam as técnicas e ferramentas que a organização utiliza, tais como produção puxada e troca rápida de ferramentas. Já os indicadores de performance medem os resultados obtidos pela empresa, tais como giro de estoques e *lead time*. Considera-se que, a adoção, de forma correta, de boas práticas, conduz a bons resultados, sendo que o ideal é que haja um equilíbrio entre prática e performance.

Por outro lado, a obtenção de uma boa performance, sem que sejam utilizadas as práticas compatíveis pode indicar uma pequena capacidade de sustentação dos resultados obtidos. O método aqui proposto obterá os indicadores das variáveis independentes, de forma cruzada, em relação à prática e performance, para identificar o nível de nivelamento do PMP da empresa. Esses indicadores variarão em uma escala percentual, os quais serão obtidos por meio de um questionário com opções de resposta já pré-estabelecidas e utilizando uma escala Likert, com pontuação que varia de 1 a 5, conforme exemplo dos quadros 4 e 5, que apresentam, respectivamente, a estrutura do sistema de pontuação que será usado para cada questão e um exemplo.

Quadro 4 - Formato da pontuação para cada indicador.

Pontuação	1 (20%)	2 (40%)	3 (60%)	4 (80%)	5 (100%)
Nome e descrição do Indicador	Descrição 1		Descrição 3		Descrição 5
Evidências e/ou Justificativas:					

FONTE: Seibel (2004).

Para as pontuações 1, 3 e 5, são descritos os cenários que melhor representam a pontuação correspondente. As notas 2 e 4 significam situações intermediárias entre os cenários 1 e 3 e 3 e 5, respectivamente. A pontuação deve ser feita tendo em vista a situação real observada na empresa e não a esperada no futuro. Após o consenso da equipe que respondeu, juntamente com o pesquisador, a nota final é atribuída ao indicador. Na última linha do quadro podem ser inseridas informações

obtidas durante a reunião de consenso na empresa, para evidenciar e/ou justificar a pontuação atribuída, bem como para enriquecer as informações obtidas.

Quadro 5 - Exemplo de questão para obtenção do indicador.

Pontuação	1	2	3	4	5
Utilização sistemática de técnicas de previsão de demandas, envolvendo aspectos qualitativos e quantitativos, para o longo, médio e curto prazo	Não são utilizadas técnicas estruturadas de previsão de demandas, baseando-se apenas na experiência		São utilizadas técnicas de previsão de demandas para alguns produtos		São utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas de previsão e seus resultados são analisados por uma equipe que envolve, no mínimo, os gestores das áreas de produção e comercial.
Evidências e/ou Justificativas					

FONTE: Elaborado pelo pesquisador

Os valores numéricos obtidos serão transformados em valores percentuais em alguns relatórios de resultados, onde a pontuação 5,0 equivale a 100%.

A seguir são descritas as variáveis e os indicadores relacionados.

3.9.1.1 Flexibilidade dos recursos

Esta variável representa o quanto os recursos produtivos (máquinas, mão-de-obra e instalações) são flexíveis para atender, de forma econômica, às variações de volume e *mix* de produtos. Quanto maior a flexibilidade, mais favorável será obter o nivelamento da produção. Para essa variável são avaliados os indicadores de prática e de performance que constam no Quadro 6. Neste quadro os indicadores de performance estão relacionados à práticas que os influenciam. Nos gráficos que são gerados das aplicações, estes indicadores são colocados juntos para facilitar a análise dos resultados.

Quadro 6 - Indicadores de prática e de performance para a variável flexibilidade dos recursos.

Código do Indicador de Prática	Indicadores de Prática	Código do Indicador de Performance	Indicadores de Performance Relacionados às Práticas
FR01	Multifuncionalidade dos trabalhadores	FR06	Flexibilidade da mão-de-obra
FR02	Troca rápida de ferramentas	FR07	Troca rápida de ferramentas
FR03	<i>Layout</i> flexível	FR08	Flexibilidade dos processos
FR04	Automação flexível		
FR05	Máquinas simples, pequenas e dedicadas		

FONTE: Elaborado pelo pesquisador

3.9.1.2 Tempos envolvidos no processo

Esta variável está relacionada ao que ocorre no piso-de-fábrica e que influencia para um maior ou menor *lead time*. Refere-se diretamente aos aspectos do fluxo produtivo. Para que seja possível o *heijunka*, é necessário que as práticas operacionais possibilitem uma redução dos tempos que compõem esse *lead time*, a fim de que seja possível o rápido atendimento às demandas dos clientes, sem a necessidade de elevados estoques. Nessa variável serão considerados aspectos que estão ligados diretamente aos tempos, como por exemplo, ajuste dos tempos de ciclo das unidades produtivas ao *takt time* (fluxo contínuo), e indiretos, como o nível de estoque em processo, pois sabe-se que quanto maior o nível de estoque em processo maior será o tempo de espera em fila.

Para essa variável são avaliados os indicadores de prática e de performance que constam no quadro 7. Neste quadro os indicadores de performance estão relacionados às práticas que os influenciam. Nos gráficos que são gerados das aplicações, estes indicadores são colocados juntos para facilitar a análise dos resultados.

Quadro 7 - Indicadores de prática e de performance para a variável tempos envolvidos no processo (fluxo produtivo).

Código do Indicador de Prática	Indicadores de Prática	Código do Indicador de Performance	Indicadores de Performance Relacionados à Prática
TP01	Produção puxada	TP04	Fluxo contínuo
TP02	Utilização de supermercados	TP05	<i>Lead time</i> total
TP03	Agregação de valor ao processo produtivo	TP06	Cobertura dos estoques em processo

FONTE: Elaborado pelo pesquisador

3.9.1.3 Aspectos facilitadores

Esta variável comporta os aspectos que influenciam a viabilização do nivelamento da produção, mas que não estão ligados diretamente às outras variáveis independentes consideradas, entretanto, sua presença pode não inviabilizar, mas facilitam a obtenção do *heijunka*, por isso merecem ser consideradas.

Para essa variável são avaliados os indicadores de prática e de performance que constam no Quadro 8. Neste quadro os indicadores de performance estão relacionados às práticas que os influenciam. Nos gráficos que são gerados das aplicações, estes indicadores são colocados juntos para facilitar a análise dos resultados.

Quadro 8 - Indicadores de prática e de performance para a variável aspectos facilitadores.

Código do Indicador de Prática	Indicadores de Prática	Código do Indicador de Performance	Indicadores de Performance Relacionados à Prática
AF01	Padronização dos processos produtivos	AF05	Índice de disponibilidade das máquinas
AF02	Gestão visual	AF06	Eficiência da fábrica
AF03	Manutenção produtiva total		
AF04	Estabilidade produtiva		

FONTE: Elaborado pelo pesquisador

3.9.1.4 Sistemática de elaboração do plano mestre de produção

O plano mestre de produção é o resultado da conjugação de vários fatores, que envolvem desde os aspectos estratégicos do planejamento da produção até a programação de curto prazo, fazendo, portanto, a ligação entre esses dois níveis de planejamento.

Para isso, é necessário que as decisões sobre qual PMP será adotado, sejam subsidiadas por informações confiáveis e sustentadas por uma sistemática consistente. Nesse sentido, o que se pretende ao avaliar essa variável é saber como os fatores intervenientes afetam o resultado do PMP e, de forma específica, um PMP nivelado com a demanda, sem a geração de estoques além do estritamente necessário e sem gerar sobrecargas ou ociosidades na produção.

Para essa variável são avaliados os indicadores de prática e de performance que constam no Quadro 9. Neste quadro os indicadores de performance estão relacionados às práticas que os influenciam. Nos gráficos que são gerados das aplicações, estes indicadores são colocados juntos para facilitar a análise dos resultados.

Os indicadores dessa variável são em maior número em virtude da ênfase desta tese para os aspectos do nivelamento da produção relacionados ao plano mestre.

Quadro 9 - Indicadores de prática e de performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção.

Código do Indicador de Prática	Indicadores de Prática	Código do Indicador de Performance	Indicadores de Performance Relacionados à Prática
PM01	Técnicas de previsão de vendas	PM13	Confiabilidade da previsão
PM02	Relacionamento com clientes para obtenção da demanda	PM14	Confiabilidade dos prazos de entrega
PM03	Poder de negociação junto aos clientes	PM15	Giro dos estoques de produtos acabados
PM04	Tecnologia para troca de informações com os clientes	PM16	Nível de serviço do estoque de produtos acabados
PM05	Gestão da capacidade produtiva para o PMP	PM17	Tamanho dos lotes
PM06	Nivelamento da carga de trabalho	PM18	Variação da utilização da capacidade produtiva
PM07	Alinhamento entre produção e demanda		
PM08	Postergamento		
PM09	Nivelamento das vendas		
PM10	Sistemática para o nivelamento da produção		
PM11	Planejamento de vendas e operações (S&OP)		
PM12	Parceria com clientes		

FONTE: Elaborado pelo pesquisador

3.9.1.5 Nivelamento da produção (*heijunka*)

Como variável dependente, ela será influenciada pelas variáveis independentes descritas nos itens anteriores. O nível global do

nivelamento da produção será o resultado consolidado dos indicadores de prática e performance obtidos para cada das variáveis independentes.

3.10 COLETA DOS DADOS

Esta pesquisa utilizou como instrumento para coleta dos dados o questionário e a entrevista. Em um primeiro momento, o questionário foi enviado para as empresas, que já estavam cientes dos objetivos da pesquisa. Ele foi respondido por uma equipe composta por colaboradores das áreas da organização que possuíam as informações necessárias para responder com segurança os pontos abordados no questionário. Tipicamente, essa equipe era composta pelos gestores do PCP, engenharia industrial (métodos e processos), produção/fábrica, comercial, gestão da demanda e logística. A aplicação do questionário foi feita por processo produtivo

O questionário é constituído por duas partes. A primeira coleta informações gerais sobre a empresa, tais como: porte, produtos, mercado, processos produtivos. A segunda é formada pelas perguntas fechadas, conforme exemplo do Quadro 5, que são complementados por evidências e justificativas para a pontuação atribuída.

Cada membro da equipe designada pela empresa responde ao questionário, e, em um segundo momento, é realizada entre eles uma reunião de consenso para que se chegue a um consenso sobre as respostas. Após isso, o pesquisador faz uma entrevista com a equipe, a fim de obter maiores informações e para possíveis ajustes na pontuação, chegando-se a uma avaliação final.

3.11 TESTE DO MÉTODO

Para teste do método foram feitas aplicações em oito processos, envolvendo seis empresas diferentes (em uma das empresas foi aplicado em três processos diferentes), que têm processos de manufatura enxuta implantados ou em implantação, as quais foram escolhidas em função de sua disponibilidade em participar da pesquisa. Entretanto, antes da aplicação nas seis empresas, o método foi realizado um pré-teste em uma organização piloto, a fim de que fossem feitos possíveis ajustes, possibilitando assim seu aprimoramento quanto aos resultados esperados. As diferenças entre as empresas consistiam em termos de porte, tipo de produto e de processo produtivo, o que reforça o teste do método em ambientes diferentes.

Para que possa se identificar em que nível a manufatura enxuta se encontrava na organização que foi avaliada, foi aplicado, antes do método proposto (BMPMP), o *Benchmarking* Enxuto (BME), a fim de que ficasse claro em qual estágio de ME a empresa se encontrava, e também para que se pudesse realizar, de uma forma mais objetiva, as avaliações referentes ao nivelamento da produção, o que facilita a construção de relações. A planilha para coleta de dados do BME está no Anexo A.

O método BME foi desenvolvido pelo Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (LSSP). Ele tem como principais objetivos avaliar o estágio em que um determinado processo produtivo se encontra em relação ao modelo da manufatura enxuta e gerar um banco de dados das empresas participantes, para que elas possam ser comparadas entre si, caracterizando assim um *benchmarking* (LSSP, 2010)

O BME é constituído por um questionário que é aplicado em um determinado processo produtivo da empresa analisada, o qual é respondido por uma equipe da empresa que possua as informações necessárias para o diagnóstico, que inclui, normalmente, os responsáveis pelas áreas de PCP, produção, comercial, engenharia do produto, métodos e processos. Após consenso das respostas dadas pela equipe da empresa juntamente com a ponderação do pesquisador que aplicou a pesquisa, os dados são lançados em uma planilha eletrônica em *Excel*, que tabula os dados e mostra os resultados obtidos (LSSP, 2010).

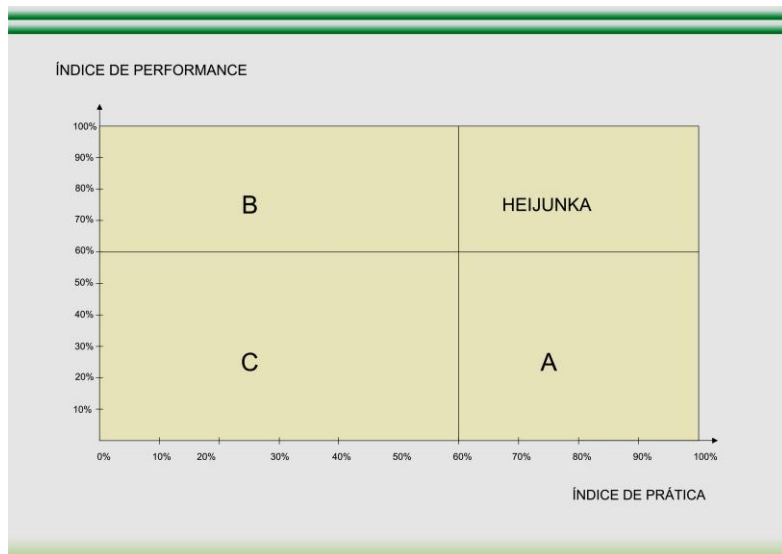
O questionário do BME está no anexo A e é constituído pelas variáveis Demanda, Produto, PCP e Chão de Fábrica, que são avaliadas por meio de indicadores de prática e de performance, com uma pontuação que varia de 1 a 5, onde 5 é a melhor avaliação. O método foi objeto da tese de doutorado de Andrade (2006), o qual está citado e explicado no capítulo de revisão bibliográfica desta Tese.

Após aplicação nas seis empresas, os resultados foram analisados e comentados de forma individual, bem como para o conjunto delas, procurando identificar pontos em comum, comparações e eventuais tendências, embora se saiba que, por se tratar de um estudo de casos, seus resultados não podem ser generalizados, uma vez que não há comprovação estatística para tal, nem é esse o objetivo desta Tese.

Os resultados das aplicações do método são apresentados em termos de relatórios onde constam os resultados individuais dos indicadores e agregados por variável, e também por meio de gráficos. Um desses gráficos posiciona a empresa em relação ao seu estágio de nivelamento da produção, conforme pode ser observado no Gráfico 2. O

gráfico possui, em termos percentuais, no eixo horizontal o resultado dos indicadores de prática e no vertical o resultado do indicador de performance. Está destacado no gráfico o limite 60%, tanto para prática quanto para performance, que serve de separação entre os quadrantes, que foi o critério utilizado por Andrade (2006).

Gráfico 2 - Percentuais de prática e de performance.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

As empresas que possuem elevadas práticas e performances de nivelamento da produção estarão posicionadas no quadrante denominado *heijunka*. As que possuem elevado percentual de prática e baixo de performance serão denominadas de “A”. As que possuem elevado percentual de performance e baixo em prática estão na situação B. As que obtiverem um baixo percentual de prática e de performance serão classificadas como nível C.

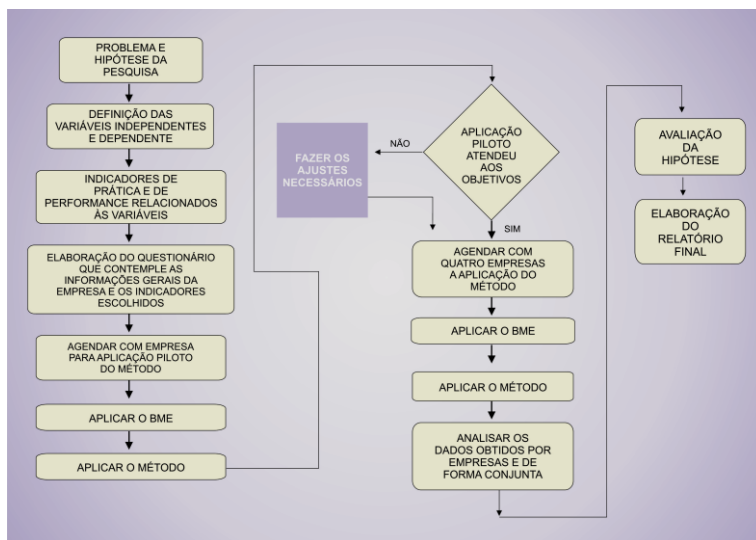
A situação “*heijunka*” significa que a empresa adota práticas e que possui resultados que fazem com que sua produção seja nivelada. Já a situação “A” indica que a empresa adota práticas que podem conduzir ao nivelamento, mas que os resultados não indicam que o nivelamento

seja efetivo. A situação “B” denota que a organização consegue bons resultados em termos de produção nivelada, mas não utiliza as práticas que podem conduzir a um nivelamento de uma forma econômica. Finalmente, na situação “C”, o processo produtivo não adota práticas nem obtém resultados de uma produção nivelada.

3.12 FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO DO BMPMP

A figura 17 apresenta o fluxograma que foi utilizado para o desenvolvimento do BMPMP, que procura contemplar o que foi descrito neste capítulo.

Figura 17 - Fluxograma de desenvolvimento do BMPMP.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

3.13 DETALHAMENTO DO MÉTODO

Esta seção detalha o instrumento utilizado para a coleta de informações acerca do processo produtivo da empresa, de tal forma a possibilitar o diagnóstico pretendido.

Inicialmente são colhidas informações gerais sobre a organização e o processo produtivo, a fim de contextualizar o ambiente industrial. São coletadas as seguintes informações gerais:

- Razão social da empresa;
- Nome fantasia;
- País – Estado – Município;
- Principais produtos da empresa e do processo em análise;
- Número de funcionários da unidade como um todo e do processo em análise;
- Volume médio mensal de produção da empresa e do processo em análise;
- Locais onde os produtos são comercializados;
- Principais categorias de clientes (pessoa física, varejo, atacadistas, outras indústrias etc.)

Os indicadores são avaliados, conforme já indicado no quadro 4, a partir da descrição de três cenários (1, 3 e 5), e das pontuações intermediárias (2 e 4), que não estão descritas e que representam situações intermediárias. O Apêndice A traz a planilha de coleta do BMPMP.

Nesta seção são descritos o que se deseja saber com o indicador e os três cenários, com as devidas explicações dos valores utilizados para medição.

3.13.1 Flexibilidade dos recursos (FR)

Estes indicadores traduzem a capacidade do processo produtivo em reagir às mudanças de volume e de *mix* produtos necessários à produção, de tal forma a atender à demanda.

São utilizados os seguintes indicadores de prática:

3.13.1.1 Multifuncionalidade dos trabalhadores (FR01)

A mão-de-obra que atua nas operações precisa estar apta a realizar operações diferentes em função das demandas dos produtos, colaborando para que o tempo de ciclo possa ser melhor ajustado ao *takt time* (demanda dos clientes externos). Práticas como rotação de cargos, para habilitar os operadores a estarem aptos a produzirem em máquinas ou postos de trabalho diferentes e a utilização da matriz de multifuncionalidade para planejar e controlar as habilidades dos funcionários podem ser utilizadas para esse fim. A matriz de

multifuncionalidade é um instrumento para planejar e acompanhar a evolução da competência dos trabalhadores na execução das tarefas diferentes. Além disso, a realização do treinamento com base no *On the job Training* (OJT) para capacitação da multifuncionalidade, no qual o aprendizado é realizado no chão de fábrica, torna mais ágil a compreensão e torna mais eficaz a obtenção da multifuncionalidade.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há programa de polivalência, ou seja, a empresa não utiliza nenhuma das práticas relacionadas

Cenário 3: O programa de polivalência está parcialmente empregado, o que significa que algumas dessas práticas são utilizadas em alguns setores

Cenário 5: O programa de polivalência está em plena atividade com as ações definidas em uma matriz de multifuncionalidade ou outro instrumento semelhante. O treinamento das operações é realizado por meio de OJT.

3.13.1.2 Troca rápida de ferramentas (FR02)

Além da flexibilidade dos operadores (objeto do indicador anterior), a utilização de técnicas para redução progressiva do tempo de setup das máquinas gargalo também são de grande relevância para obtenção da flexibilidade dos recursos. Na medida em que as máquinas possuam pequenos tempos de setup torna-se viável economicamente a produção de lotes menores e mais compatíveis com a demanda necessária. A prática para redução dos tempos de setup incluem técnicas estruturadas baseadas na metodologia Shingo (2000), que avaliam os métodos de troca de ferramentas utilizadas com separação e análise dos tempos de preparação interno e externo

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há processo formal de análise crítica do tempo de setup, o que significa que a empresa não utiliza técnicas que possibilitem a redução do tempo de preparação de máquinas, comprometendo assim a flexibilidade.

Cenário 3: As melhorias de setup são realizadas por um grupo multifuncional de melhoria, de forma não sistemática. Neste caso, há apenas iniciativas pontuais para redução do tempo de preparação de máquina.

Cenário 5: As máquinas gargalo são identificadas e priorizadas para redução do tempo de setup, por meio da utilização de técnicas sistematizadas para esse fim, com identificação clara dos tempos de preparação interno e externo, envolvendo um grupo multifuncional de melhorias.

Nesse caso, são utilizadas técnicas recomendadas pela literatura e também pela prática empresarial para a obtenção da troca rápida de ferramentas, envolvendo funcionários que estejam lidando diretamente com essa situação, tais como o operador da máquina, equipe da troca de ferramentas, pessoal da ferramentaria, entre outros pertinentes. A participação de colaboradores das diversas áreas envolvidas facilita a geração de idéias de uma forma sistêmica, além de diminuir possíveis resistências às melhorias.

3.13.1.3 *Layout* flexível (FR03)

A utilização de um arranjo físico que torne ágil e econômica as mudanças de produção em função da demanda tem um forte impacto para o *heijunka*. O *layout* por processo (ou funcional), embora possua grande flexibilidade, tem lead times muito elevados, o que compromete a necessária velocidade de processamento que é exigido pelo nivelamento da produção, além de gerar muitos estoques intermediários. A prática recomendada para um ambiente lean é o arranjo físico com células de produção, preferencialmente em forma de U, de tal forma a favorecer a fácil mudança de processos e sua visibilidade. Essa avaliação é feita pela predominância percentual do arranjo físico celular em forma de U em relação à área industrial total da fábrica. Quanto maior o percentual melhor.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 60 % da área produtiva tem *layout* celular em U.

Cenário 3: Entre 70 e 80% das áreas produtivas têm *layout* celular

Cenário 5: Mais de 90 % da área produtiva tem arranjo físico celular em forma de U.

3.13.1.4 Automação flexível (FR04)

A automação tende a aumentar a velocidade da produção, mas, se não for acompanhada de flexibilidade, não conseguirá atender às

variações de demanda que surgem, muitas vezes em pequenos lotes, gerando assim a perda por superprodução. Pelas características do processo produtivo, muitas máquinas desempenham melhor seu papel se forem automáticas, mas é preciso que essa utilização possibilite que o operador opere mais de uma máquina ou realize outra atividade enquanto ela executa seu ciclo automático, caracterizando a separação homem-máquina preconizada pelo modelo Toyota.

Essa separação significa maior flexibilidade para produção de diferentes produtos, colaborando com o nivelamento da produção com a demanda. Essa avaliação é feita pela quantidade percentual das máquinas automáticas que permitem que o operador opere mais de uma máquina enquanto ela realiza seu ciclo automático. Quanto maior o percentual melhor.

Para esta avaliação são colocados três cenários

Cenário 1: Menos de 60 % das máquinas automáticas possibilitam que o operador opere mais de uma máquina ou realize outra atividade durante seu ciclo automático.

Cenário 3: Entre 70 e 80 % das máquinas automáticas possibilitam que o operador opere mais de uma máquina ou realize outra atividade durante seu ciclo automático.

Cenário 5: Mais de 90 % das máquinas automáticas possibilitam que o operador opere mais de uma máquina ou realize outra atividade durante seu ciclo automático.

3.13.1.5 Máquinas simples, pequenas e dedicadas (FR05)

A utilização de máquinas simples, pequenas e dedicadas ao processo, no lugar de máquinas grandes e inflexíveis, colabora com a flexibilidade produtiva e, por consequência com o nivelamento. O uso de máquinas de grande porte, boa parte das vezes projetadas para produzirem grandes volumes, é incompatível com a necessidade de nivelamento. Essa avaliação é feita pelo percentual da quantidade de máquinas simples, pequenas e dedicadas em relação ao total de máquinas do processo produtivo considerado. Quanto esse percentual melhor.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 60% das máquinas são simples, pequenas e dedicadas ao processo.

Cenário 3: Entre 70 e 80% das máquinas são simples, pequenas e dedicadas ao processo, promovendo a flexibilidade.

Cenário 5: Mais de 90 % das máquinas são simples, pequenas e dedicadas ao processo, promovendo a flexibilidade.

São utilizados os seguintes indicadores de performance:

3.13.1.6 Flexibilidade da mão-de-obra (FR06)

Este indicador mede a capacidade dos operadores em realizar operações diferentes, que pode envolver a operação de máquinas diferentes ou tarefas manuais. Pode-se utilizar como base para avaliação desse indicador o índice de multifuncionalidade, baseado em Monden (1984):

Índice de multifuncionalidade = (somatório da quantidade de processos que cada operador é capaz de operar) / (quantidade total de processos na área) x quantidade total de operadores na área.

Assim, se, por exemplo, um processo produtivo tem 100 tarefas possíveis de serem realizadas e o setor produtivo possui 50 operadores, com cada 25 deles sabendo atuar em 50 processos diferentes e os outros 25 no total de processos (100), o índice de multifuncionalidade é igual a:

$$0,75 (50 \times 25 + 25 \times 100 / 100 \times 50)$$

Quanto maior melhor.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário1: O índice de multifuncionalidade é menor ou igual a 10% do número de operadores do processo produtivo em análise.

Cenário 3: O índice de multifuncionalidade está entre 40 a 50 % do número de operadores do processo produtivo em análise.

Cenário 5: O índice de multifuncionalidade é igual ao número de operadores diretos do processo produtivo em análise.

3.13.1.7 Tempo de *setup* das máquinas (FR07)

Este indicador mede o percentual médio do tempo de *setup* interno (em que a máquina fica parada para a troca de ferramenta) em relação ao tempo total disponível da máquina. Essa avaliação procura identificar o peso do tempo consumido para as trocas de ferramentas, o qual, caso seja elevado, reduz a capacidade do sistema produtivo em reagir às variações da demanda, dificultando o nivelamento da produção. Para essa avaliação utilizou-se o parâmetro estabelecido pelo LSSP (2010).

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Superior a 30% do tempo disponível.

Cenário 3: Entre 10 a 20% do tempo disponível.

Cenário 5: Inferior a 5% do tempo disponível.

3.13.1.8 Flexibilidade dos processos (FR08)

Este indicador de performance mede a capacidade do processo em produzir todos os produtos finais de alto volume e frequência (classes A e B), conforme a necessidade (GIRARDI, 2006).

O que se deseja conhecer aqui é a capacidade do processo produtivo avaliado em produzir de acordo com a demanda de curto prazo, sem utilizar estoques, caracterizando um processo JIT.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: A programação é mensal e não pode ser modificada sem grandes transtornos para a produção, com perda de produtividade.

Cenário 3: A programação é semanal, mas não pode ser modificada sem grandes transtornos na produção, com perda de produtividade.

Cenário 5: As programações são diárias e as mudanças podem ser efetivadas sem transtornos para a produção e sem perda de produtividade.

3.13.2 Tempos envolvidos no processo (TP)

Esta variável está relacionada ao que ocorre no piso-de-fábrica e que influencia para um maior ou menor *lead time* (figura 4). Está, portanto, ligada fortemente à continuidade do fluxo de produção.

A continuidade do fluxo é facilitada na medida em que não ocorrem interrupções no andamento da produção, em virtude de esperas e estoques em processo, sendo necessário que sejam eliminadas as atividades que não agregam valor, de tal forma a que o *lead time* possa ser reduzido, aumentando a capacidade de reação da produção em razão das mudanças na demanda.

São utilizados os seguintes indicadores de prática:

3.13.2.1 Produção puxada (TP01)

A prática do uso do *kanban*, em suas diversas modalidades (cartão, de chão, caixa, eletrônico ou outros), ou do *First In First Out* (FIFO) (sistema puxado sequenciado) para programação da sequência de produção no “piso de fábrica”, viabiliza produzir apenas na quantidade e no momento certo o que o setor ou célula à frente necessita, puxando a produção, o que diminui o lead time, tornando o sistema produtivo mais apto para reagir frente às mudanças da demanda, colaborando com o *heijunka*.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não é utilizado nem o *kanban* nem o FIFO.

Cenário 3: Utilização do *kanban* ou do FIFO para cerca de 50% dos produtos de alto volume e frequência.

Cenário 5: Utilização do *kanban* ou do FIFO para todos os produtos de alto volume e frequência.

3.13.2.2 Utilização de supermercados (TP02)

A utilização de supermercados (pequenos estoques entre os processos produtivos, localizados no piso de fábrica para regular o atendimento das necessidades do setor à frente) entre os processos de produção puxados faz parte da prática da produção puxada.

Este indicador é avaliado pelo percentual do total dos estoques de produtos em processo que estão nos supermercados localizados no piso de fábrica, em relação ao total dos estoques de produtos em processo. Para obtenção do índice considera-se a quantidade de diferentes itens que são processados, não o volume desses.

Assim, se, por exemplo, são processados 1.000 tipos diferentes de itens no processo produtivo avaliado, e 500 desses itens estão em supermercados e não em grandes estoques centralizados, o índice será

50% (500 / 1.000). Se a empresa não tem produção puxada a avaliação deve ser 1.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 60% dos itens em supermercados.

Cenário 3: Entre 70 e 80% dos itens em supermercados.

Cenário 5: Mais de 90% dos itens em supermercados.

3.13.2.3 Agregação de valor ao processo produtivo (TP03)

A prática de identificação das perdas ocorridas no processo produtivo (superprodução, espera, estoques, transporte, movimento, processamento, produção de defeituosos) é um importante passo para eliminação das atividades que não agregam valor e, por conseguinte, reduzir o *lead time*, além de outros benefícios. Para uma boa avaliação nesse item a empresa deve evidenciar que, para o processo em avaliação, são utilizadas técnicas para mapeamento do processo, tais como o MFV, fluxogramas, ou outras equivalentes, uma vez que demonstra que são utilizadas técnicas estruturadas para esse fim, as quais possuem maior possibilidade de sucesso na referida identificação das perdas.

Convém que a identificação desses desperdícios seja feita por uma equipe formada por pessoas das diversas áreas da empresa, que estejam envolvidas com o processo e com a proposição de melhorias, incluindo os operadores, a fim de que se tenha uma visão mais sistêmica da situação, bem como para minimizar as possíveis resistências para implantação das melhorias a serem realizadas.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 20% dos principais processos da área produtiva em análise foram mapeados e analisados criticamente por um time de melhoria, possibilitando a efetiva eliminação dos desperdícios dos processos.

Cenário 3: Cerca de 50% dos principais processos da área produtiva em análise foram mapeados e analisados criticamente por um time de melhoria, possibilitando a efetiva eliminação dos desperdícios dos processos.

Cenário 5: Os principais processos da área produtiva em análise foram mapeados e analisados criticamente por um time de melhoria, possibilitando a efetiva eliminação dos desperdícios dos processos.

São utilizados os seguintes indicadores de performance:

3.13.2.4 Fluxo contínuo (TP04)

Fluxo contínuo significa produzir ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, de tal forma que uma etapa realiza apenas o que for exigido pela etapa seguinte. Para que o fluxo contínuo seja possível é necessário que o sistema produtivo trabalhe em sintonia com o *takt time*. Se for mais rápido haverá superprodução; se for mais lento, criará gargalos dentro do fluxo produtivo (LIKER, 2005).

A mensuração desta performance é feita pela divisão do tempo de ciclo médio das unidades de produção do processo considerado pelo *takt time*. Como já explicado no parágrafo anterior, o que se deseja saber com esse indicador é a capacidade dos processos estarem alinhados ao *takt time*. Se por exemplo, o *takt time* é de 10 minutos/unid. para uma família de produtos e os tempos de ciclo médio das etapas produtivas dos produtos dessa família é de 8 minutos/unid, o índice é 0,8 (8 /10). Para o cálculo, considere um valor médio para as famílias de produtos que possuem maior frequência e volume de produção. Quanto mais próximo de um melhor, pois significa que há pouca ou nenhuma espera ou estoque entre as etapas produtivas (ROTHER; HARRIS, 2002).

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: O índice é menor ou igual a 0,2 ou maior ou igual a 1,8.

Cenário 3: O índice é menor ou igual a 0,7 e maior que 0,4 ou maior ou igual a 1,4 e menor que 1,6.

Cenário 5: O índice é maior que 0,9 e menor ou igual a 1,1.

3.13.2.5 *Lead time* total (TP05)

O *lead time* total significa o tempo decorrido entre a identificação de necessidade do produto acabado e a disponibilidade desse produto para entrega ao cliente. A performance desse indicador mostra quanto o processo produtivo está livre de atividades que não agregam valor, como um reflexo das práticas TP01 a TP03. Esse índice é avaliado com uma comparação entre o *lead time* médio real obtido e o *lead time* que seria obtido caso se eliminassem do processo produtivo as atividades que não agregam valor (transportes, esperas, estoques etc.) - o tempo líquido de processamento. Uma aproximação do tempo líquido de processamento é

o tempo decorrido por aqueles pedidos “urgentes”, que “atravessam” na produção da forma mais rápida possível.

Para esta avaliação são colocados três cenários, tendo-se como base o modelo de *benchmarking* utilizado por Seibel (2004):

Cenário 1: Mais de 10 vezes o tempo líquido de processamento.

Cenário 3: 5 a 7 vezes o tempo líquido de processamento.

Cenário 5: 3 vezes o tempo líquido de processamento.

3.13.2.6 Cobertura dos estoques em processo (TP06)

Os estoques entre as etapas produtivas (pulmão) podem significar uma reserva para fazer frente às variações de demanda. O indicador cobertura dos estoques, que representa o tempo em que os estoques são mantidos, sendo elevado, significa dificuldade em se obter o fluxo contínuo e a necessidade de manter estoques em processo para atender às variações da demanda.

Práticas adequadas de produção puxada conduzem a uma menor necessidade desses pulmões, que são perdas por superprodução. Isso pode representar que a produção pode até atender às variações da demanda, mas a custo do desperício da superprodução, comprometendo o *heijunka*. Procura-se dessa forma conhecer para quantos dias, em média, os estoques em processo são mantidos.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Para 30 dias, ou mais.

Cenário 3: Entre 20 e 10 dias.

Cenário 5: Para 1 dia ou menos.

3.13.3 Aspectos facilitadores (AF)

Esta variável comporta os aspectos que influenciam a viabilização do nivelamento da produção, criando um ambiente favorável para que isso ocorra. Não basta a organização utilizar técnicas de PCP ou equivalentes para que possa ser obtido o nivelamento da produção, pois existem aspectos que colaboram com ele, tais como as condições das instalações fabris, de forma a garantir a confiabilidade dos processos, e os padrões de qualidade desejados. Muitos são os fatores ligados a essa variável, entretanto, procura-se aqui focar nos

considerados chaves para o nivelamento da produção, tendo como uma das principais referências Smalley (2005).

São utilizados os seguintes indicadores de prática:

3.13.3.1 Padronização dos processos produtivos (AF01)

A prática da padronização dos processos produtivos colabora com a manutenção dos padrões de qualidade e de produtividade desejados, além de induzir à obtenção de um tempo de ciclo almejado, em sintonia com o *takt time*. Essa colaboração com a qualidade dos processos e produtos dá maior segurança para que possam ser produzidos menores, mas alinhados com a demanda, com menores preocupações em termos de perdas por produtos defeituosos que poderiam interromper o fluxo produtivo, comprometendo assim o nivelamento.

Nesse sentido, busca-se conhecer com esse indicador qual a amplitude da padronização dos processos e sua manutenção por meio de auditorias, inclusive com a indicação dos tempos operacionais.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 40% dos principais processos de produção estão formalmente padronizados e atualizados por meio de procedimentos documentados e intruções de trabalho.

Cenário 3: Entre 60% e 80% dos principais processos de produção estão formalmente padronizados e atualizados por meio de procedimentos documentados e intruções de trabalho.

Cenário 5: Todos os principais processos de produção estão formalmente padronizados e atualizados por meio de procedimentos documentados e intruções de trabalho, com indicação dos tempos das operações. São realizadas avaliações periódicas (auditorias).

3.13.3.2 Gestão visual (AF02)

A gestão visual é uma forma de disseminar as informações relevantes para todos os colaboradores envolvidos. Em termos de nivelamento da produção, ele colabora para deixar clara a situação da produção a cada momento, de tal forma a facilitar que as ações que são necessárias ser tomadas pelos envolvidos sejam feitas da forma mais rápida possível, a fim de que os parâmetros produtivos de ritmo e qualidade não sejam prejudicados. Ela promove a transparência dos processos para maior agilidade na reação às alterações nos processos. A

gestão visual agiliza o processo de decisão dos operadores, promovendo a autonomia e o conhecimento do processo, de tal forma que ele não seja interrompido.

A gestão visual pode ser concretizada por meio de andons e de quadros de gestão à vista ou outros meios correlatos, que possibilitem a identificação do estado de produção por parte dos operadores.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não é utilizada a gestão visual.

Cenário 3: A gestão visual é utilizada em algumas áreas.

Cenário 5: A gestão visual é largamente utilizada na empresa, de tal forma que os funcionários possuem as informações necessárias para a autogestão das suas atividades e para a tomada de decisão.

3.13.3.3 Manutenção produtiva total (manutenção autônoma) (AF03)

A manutenção autônoma é um dos pilares da manutenção produtiva total e significa que parte da manutenção da máquina será realizada pelo próprio operador. Essa manutenção está limitada aos aspectos básicos da manutenção de rotina, tais como lubrificações e ajustes, não à manutenção pesada ou muito especializada, para a qual é necessária a utilização da equipe de manutenção. Essa técnica possibilita menores paradas na produção para manutenção corretiva.

Para que o nivelamento da produção possa ocorrer de forma mais suave, sem elevados estoques de reserva, um dos pontos que precisa ser observado é a confiabilidade da máquina. A manutenção autônoma possibilita a diminuição das paradas de máquinas, tornando assim mais viável atender a demanda dos clientes quando elas ocorrem, sem a necessidade de elevados estoques de proteção.

Este indicador de prática visa a conhecer, portanto, a aplicação da manutenção autônoma, representado pela quantidade de pessoas da produção que podem ser classificados como operador-mantenedor (foram treinados, estão habilitados e realizam a manutenção básica das máquinas que operam).

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 40% dos operadores são operadores-mantenedores.

Cenário 3: Entre 60% e 80% dos operadores são operadores mantenedores.

Cenário 5: 100% dos operadores são operadores-mantenedores.

3.13.3.4 Estabilidade produtiva (AF04)

Este indicador procura identificar se há um controle sistemático das paradas na produção (*downtime*) em virtude de problemas com os 4Ms (material, método, máquina e mão-de-obra). Essa avaliação contínua da estabilidade do processo visa a evitar que o desempenho se deteriore, trazendo reflexos negativos para o nivelamento obtido, pois, caso isso ocorra, passará a ser necessário trabalhar com estoques de segurança em virtude dessas variações de desempenho. Esta prática envolve o monitoramento das etapas críticas dos processos, por meio de medições e acompanhamentos de aspectos como a taxa de refugo, tempos de setup e de paradas, a fim de prover as melhorias necessárias de forma proativa. Inclui também a supervisão diária do controle de produção e dos processos operacionais para garantir que o trabalho padronizado seja seguido.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há acompanhamento das paradas de produção.

Cenário 3: Há um acompanhamento esporádico das paradas nos processos, com indicação das perdas produtivas e estudo das causas para sua eliminação.

Cenário 5: Há um acompanhamento diário de todos os processos, com indicação das perdas produtivas e estudo das causas para sua eliminação.

São utilizados os seguintes indicadores de performance:

3.13.3.5 Índice de disponibilidade das máquinas (AF05)

As práticas de manutenção de máquinas, gestão visual e estabilidade produtiva colaboram para que as máquinas estejam mais disponíveis para produção. Essa disponibilidade é importante para o nivelamento da produção, uma vez que é preciso que os recursos aptos para serem utilizados na medida em que surgem as demandas, sem a necessidade de trabalhar com elevados estoques de segurança (desperdício).

O índice médio de disponibilidade das máquinas do processo avaliado pode ser calculado como a divisão do Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) pela soma do TMEF e do Tempo Médio Para Reparação (TMPR). Por exemplo: se uma máquina tem um tempo médio entre duas falhas sucessivas de 80 horas e leva, em média, 5 horas para ser ser

consertada, a Disponibilidade D desta máquina é $80 / (80 + 5) = 94\%$ (CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A., 2004).

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: A disponibilidade média das máquinas é inferior a 65%.

Cenário 3: A disponibilidade média das máquinas está entre 75% e 85%.

Cenário 5: A disponibilidade média das máquinas é superior a 95%.

3.13.3.6 Eficiência da fábrica (AF06)

A performance da eficiência da fábrica pode ser medida de diferentes maneiras, conforme as técnicas utilizadas pelas empresas para esse fim. Algumas empresas utilizam o indicador *Overall Equipment Efficiency* (OEE) como medida de eficiência. Como é inviável ter uma medida única de eficiência que possa ser adotada por todas as empresas pesquisadas, a ideia que prevalece aqui é que seja uma medida que compare a produção real obtida com a produção padrão, base mensal. Na medida em que a produção real se aproxima da padrão, considera-se para fins dessa pesquisa como um indicativo de maior eficiência.

Essa maior eficiência é o reflexo das menores paradas de produção, da redução dos retrabalhos e da solução rápida de problemas, que foram práticas citadas nos itens anteriores.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Índice de eficiência inferior a 55%.

Cenário 3: Índice de eficiência entre 65% e 75%.

Cenário 5: Índice de eficiência maior que 85%.

3.13.4 Sistemática de elaboração do plano mestre de produção (PMP)

O plano mestre de produção é o resultado da conjugação de vários fatores, que envolvem desde os aspectos estratégicos do planejamento da produção até a programação de curto prazo, fazendo, portanto, a ligação entre esses dois níveis de planejamento.

Para isso, é necessário que as decisões sobre qual o PMP será adotado sejam subsidiadas por informações confiáveis e sustentadas por uma sistemática consistente.

Nesse sentido, o que se pretende ao avaliar essa variável é saber como os fatores intervenientes afetam o resultado do PMP e, de forma

específica, um PMP nivelado com a demanda, sem a geração de estoques além do estritamente necessário e sem gerar sobrecargas ou ociosidades na produção.

São utilizados os seguintes indicadores de prática:

3.13.4.1 Técnicas de previsão das demandas (PM01)

A previsão de demandas é um dos mais importantes dados de entrada para a elaboração do plano mestre de produção. Por meio dele a empresa define os recursos necessários e a forma de sua utilização para que essa demanda seja atendida da melhor forma possível e com menores custos. Para que a produção possa ser nivelada à demanda é preciso que as demandas futuras sejam conhecidas com o maior grau de precisão possível, caso contrário, precisará possuir estoques de produtos acabados para atender as demandas não previstas e/ou sobrecarregar os recursos (máquinas, mão-de-obra e instalações) para que essas demandas sejam atendidas, desnivelando a produção e elevando os custos. Para essa previsão, as organizações podem utilizar técnicas quantitativas e qualitativas, envolvendo nesse processo de previsão as áreas da empresa que detêm informações úteis pertinentes, tais como produção, *marketing/comercial*, entre outras.

O que esse indicador de prática deseja conhecer é se a empresa utiliza sistematicamente técnicas estruturadas e confiáveis de previsão de demandas, envolvendo aspectos qualitativos e quantitativos, para o longo, médio e curto prazo.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não são utilizadas técnicas estruturadas de previsão de demandas, baseando-se apenas na experiência.

Cenário 3: São utilizadas técnicas de previsão de demanda para alguns produtos.

Cenário 5: São utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas de previsão e seus resultados são analisados por uma equipe que envolve, no mínimo, os gestores das áreas de produção e comercial.

3.13.4.2 Relacionamento com clientes para obtenção da demanda (PM02)

O entrosamento da empresa com seus principais clientes é uma importante fonte para obtenção das demandas atuais e futuras. Na

medida em que essa parceria se torna concreta, a empresa tem mais facilidade para planejar a produção de forma a atender as demandas dos clientes nas quantidades e momentos certos (JIT).

O que esse indicador de prática deseja saber é qual o nível de relacionamento frequente com os principais clientes para obtenção das demandas e suas alterações, com a antecedência necessária ao planejamento das operações. Esse entrosamento pode se dar entre o PCP da empresa cliente e fornecedora, ajustando necessidades e capacidades de fornecimento, o que é uma prática de significativa relevância para o *heijunka*. Se a empresa trabalha no varejo diversificado, deve-se considerar as informações que podem ser obtidas dos principais clientes que possam ser úteis para a gestão da demanda.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Há fraco entrosamento da empresa com seus principais clientes para obtenção da forma mais antecipada possível das demandas futuras e das áreas de PCP.

Cenário 3: Há um médio entrosamento da empresa com seus principais clientes para obtenção da forma mais antecipada possível das demandas futuras e das áreas de PCP.

Cenário 5: Há um forte entrosamento da empresa com seus principais clientes para obtenção da forma mais antecipada possível das demandas futuras e as áreas de PCP de ambas trabalham de forma integrada, de tal forma que se possa conhecer com antecedência o que o cliente está planejando consumir.

3.13.4.3 Poder de negociação junto aos clientes (PM03)

Embora o ideal seja um relacionamento igualitário para ambas as partes, é inegável que a transação entre cliente e fornecedor envolve uma relação de poder, em função do porte das empresas envolvidas e dos volumes e valores comercializados. Caso a organização tenha maior poder de barganha junto a seus clientes, ou mesmo uma boa capacidade de negociação, poderá ajustar melhor sua capacidade de produção às demandas dos clientes a cada período, distribuindo melhor a carga de trabalho ao longo das semanas, utilizando melhor a capacidade produtiva e sem a necessidade de produzir para estoque, nivelando a produção.

Portanto, o que se deseja conhecer com este indicador de prática é o poder de negociação da empresa para influenciar a demanda dos

principais clientes de uma forma mais nivelada, parcelando entregas, por exemplo.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há como a empresa influir sobre o estabelecimento da forma de entrega dos produtos aos principais clientes, de tal forma a possibilitar entregas de produtos acabados de maneira distribuída ao longo do tempo, não concentrada em determinados períodos.

Cenário 3: Há média influência sobre o estabelecimento da forma de entrega dos produtos aos principais clientes, de tal forma a possibilitar entregas de produtos acabados de maneira distribuída ao longo do tempo, não concentrada em determinados períodos.

Cenário 5: Há forte influência sobre o estabelecimento da forma de entrega dos produtos aos principais clientes, de tal forma a possibilitar entregas de produtos acabados de maneira distribuída ao longo do tempo, não concentrada em determinados períodos.

3.13.4.4 Tecnologia para troca de informações com os clientes (PM04)

A tecnologia da informação pode ser uma importante aliada na gestão da demanda, uma vez que possibilita o maior entrosamento da empresa com seus clientes para obtenção de forma rápida e continuada das suas necessidades de consumo. A partir dessa informação confiável, pode ser estabelecido um PMP mais nivelado à demanda.

Essas tecnologias consistem na utilização da Troca Eletrônica de Dados (*Electronic Data Interchange* - EDI), Pedidos em Aberto com negociações apenas de quantidades, Estoque Gerenciado pelo Fornecedor (*Vendor Management Inventory* - VMI) ou de outras técnicas que favoreçam o relacionamento ágil entre fornecedor e cliente. Essas tecnologias agilizam a identificação das necessidades dos clientes, de tal forma a facilitar a entrega dos produtos acabados nas quantidades e momentos certos (JIT), sem utilização de elevados estoques.

Uma vez que essas tecnologias envolvem uma análise de custo/benefício, para a avaliação dessa prática deve-se considerar seu uso com os principais clientes. Destaque-se que a relação aqui avaliada é entre a empresa pesquisada e seus clientes, não em relação a seus fornecedores.

No caso das empresas que entregam seus produtos diretamente para o varejo, pode ser considerada a tecnologia da informação utilizada para possibilitar o agendamento da entrega dos produtos de forma

negociada. O uso apenas de pedidos pela *internet* nesse caso, que não possibilite a entrega dos produtos em datas negociadas não atende a esse requisito.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não são usadas essas tecnologias

Cenário 3: São usadas algumas dessas tecnologias, mas ainda de uma forma preliminar

Cenário 5: São usadas de forma efetiva essas tecnologias

3.13.4.5 Gestão da capacidade produtiva para o PMP (PM05)

O ideal é que o PMP no horizonte de curto prazo utilize informações de venda confiáveis para fazer a programação da produção, enquanto que a análise e validação da capacidade produtiva sejam realizadas no médio prazo, de tal forma a que não haja mudanças significativas em termos de capacidade produtiva no curto prazo, o que dificultará o nivelamento da produção. Caso essa prática não seja adotada, tende a gerar a necessidade de utilizar estoques de reserva para fazer frente às demandas que surgem, os quais devem ser evitados, uma vez que representam desperdícios, ou horas extras não previstas, onerando os custos. Esse indicador procura conhecer, portanto, se a empresa utiliza essa prática de gestão do PMP.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há a separação entre os horizontes de curto e médio prazo no planejamento da produção.

Cenário 3: Há uma separação clara entre os horizontes de planejamento da produção de curto e médio prazo, mas são frequentes as mudanças no curto prazo, com transtornos para a produção.

Cenário 5: A análise da capacidade produtiva para estabelecer o PMP é separada em curto e médio prazo. No horizonte de curto prazo são utilizadas informações confiáveis de demanda, tais como pedidos em carteira. Mudanças são mais admissíveis no médio prazo.

3.13.4.6 Nivelamento da carga de trabalho (PM06)

Uma boa prática para nivelamento da produção é planejamento da distribuição da carga de trabalho do processo produtivo que minimize as oscilações de necessidade de recursos, a partir da demanda necessária

para cada recurso e o tempo disponível. O planejador da produção deve procurar alinhar a capacidade de produção dos recursos (máquinas, pessoas e instalações) às necessidades de produção, que se convertem em carga de trabalho em função das quantidades de produtos necessários e dos tempos envolvidos. Uma boa pontuação nesse item se refere à prática de procurar uma distribuição regular dessa carga de trabalho nos períodos à frente, de tal forma a minimizar ociosidades e sobrecargas dos recursos, que oneram os custos necessários para uma produção nivelada à demanda. Uma das dificuldades encontradas para esta prática é a pequena confiabilidade nos tempos das operações e nas necessidades de produção a cada período.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não é feita a análise da carga de trabalho durante o planejamento mestre da produção.

Cenário 3: É realizada a análise da carga de trabalho, mas com dados pouco confiáveis em virtude das imprecisões dos tempos das operações e das necessidades de produção a cada período.

Cenário 5: A cada planejamento mestre da produção é realizada a análise da carga de trabalho, procurando nivelar o uso dos recursos, evitando ociosidades ou sobrecarga.

3.13.4.7 Alinhamento entre demanda e produção (PM07)

Esse indicador procura identificar se a empresa utiliza, para os produtos acabados, um quadro sequenciador de curto prazo, no chão de fábrica, informatizado ou não (*heijunka box*), para informar visualmente quando, o que e quanto produzir. Com esse quadro, o ritmo e a sequência da produção podem ser regulados, operacionalizando o nivelamento da produção.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não é utilizado o quadro sequenciador de curto prazo.

Cenário 3: O quadro sequenciador de curto prazo é utilizado para sequenciar alguns produtos acabados.

Cenário 5: O quadro sequenciador de curto prazo é utilizado plenamente nas áreas onde essa técnica seja aplicável.

3.13.4.8 Postergamento (PM08)

Com a postergação (*postponement*) a definição da configuração final do produto acabado somente é feita com a demanda confirmada do cliente. Essa prática possibilita reduzir o nível dos estoques de produtos acabados, mantendo ou melhorando o nível de serviço e a flexibilidade, criando assim um ambiente favorável ao *heijunka*. Entretanto, uma boa prática de postergação pressupõe que essa definição final dos produtos acabados seja realizada de forma econômica, sem a necessidade de manter elevados estoques de produtos em processo, o que caracterizaria um desnivelamento interno da produção.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não é utilizado o postergamento.

Cenário 3: Os principais produtos podem ter sua definição final postergada, mas com altos estoques de produtos em processo.

Cenário 5: O postergamento é amplamente utilizado nos principais produtos da empresa e onde ele for aplicável.

3.13.4.9 Nivelamento das vendas (PM09)

Para que o *heijunka* possa acontecer é necessário que o setor de vendas esteja comprometido com esse objetivo, uma vez que é esse setor que mantém os contatos com os clientes e negocia as quantidades e prazos de entrega dos produtos acabados.

É comum que a área de vendas estabeleça metas mensais de venda, boa parte delas associadas a bonificações, o que faz com que ocorram com frequência maiores esforços de venda mais ao final do mês, para que essas metas sejam alcançadas, fazendo com que a demanda por produtos aumente nas últimas semanas, dificultando o nivelamento da produção.

Esse indicador procura identificar, portanto, se há a prática de realizar o nivelamento das vendas ao longo das quatro semanas por mês, no lugar da última semana do mês, por meio do estabelecimento de metas semanais no lugar de mensais e de descontos para pedidos regulares dos clientes.

Para que o nivelamento de vendas seja possível é necessária uma maior integração com o PCP da empresa, de tal forma que o setor de vendas passe informações confiáveis com a maior antecipação possível e que exista um fluxo de informações de vendas para o PCP bem

definido, possibilitando a obtenção dos pedidos em carteira e das demandas em um curto espaço de tempo.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: O setor de vendas não está comprometido com o nivelamento das vendas.

Cenário 3: Há uma regular integração entre o PCP e vendas e, em algumas situações, são estabelecidas metas semanais de vendas no lugar das mensais, no sentido de distribuir melhor o trabalho da produção ao longo do mês.

Cenário 5: O setor de vendas está comprometido no esforço de nivelamento das vendas ao longo das quatro semanas por mês, no lugar da última semana do mês. Há metas semanais no lugar de mensais e são oferecidos descontos para pedidos mais bem distribuídos ao longo do tempo pelos clientes. Há uma forte busca da área de vendas em se integrar com o PCP de sua empresa, fornecendo informações de forma antecipada e confiáveis. O fluxo de informações entre PCP e vendas é bem definido e possibilita a obtenção dos pedidos em carteira e das demandas em um curto espaço de tempo.

3.4.13.10 Sistemática para o nivelamento da produção (PM10)

Esse indicador procura identificar se é utilizada a prática de programação do nivelamento da produção, considerando: a sequência a utilizar, por exemplo, para produtos A, B e C (C-B-A, A-B-C etc.), o número de vezes que cada sequência deve ser repetida, e o número de unidades de cada modelo a produzir em cada ciclo. Essa sequência visa a distribuir melhor a variedade de produtos ao longo dos períodos de planejamento, nivelando-os, no lugar de produzir lotes únicos e maiores de cada vez.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há sistemática pré-estabelecida para o nivelamento.

Cenário 3: Em algumas situações é estabelecido um *mix* de produção que favorece o nivelamento da produção.

Cenário 5: O PCP prevê a sequência, número de ciclos a ser repetida e o número de unidades em cada ciclo.

3.4.13.11 Planejamento de vendas e operações (S&OP) (PM11)

A prática do Planejamento de Vendas e Operações (PVO ou S&OP), que recomenda-se ser realizada pelo menos uma vez por mês, colabora com o nivelamento da produção uma vez que tem por objetivo a sincronização, de forma agregada, das demandas do mercado com os volumes de produção, sendo uma importante informação de entrada para que o plano mestre de produção possa estabelecer o programa de detalhado de cada item a ser produzido. Sem o S&OP o plano mestre de produção terá dificuldades para ajustar as demandas de mercado com as possibilidades de produção, dificultando o heijunka, uma vez que as demandas apareceram sem que a produção tenha se planejado de para isso.

Esse indicador procura saber, portanto, se há reuniões, no mínimo, a cada mês, entre os gestores das áreas de produção, comercial e finanças para estabelecimento do plano que vise a sincronizar os volumes agregados de produção com a demanda do mercado, que servirá de base para planejamento mestre da produção.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há planejamento de vendas e operações.

Cenário 3: São realizadas reuniões esporádicas e informais entre alguns gestores para o estabelecimento do plano que vise a sincronizar os volumes agregados de produção com a demanda do mercado, que servirá de base para planejamento mestre da produção.

Cenário 5: Há reuniões, no mínimo, a cada mês, entre os gestores das áreas de produção, comercial e finanças para estabelecimento do plano que vise a sincronizar os volumes agregados de produção com a demanda do mercado, que servirá de base para planejamento mestre da produção.

3.4.13.12 Parcerias com clientes (PM12)

A parceria com os clientes para a obtenção da demanda da forma mais antecipada possível favorece o nivelamento da produção, uma vez que esse conhecimento facilita o dimensionamento dos volumes de produção que serão necessários produzir para atender a essas demandas em cada período, minimizando as necessidades de possuir estoques baseados puramente em previsões de vendas, que muitas vezes não se concretizam, e diminuindo também as oscilações na capacidade

produtiva para atender a demandas inesperadas que surgem. A evidência do uso dessa prática é a existência de contratos de fornecimento de longo prazo.

Para identificação dessa prática, o indicador avalia o percentual dos principais clientes em que há parcerias/contratos de longo prazo para fornecimento, de tal forma que as demandas sejam mais facilmente conhecidas de forma antecipada.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Não há contratos de longo prazo com os clientes.

Cenário 3: Há contrato de fornecimento de longo prazo com alguns dos principais clientes.

Cenário 5: Há contrato de fornecimento de longo prazo com mais de 90% dos principais cliente.

São utilizados os seguintes indicadores de prática:

3.4.13.13 Confiabilidade da previsão (PM13)

Este indicador reflete quão eficiente é o modelo de previsão de demanda, formal ou não, adotado pela empresa. Pode ser medido pelo erro médio da previsão utilizada, pela comparação entre os valores previstos e os valores efetivos de demanda realizados no período, e o resultado pode ser expresso em termos percentuais. Na medida em que as previsões de vendas têm resultados mais confiáveis, torna-se mais seguro ajustar o que é produzido às demandas, colaborando com o nivelamento da produção.

Para avaliação dessa performance foi utilizado o mesmo critério do BME (LSSP, 2010):

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Erro médio acima de 40%

Cenário 3: Erro médio entre 20 e 30%

Cenário 5: Erro médio inferior a 10%

3.4.13.14 Confiabilidade dos prazos de entrega (PM14)

Uma boa medida da capacidade do sistema produtivo em atender as demandas conforme a necessidade do cliente é a confiabilidade dos prazos de entrega estabelecidos. Uma produção nivelada à demanda possui elevados índices de confiabilidade, uma vez que produz o que é

demandado, na quantidade e momento certos. De uma forma geral, ele é o reflexo das práticas PM01 a PM12, alguma delas com maior impacto, outras com menos.

Esse indicador avalia a capacidade do processo produtivo de entregar os produtos acabados nas datas inicialmente acertadas, tanto com os clientes, ou mesmo, conforme a prazo estipulado pelo PCP para sua conclusão. Renegociações de datas de entrega não devem ser consideradas no cálculo, e sim as datas inicialmente estabelecidas.

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Menos de 40% dos pedidos/ordens entregues no prazo.

Cenário 3: Mais de 60% e menos de 80% dos pedidos/ordens entregues no prazo.

Cenário 5: Mais de 90% dos pedidos/ordens entregues no prazo.

3.13.4.15 Giro dos estoques de produtos acabados (PM15)

O giro dos estoques é uma importante medida para avaliar o nível dos estoques que a empresa mantém. Elevado atendimento das demandas dos clientes finais a custo de um baixo giro dos estoques significa que a empresa mantém estoques elevados, que é um desperdício na abordagem lean, para procurar atender suas demandas, o que é incompatível com o desejado nivelamento da produção.

Há várias formas de calcular o giro de estoques, mas adotou-se aqui o resultado do cálculo da divisão do consumo médio mensal pelo estoque médio dos produtos acabados. Para esse indicador usou-se como base o que é adotado pelo BME (LSSP, 2010).

Para esta avaliação são colocados três cenários:

Cenário 1: Giro médio a cada três meses ou mais.

Cenário 3: Giro médio de uma vez por mês.

Cenário 5: Giro médio igual ou maior que quatro vezes ao mês.

3.13.4.16 Nível de serviço do estoque de produtos acabados (PM16)

O nível de serviço avalia a capacidade do sistema produtivo em atender as demandas dos clientes. Um alto giro de estoques é desejado, mas isso não pode comprometer o atendimento das necessidades dos clientes por produtos acabados. Se a empresa consegue elevados níveis de serviço dos estoques de produtos acabados com elevado giro dos

estoques (PM15), é uma forte sinalização que a empresa consegue nivelar a produção, uma vez que atende ao que os clientes desejam sem precisar manter elevados estoques.

Esse índice é calculado como a média mensal da razão entre a quantidade de requisições para entrega de produtos atendidas e o total de requisições emitidas, no ano.

Para esta avaliação são colocados três cenários para o nível de serviço:

Cenário 1: Entre 10% e 20%.

Cenário 3: Entre 50% e 60%.

Cenário 5: Entre 90% e 100%.

3.13.4.17 Tamanho dos lotes (PM17)

O tamanho dos lotes indica em que nível a empresa consegue produzir apenas o que estiver demandado no momento, que é a essência do nivelamento da produção. Nesta pesquisa, esse indicador é calculado pela razão entre o tamanho médio dos lotes de produção e o tamanho médio do lote dos pedidos dos clientes (ou a demanda diária estimada para o item que está sendo produzido). O valor 1,0, indica que o lote é exatamente igual à demanda real, o que é o ideal JIT.

Para esta avaliação são colocados três cenários para o nível de serviço:

Cenário 1: Igual ou maior que 2,0.

Cenário 3: Entre 1,3 e 1,5.

Cenário 5: Entre 1,1 e 1,0.

3.13.4.18 Variação da utilização da capacidade produtiva (PM18)

Um dos grandes benefícios do nivelamento da produção é atender a demanda sem necessitar de elevados estoques (PM15 e PM17), bem como com um melhor equilíbrio dos recursos (mão de obra, máquinas e instalações), a fim de que, para que possa ser atendida a demanda, não haja sobrecarga em alguns momentos e ociosidade em outros, onerando os custos. As práticas PM01 a Pm12 contribuem para bons resultados neste indicador.

Portanto, este indicador mede o percentual de variação da utilização da capacidade produtiva, para mais ou para menos, ao longo de um ano. O que se deseja avaliar é até que nível o processo produtivo consegue trabalhar com produção estável, sem fortes variações de

produção em função das oscilações da demanda. A variação da capacidade produtiva é obtida, dentre outras formas, pelo uso de horas-extras. Quanto menor essa variação melhor.

Para esta avaliação são colocados três cenários para o nível de serviço:

Cenário 1: Há necessidade de variar, em média, 50 % ou mais, para mais.

Cenário 3: Há necessidade de variar em média 30 %, para mais ou para menos, a capacidade produtiva.

Cenário 5: Há necessidade de variar, em média, 10% ou menos a capacidade produtiva.

4 ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DO MÉTODO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método para diagnóstico do nivelamento da produção. Foram realizadas oito aplicações, sendo que três delas em etapas produtivas de uma mesma empresa. Para manter o sigilo das informações fornecidas pelas empresas, elas estão aqui identificadas como empresas E1 a E8.

Em um primeiro momento, são analisados os resultados obtidos em cada um dos processos produtivos das empresas de forma individual, e, a seguir, com todas as empresas avaliadas, de tal forma a permitir a avaliação da hipótese estabelecida.

4.1. EMPRESA 1 (E1)

4.1.1 Perfil da empresa

A E1 é uma empresa que produz roupas para dormir dedicadas ao público adulto e infantil, tanto masculino como feminino, tais como: pijamas, camisolas, redes e roupas de cama. Tem o diferencial de possibilitar aos clientes a inclusão de nomes nas roupas, personalizando-as.

A comercialização é feita exclusivamente no varejo, por meio de uma loja anexa à fábrica. A personalização é feita após a escolha pelo cliente do produto e dos nomes que desejam imprimir nas roupas adquiridas.

Há cerca de três anos a empresa vem investindo na melhoria de sua gestão em todas as suas áreas, lhe possibilitando um expressivo crescimento, o que deverá fazer com que em 2011 ela ingresse na categoria de média empresa, pelo critério de faturamento. Essas ações de melhoria em sua gestão foram reconhecidas em 2010, quando obteve o primeiro lugar na categoria indústria no estado onde atua, do Prêmio de Competitividade para Micro e Pequenas Empresas 2010 (MPE Brasil 2010). Em virtude das vendas crescentes, a empresa abrirá em 2012 uma nova loja em uma área de elevado padrão de consumo.

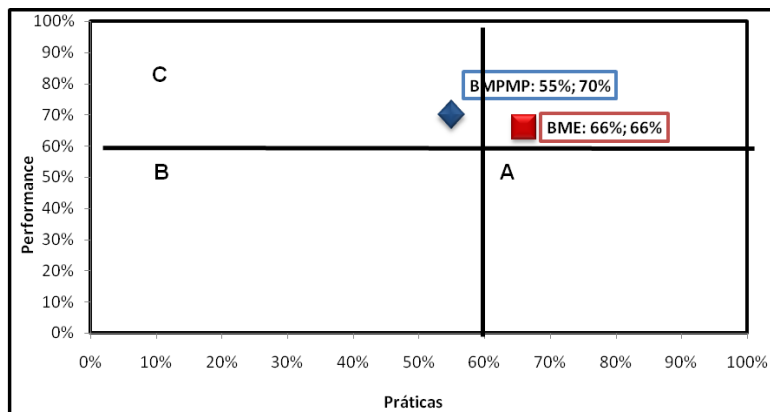
Em virtude do seu porte, o processo produtivo analisado é comum a todos os produtos, com pequenas variações entre um produto ou outro, entretanto, segue, invariavelmente, o fluxo: corte dos tecidos, pintura das peças, costura, acabamento e personalização, sendo que esta última etapa ocorre após a venda do produto na loja. Quando há

necessidade de complementar a capacidade produtiva utiliza a facção ou horas extras.

O Gráfico 3 mostra os resultados das aplicações do BME e do BMPMP. Neste pode-se observar que o BME colocou a empresa em uma boa posição, com 66% de prática e 66% de performance, conforme gráfico 3, o que caracteriza um estágio inicial de manufatura *lean* de forma bem equilibrada, pois os dois percentuais são iguais. Isso reflete o esforço de melhoria que a empresa está implementando há cerca de dois anos, que envolve todas suas áreas.

Já com o BMPMP o processo produtivo da empresa ficou no quadrante C, que indica uma performance (70%) superior à prática (55%), fora, portanto, na região do nivelamento da produção (*heijunka*). Isso indica que a empresa consegue atender, mesmo que ainda em um estágio inicial (10% acima da linha de corte de 60%), as necessidades dos seus clientes a partir de uma produção que se aproxima dessa demanda, sem precisar utilizar de elevados estoques ou variações significativas de capacidade produtiva, mas que as práticas utilizadas não estão condizentes com esse resultado, ou que ainda, esses resultados de performance com o passar do tempo não possam mais ser sustentados. Um ponto interessante aqui é que o índice de performance do BMPMP (70%) está muito próximo à performance do BME (66%).

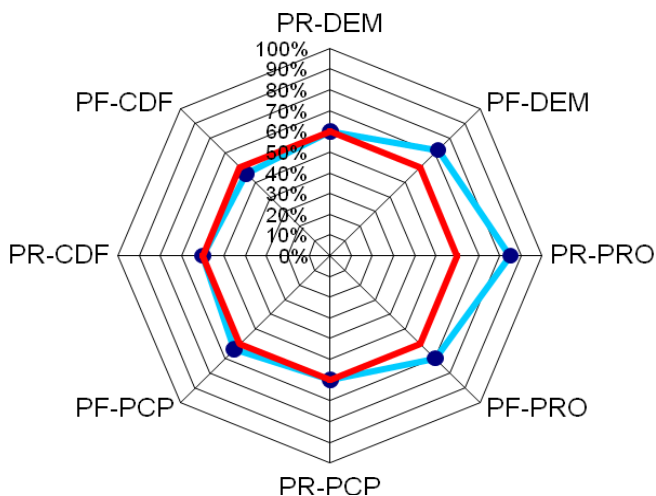
Gráfico 3 - Índice geral de prática e performance do BME e do BMPMP da empresa E1.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 4 evidencia que quase todas as variáveis de prática e de performance possuem percentuais maiores ou iguais a 60%, com destaque para o PF-DEM (Performance da Demanda), PR-PRO (Prática do Produto), PF-PRO (Performance do Produto), com exceção do PF-CDF (Performance do Chão de Fábrica) que ficou um pouco inferior (56%). Isso evidencia maiores oportunidades de melhoria neste último, entretanto, para uma evolução equilibrada, melhorias devem ser implementadas de forma simultânea nas outras variáveis, uma vez que o certo equilíbrio entre práticas e performance parece demonstrar que a utilização das práticas levarão a resultados correspondentes. Esses dados indicam que a empresa está em um estágio inicial de manufatura enxuta, o que é fortemente favorecido, contudo, pelo seu pequeno porte, pois normalmente possibilita às empresas maior agilidade e capacidade de resposta à demanda.

Gráfico 4 - Prática e performance para o BME na E1.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

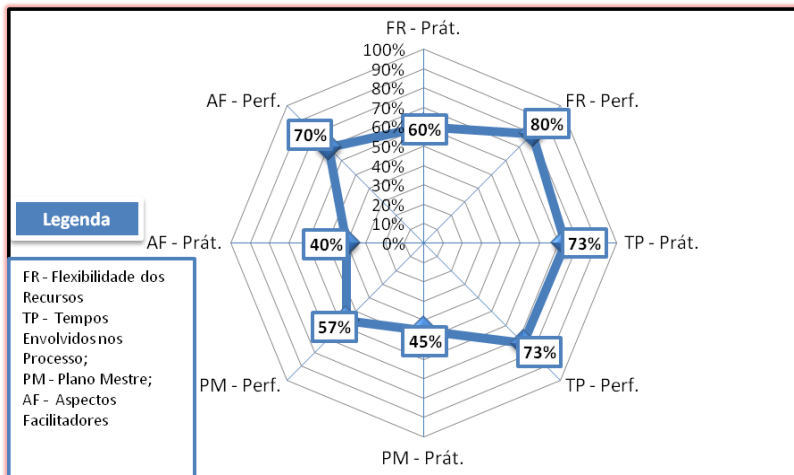
O Gráfico 5 mostra as relações entre as médias de práticas e performances obtidas em cada variável para o BMPMP. Nesta observação se que a performance em relação à flexibilidade dos recursos (FR) é superior às práticas adotadas, sugere que a empresa está conseguindo

uma boa flexibilidade nos processos de produção (80%), sem entretanto, utilizar práticas que conduzam a esse bom percentual, embora 60% de prática encontrado, não seja um mau resultado. Já para os tempos envolvidos nos processos, há um perfeito equilíbrio entre prática e performance, com um bom resultado (73%), indicando que as práticas adotadas para um tempo de resposta da produção à demanda estão compatíveis.

O Gráfico 5 ainda indica que há um significativo desequilíbrio entre a prática dos aspectos facilitadores e a performance correspondente, que foram 40% e 70%, respectivamente. Isso indica a necessidade de aprimoramento nas práticas, a fim de que os bons resultados se sustentem ou melhorem. Já com relação ao plano mestre de produção (PMP), observa-se uma discrepância de 12% entre a prática e a performance, sendo mais favorável a esta última, o que sugere uma conduta semelhante à observada para os aspectos facilitadores, embora em menor escala.

Observa-se nesse caso uma predominância de melhores percentuais de performance que de práticas para todas as variáveis utilizadas, pois a média de performance foi igual a prática em uma variável e superior nas outras três. Isso indica possibilidades de melhoria no nivelamento da produção a partir da adoção mais efetiva de práticas.

Gráfico 5 - Práticas e performance para o BMPMP na E1.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

As análises que estão no Apêndice B possibilitam um diagnóstico mais preciso da situação. Para maior objetividade, o método de análise enfatizará as maiores discrepâncias identificadas entre as práticas e performances, que está representado pelas relações percentuais que possuam diferenças maiores ou iguais a 40%, tais como nas faixas de 20-100%, 20-80%, 20-60% ou 40-80%, por exemplo, ou então pares com percentual muito baixos ou muito altos, ou ainda relações que mereçam maiores comentários em razão da maior significância para o caso em estudo.

4.1.2 Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E1

A partir das constatações elencadas, de uma forma global, pode-se constatar que os resultados de performance da empresa a colocam em uma situação favorável, os quais, embora ainda distante de valores plenos de nivelamento, não estão completamente sustentados por práticas compatíveis, e essa performance vem sendo obtida, em boa parte, em virtude do porte ainda pequeno da empresa, que facilita a obtenção de índices favoráveis, entretanto, essa performance pode não se manter no futuro, se mantiver o crescimento que a empresa vem demonstrando nos últimos anos.

Os principais pontos de melhoria com vistas a um melhor nivelamento da produção e de uma manufatura mais enxuta, tendo em vista as características do negócio da empresa, estão sumarizados no Quadro 10 na forma de plano de ação, de tal forma a indicar os caminhos que a organização precisa seguir para nivelar a produção e obter um estágio *lean* mais avançado. Os resultados evidenciam o estágio inicial de PCP no qual a empresa se encontra, uma vez que ele ainda está em desenvolvimento.

Quadro 10- Plano de Ação para Nivelamento da Produção da Empresa E1.

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR02 – Troca Rápida de Ferramentas	Montar times de melhoria para troca rápida de ferramentas, com ênfase no setor de pintura.	Gerar maior flexibilidade nas operações de pintura e possibilitar menores tamanhos de lotes de produção.	Treinar a equipe montada em técnicas de TRF.	Redução dos tempos de troca de ferramentas e, em especial na pintura, para viabilizar lotes menores de produção (PM17), mais nivelados com a demanda (FR07).	Pouco envolvimento da direção e dos colaboradores com o projeto.
TP03 – Agregação de Valor ao Processo Produtivo	Mapear o processo de produção para identificação e eliminação dos desperdícios, a fim de diminuir o <i>lead time</i> e aprimorar o fluxo contínuo. Aprimorar o balanceamento entre os setores de produção.	Possibilitar maior agilidade ao processo de produção e capacidade de resposta mais rápida às demandas que surgem.	Treinar a equipe montada em técnicas de análise do fluxo de valor e estabelecer metas para melhor ajuste entre os tempos de ciclo e o <i>takt time</i> .	Melhora do fluxo contínuo (TP04), para ajuste mais fácil dos processos produtivos às necessidades do mercado (<i>takt time</i>); Com menores <i>lead times</i> (TP05), o tempo de resposta às necessidades de produção dos produtos fica menor, dependendo menos dos estoques.	Dificuldade na obtenção dos tempos das operações em virtude da significativa variedade de família de produtos. Essa dificuldade pode ser amenizada pela escolha das famílias de produtos que representem maior volume e frequência de produção ao longo do ano.

Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
AF04 - Estabilidade Produtiva	Monitorar as paradas da produção em virtude de problemas com materiais, métodos de trabalho, máquina ou mão-de-obra, a fim de identificar suas causas e aumentar a eficiência da fábrica (AF06)	Para dar maior segurança à rotina das operações em obter os tempos de ciclo padrão, para melhor alinhá-los ao <i>takt time</i> (TP04), contribuindo com a eficiência da fábrica (AF06)	Criar apontamento para identificar as perdas de produção e suas causas	Uma maior eficiência responde de forma mais ágil às demandas que surgem do mercado, sem necessitar de grandes estoques. Haverá maior segurança em atender a demanda.	Não identificação das causas reais das paradas de produção, sem a promoção da melhoria contínua.
PM01 – Técnicas de previsão de vendas	Aprimorar as técnicas quantitativas e qualitativas de previsão de vendas, ampliando seu uso e avaliando os erros de previsão	Para haver maior precisão nas decisões dos volumes a serem produzidos, de tal forma a minimizar fortes oscilações na capacidade produtiva, sem que a empresa esteja preparada para isso	Elaborar a previsão de vendas com horizonte de um ano, a fim de dimensionar a capacidade produtiva, com revisões trimestrais e mensais	O conhecimento prévio das demandas possibilita um planejamento mais adequado para utilização dos recursos produtivos, diminuindo os efeitos das ociosidades e excesso de carga de trabalho. Traz efeitos para um melhor S&OP (PM11)	Escolha e manutenção de um modelo estatístico de previsão que esteja coerente com o perfil de demanda e que gere erros aceitáveis; poucas informações de mercado que possibilite uma avaliação qualitativa coerente.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
PM11 – Planejamento de vendas e operações (S&OP)	Tomar rotineiras as reuniões entre as áreas comercial, de produção e financeira, para definição prévia dos volumes que serão produzidos no futuro, facilitando a elaboração do plano mestre de produção.	Para possibilitar um plano mestre de produção que esteja mais próximo às restrições de produção e às necessidades de mercado, sem necessidade de variações bruscas na capacidade de produção (PM18).	Disciplinar a realização de reuniões de planejamento.	Maior sintonia entre as necessidades de mercado e as possibilidades da produção, tomando as possíveis necessidades de variação da capacidade produtiva mais fáceis de serem administradas (PM18)	Falta de disciplina em manter a rotina do S&OP e dificuldade em obter informações confiáveis de produção e vendas que sustentem o S&OP.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

4.2 EMPRESA 2 (E2)

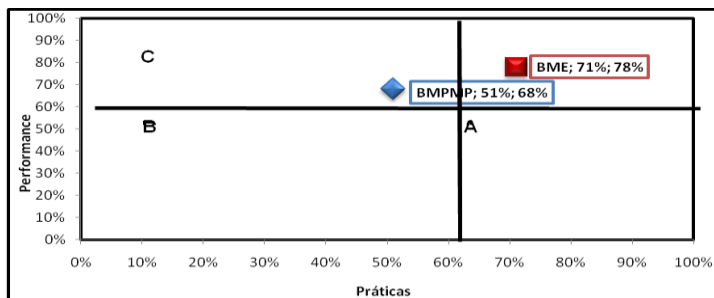
4.2.1 Perfil da empresa

A empresa E2 dedica-se a produção de eletrodomésticos. Possui 2.500 funcionários e produz fogões, geladeiras, *freezers*, bebedouros, purificadores e lavadoras de roupa, com volume médio mensal de 270.000 unidades, atendendo ao mercado brasileiro e a alguns países da América do Sul, Ásia e África, essencialmente a empresas varejistas, tais como Casas Bahia e Magazine Luiza.

O processo produtivo em análise nesta pesquisa é o de fogões, com cerca de 1.300 funcionários e uma produção média mensal de 170.000 unidades. A escolha desse processo deve-se ao seu grande peso no portfólio da empresa, bem como a maior possibilidade de aplicação da manufatura *lean* e do nivelamento da produção, pois é um processo produtivo de menor complexidade.

O Gráfico 6 mostra os resultados das aplicações do BME e do BMPMP. Pode-se observar um índice de 71% de prática e 78% de performance para o BME, portanto, em uma boa posição, reforçado pelo fato dos percentuais não estarem tão distantes. Já o BMPMP posiciona o processo produtivo de fogões no quadrante C, com performance (68%) superior, portanto, à prática (51%). Essa posição caracteriza o processo produtivo fora da região *heijunka*. Observa-se no caso da empresa E2 que há um razoável distanciamento entre os índices gerais de prática e de performance, sendo esta mais significativa para o índice geral de prática, com 20% de diferença entre eles.

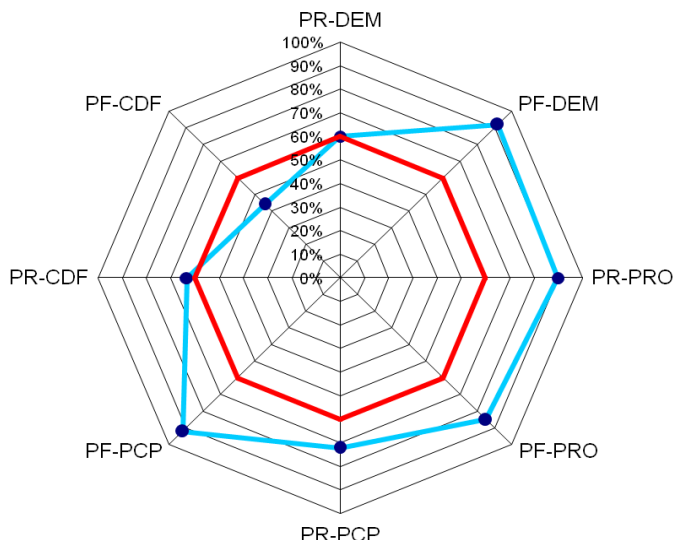
Gráfico 6 - Índice geral de prática e performance do BME e do BMPMP da empresa E2.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 7 mostra as variáveis que mais contribuem com um índice global de prática de 78% no BME são a performance da demanda (PF-DEM), do produto (PF-PRO) e do PCP (PF-PCP). Por outro lado, observa-se uma significativa diferença entre a performance (92%) e a prática da demanda (60%). Essa diferença pode ser explicada pelo fato da demanda por fogões ser essencialmente gerada por pedidos dos clientes, diminuindo a imprevisibilidade.

Gráfico 7 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E2.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

A variável que mais conduziu a uma diminuição da performance foi a relativa ao chão de fábrica (PF-CDF), que obteve um percentual de 44%, fortemente influenciada pelos baixos valores dos indicadores de paradas não programadas e de polivalência, o que denota oportunidades de melhoria na gestão da manutenção e na multifuncionalidade dos funcionários.

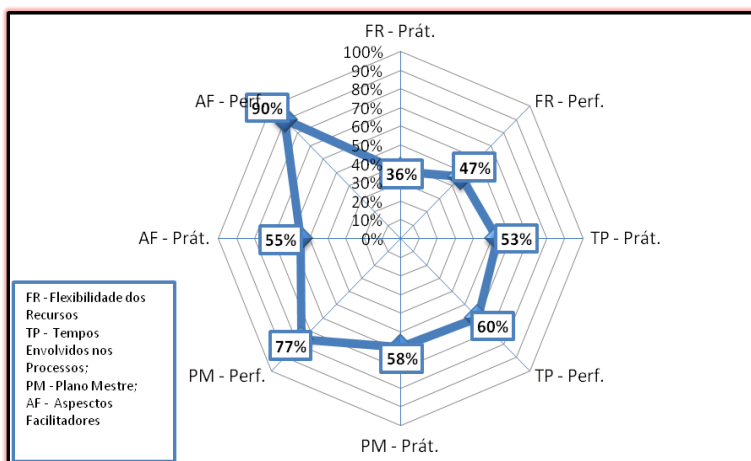
O Gráfico 8 mostra que as variáveis que obtiveram maiores valores foram as performances dos aspectos facilitadores (90%) e do plano mestre (77%). Esses resultados demonstram que a realidade da empresa apresenta uma boa estabilidade para que um nivelamento da produção seja efetivado, aqui avaliado por meio dos indicadores de

disponibilidade de máquinas (por volta de 91%) e eficiência da fábrica com média de 95%. Esses dados são facilitados pela relativa pouca complexidade do processo produtivo. Entretanto, por si só não são suficientes para a obtenção do *heijunka*.

Com relação às práticas, as variáveis que mais contribuíram para o índice global de 51% foram a prática de flexibilidade – FR- Prát. (36%) e os tempos envolvidos no processo – TP-Prát. (53%). Para a prática da flexibilidade (FR) os indicadores que mais contribuíram para isso foram o *layout* flexível e automação flexível, ambos com 20%. Já para os tempos envolvidos no processo (TP) foi o indicador relativo à utilização dos supermercados, com (40%), o que indica sua utilização, associado a um processo de produção puxado. Com relação à flexibilidade, a busca do nivelamento da produção na área de fogões será favorecida com a prática de um *layout* mais flexível, com uso mais efetivo de células, por exemplo, uma vez que há muito pouca automação nesse processo.

O índice geral de performance maior que a prática pode significar que a empresa pode estar arcando com custos maiores que os necessários para sustentar uma situação um pouco mais favorável em termos de performance.

Gráfico 8 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E2.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.2.2 Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E2

As constatações dos itens anteriores e do apêndice B permitem diagnosticar que a empresa possui alguns bons indicadores de performance que favorecem a obtenção do *heijunka*, mas possui ainda muitas oportunidades de melhoria em termos de práticas, a fim de que a performance melhore ainda mais para que o nivelamento da produção contribua para um estágio de produção *lean* mais avançado.

O Quadro 11 sumariza e destaca os principais aspectos observados nessa Empresa, bem como as ações que possam incrementar o nivelamento da produção, na forma de plano de ação, a fim de indicar os caminhos que a organização precisa seguir para nivelar a produção e obter um estágio *lean* mais avançado.

Quadro 11 - Plano de ação para nivelamento da produção de fôçoes na E2.

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR01 – Multifuncionalidade dos fornecedores	Aumentar a multifuncionalidade dos operadores	Para aumentar a flexibilidade da mão-de-obra (FR06)	Implantar programa de multifuncionalidade dos trabalhadores	Possibilitará que os mesmos trabalhadores produzam produtos diferentes em função da demanda do momento, racionalizando a utilização da mão-de-obra	Paradigmas da cultura organizacional voltada a tarefas únicas
FR03 – <i>Layout</i> flexível	Adotar arranjos físicos que possibilitem maior flexibilidade dos processos	Para aumentar a flexibilidade dos processos (FR08)	Realizar estudo para definição de famílias de peças e implantar o arranjo físico celular onde este for viável	Possibilitará que os recursos de produção produzam uma maior variedade de peças, alinhando a produção à demanda e colaborando para o nivelamento da produção	Custos referentes à mudança de local das máquinas, configuração das células e possível investimento para aquisição de máquinas a fim de completar o fluxo produtivo em cada célula.
FR02 – Troca rápida de ferramentas	Adotar um programa de troca rápida de ferramentas (TRF)	Para reduzir o tempo de <i>setup</i> das máquinas (FR07)	Identificar as máquinas gargalo e adotar tpeccas para redução do tempo de <i>setup</i>	Produzir, de forma econômica, lotes de produção mais alinhados à demanda	Pouco comprometimento da direção com o a TRF e tempo das equipes de análise do <i>setup</i> para aplicar e obter os resultados

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
TP 03 – Agregação de valor no processo produtivo	Identificar e eliminar do processo produtivo as atividades que não agregam valor	Para possibilitar um fluxo contínuo (TP04) e reduzir o <i>lead time</i> (TP05)	Criar time de melhoria para mapear os processos e eliminar desperdícios.	Alinhar os tempos de ciclo das operações ao <i>takt time</i> , sem gerar estoques elevados, e atender de forma mais ágil as demandas que surgirem.	Tempo dedicado pelo time de melhorias e mudanças nos paradigmas organizacionais a compreensão das sete perdas <i>lean</i>
AF01 – Padronização dos processos produtivos	Padronizar os processos de produção	Reduzir os custos do controle para garantir a eficiência da fábrica (AF06)	Montar programa de padronização dos processos, com definição de procedimentos, instruções de trabalho e auditorias.	Propiciar uma ambiente de produção mais ágil para atender às necessidades de demanda de uma forma menos centralizada e, por isso, mais ágil.	Custos da implantação do programa
AF02 – Gestão visual	Aprimorar a comunicação visual no “piso de fábrica”	Aumentar o comprometimento dos funcionários com os resultados da área onde atua, contribuindo para reduzir os custos do controle a fim de alcançar a eficiência desejada (AF06)	Implantar um programa de gestão à vista por meio de painéis, indicadores luminosos (<i>andon</i>) e outros instrumentos que garantam aos operadores do piso de fábrica o status do processo, servindo também de auxílio para a decisão.	O conhecimento da situação da produção por parte dos operadores diretos contribui para aumentar o compromisso destes para a tomada de decisão em termos do que precisa ser produzido a cada momento, colaborando para alinhar a produção à demanda.	Custos da implantação do programa; mudança em paradigma em relação ao processo decisório em nível do piso de fábrica.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
AF03 – Manutenção Produtiva Total	Incrementar o número de operadores e mantenedores	Incrementar a confiabilidade das máquinas e contribuir com a redução dos custos de manutenção, a fim de aumentar o índice de disponibilidade das máquinas (AF05)	Implantar um programa de manutenção produtiva total, com ênfase na manutenção autônoma	Possibilitar que as áreas produtivas possam trabalhar com menores níveis de estoque para atender às demandas, produzindo na medida em que elas surgem, uma vez que as máquinas estão mais confiáveis e não necessitam de elevados estoques de proteção.	Investimento para a implantação do programa; paradigmas culturais para mudança do operador tradicional para operador mantenedor
PM01 – Técnicas de previsão das demandas	Aprimorar o processo de previsão das demandas	Melhorar a confiabilidade das previsões (PM13), para dar maior segurança às decisões de planejamento da produção	Utilizar técnicas quantitativas e qualitativas de previsão de demanda	Uma maior confiabilidade das previsões das demandas fará com que o planejamento da produção possa atender de forma mais “suave” as demandas que surgem, nivelando a carga de trabalho e fazendo com que a produção possa atender à demanda sem transtornos	Capacitação da equipe para utilizar técnicas e <i>softwares</i> estatísticos de previsão

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM 12 – Parceria com clientes	Aprimorar a parceria com os principais Clients.	Melhorar a estabilidade da capacidade produtiva, para reduzir a necessidade de horas extras e ociosidades (PM18).	Negociar com os principais clientes para o estabelecimento de contratos de fornecimento de longo prazo, com informações antecipadas das demandas.	O conhecimento antecipado da demanda possibilita um planejamento da utilização dos recursos de produção compatíveis com a demanda, diminuindo as variações de curto prazo nas utilizações da capacidade produtiva.	Resistência dos grandes varejistas em estabelecer contratos de longo prazo; Paradigmas culturais das relações entre fornecedor e cliente.
PM09 - Nivelamento das vendas	Nivelar as vendas ao longo do mês.	Para aprimorar o giro dos estoques de produtos acabados (PM15), o nível de serviço (PM16) e reduzir as variações da capacidade produtiva (PM18).	Envolver o setor de vendas no esforço de nivelamento da carga de trabalho da produção ao longo do mês, por meio do estabelecimento de metas semanais distribuídas ao longo do mês, no lugar de concentrar a demanda na última semana.	Alinhamento da utilização dos recursos de produção de forma mais estável ao longo do mês, diminuindo as sobrecargas e ociosidades.	Paradigma do setor de vendas.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM02 – Relacionamento com os clientes para obtenção da demanda	Aprimorar a obtenção das demandas dos principais clientes	Para melhorar os prazos de entrega (PM14), melhorar o giro dos estoques de produtos acabados (PM15), melhorar o nível de serviço dos produtos acabados (PM16), contribuir para redução do tamanho dos lotes de produção (PM17), diminuir as oscilações da utilização da capacidade produtiva (PM18)	Negociar com os principais clientes para que os setores de PCP e de vendas de ambos aprimorem a troca de informações, de tal forma a obter as demandas com a maior antecedência possível.	Atender às necessidades dos clientes na quantidade e no momento certo, sem precisar para isso manter elevados níveis de estoque de produtos acabados e sem oscilações significativas da utilização da capacidade produtiva	Resistência dos clientes.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

4.3 EMPRESA 3 (E3)

4.3.1 Perfil da empresa

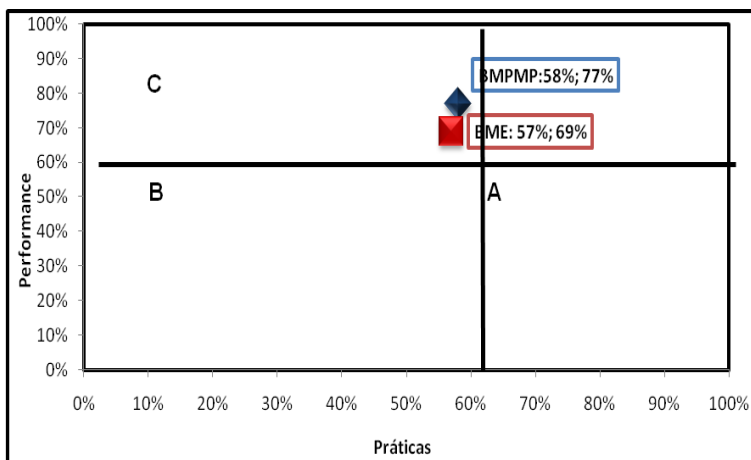
A E3 produz roupas de cama, *ededrons*, colchas, lençóis, fronhas e artigo de mesa, atendendo ao público das classes A a C. As principais categoria de clientes são as redes especializadas, especializadas independentes, *top* departamentos, supermercados, atacado, atacarejo, institucional (hotéis) e lojas de fábrica. Possui cerca de 700 funcionários na planta, sendo que no processo em análise, que foi o de produção de jogos (lençóis, sobre lençóis e fronhas), atua com 152 pessoas. A produção total dessa indústria é de 500.000 unidades por mês, e no processo de produção de jogos são 30.000 unidades por mês. Os produtos são comercializados em todo o Brasil e em alguns outros países.

O Gráfico 9 mostra os resultados das aplicações do BME e do BMPMP na empresa E3. Os índices gerais para o BME de 57% de prática e 69% de performance, demonstram que o processo produtivo em análise necessita incrementar suas práticas para aprimorar os resultados de performance, uma vez que colocou a empresa em um quadrante fora da zona *lean*. Além disso, a diferença de 12% entre esses dois indicadores permite considerar que a performance de 69% pode representar custos maiores do que seriam os necessários para obtenção desse resultado, uma vez que não está plenamente sustentado por práticas compatíveis.

O Gráfico 9 mostra ainda o processo produtivo em análise fora da região *heijunka*, embora com práticas de performance para o nivelamento da produção 19% superiores, o que mantém coerência com o resultado global do BME. Isso já demonstra, de uma forma global, que o avanço da utilização de práticas que levem ao nivelamento da produção colocará a empresa em um estágio mais confortável de atendimento das demandas, sem significativas variações nos estoques.

O processo produtivo em análise é relativamente simples, pois os produtos não possuem grande complexidade, além de o processo produtivo ser composto basicamente por corte do tecido e confecção, o que facilita o nivelamento da produção.

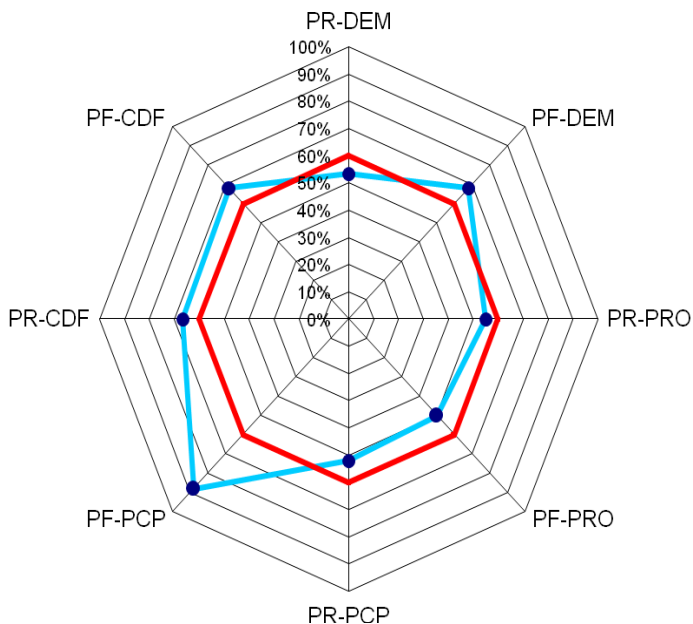
Gráfico 9 - Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP na E3.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 10 apresenta algumas variáveis com valores inferiores ao valor mínimo estabelecido de 60%: PR-DEM (prática de estudo da demanda), PR-PRO (prática de estudo do produto), PF-PRO (performance do produto) e PR-PCP (prática de PCP). Observa-se também um significativo desequilíbrio entre a prática de PCP e sua performance (PF-PCP), com 88%.

Gráfico 10 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E3.

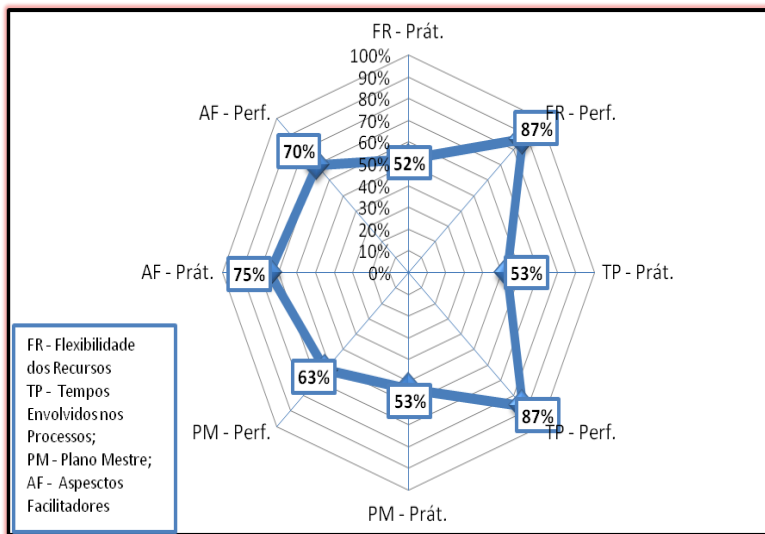


Fonte: Elaborado pelo pesquisado.

O Gráfico 11 permite compreender melhor quais as variáveis que mais contribuíram para esse resultado do BMPMP. Neste pode observar que as variáveis de prática TP-Prát. (tempos envolvidos no processo), com resultado de 53%, FR-Prát. (flexibilização dos processos), com 52%, e PM-Prát. (plano mestre), com 53%, todos, portanto, abaixo do limite de 60%, o que colaborou para um menor índice de prática. Isso demonstra boas oportunidades de melhoria nessas áreas.

Por outro lado, as variáveis FR-Perf. (performance da flexibilidade dos recursos) e TP-Perf. (performance dos tempos envolvidos no processo), ambos com 87%, contribuem fortemente para um melhor índice global de performance, entretanto, apresentam grandes diferenças em relação às práticas correspondentes o que evidencia também boas oportunidades para gerar maior equilíbrio entre eles.

Gráfico 11 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E3.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.3.2 Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E3

A partir das constatações observadas e do que está no apêndice B, foi elaborado o plano de ação que está no Quadro 12, o qual, ao mesmo tempo em que sumariza os principais aspectos do diagnóstico, também propõe um caminho a seguir, a fim de que a E3 aprimore o nivelamento da produção e a manufatura *lean*.

Quadro 12 - Plano de ação para nivelamento da produção na E3.

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
FR01 – Multifuncionalidade dos trabalhadores	Ampliar a capacidade dos operadores para realizar todas as operações pertinentes à sua área de atuação	Para melhorar a flexibilidade da mão-de-obra (FR06), tomando-a mais capaz de produzir o que estiver sendo demandado no momento	Criar um programa de multifuncionalidade, envolvendo rotação de cargos e matriz de multifuncionalidade.	Os operadores estarão aptos a produzir os produtos conforme a demanda, nas quantidades e momentos certos, nivelando a demanda.	Investimento na capacitação dos operadores para a multifuncionalidade; resistência dos operadores em realizar outras operações.
AF03 – Manutenção produtiva total	Implantar programa de manutenção produtiva, com ênfase na formação de operadores mantenedores	Para melhorar o índice de disponibilidade das máquinas (AF05)	Criar programa de manutenção produtiva total, envolvendo as áreas de manutenção e produção.	Maior confiabilidade nas máquinas para produzir mais de acordo com a demanda do momento, sem precisar de grandes estoques de reserva para se prevenir no caso de parada das máquinas, fazendo assim com que a produção possa atender de forma mais nivelada a demanda.	Investimento na capacitação dos operadores sobre manutenção básica do equipamento; resistência dos operadores para realização de atividades de manutenção.

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM01 – Técnicas de previsão	Aprimorar o processo de previsão de vendas	Para melhorar a confiabilidade da previsão de vendas, reduzindo seu erro médio (PM13)	Criar equipe de previsão com pessoas das áreas comercial e do PCP, para análise das demandas	A melhor previsão de vendas é uma forma da empresa se preparar com maior segurança para atender ao comportamento das futuras demandas, colaborando para o <i>heijunka</i> .	Investimento em <i>softwares</i> de previsão de demanda ou da equipe para desenvolver métodos estatísticos e qualitativos de previsão
PM12 – Parcerias com clientes.	Incrementar a parceria com os clientes para conhecimento de forma mais antecipada da demanda.	Para que haja menores necessidades de oscilação da demanda (PM18), facilitando o planejamento da produção	Negociar com os principais clientes e propor contratos de longo prazo, mostrando as vantagens para ambos.	Fazer com que as necessidades de produtos possam ser mais bem distribuídas ao longo do tempo, sem sobrecargas ou ociosidades, nivelando a produção com menores custos.	Resistência dos clientes que possuem maior poder de barganha em formalizar contratos de longo prazo; planejamento deficitário dos clientes para determinar suas demandas futuras com maior precisão

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM03 – Poder de negociação junto aos clientes	Ampliar as negociações com os principais clientes para melhorar as condições de entrega parcelada dos produtos	Para contribuir com o aumento do giro dos estoques de produtos acabados (PM15), a fim de atender aos pedidos dos clientes sem a necessidade de manter elevados estoques	Negociar com os principais clientes entregas parceladas ao longo do ano, não as concentrando em determinados períodos. Mostrar as vantagens que isso trará para ambas as partes	As demandas melhor distribuídas ao longo do ano fazem com que os recursos produtivos sejam melhor utilizados, reduzindo as situações de sobrecarga ou ociosidade, contribuindo para o nivelamento da produção.	Resistência dos clientes que possuem maior poder de barganha; pouca habilidade da área comercial da E3 para negociar com os clientes condições mais favoráveis.
PM09 – Nivelamento das vendas	Nivelar as vendas ao longo do mês, não as concentrando na última semana	Aumentar o giro dos estoques dos produtos acabados (PM15) e reduzir a necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18). Esses resultados reduzirão os custos para atingir o nível de serviço desejado.	Distribuir as vendas ao longo das quatro semanas do mês, no lugar de concentrá-la na última semana, e fazer uma maior integração do PCP da empresa com o seu setor de vendas.	As demandas melhor distribuídas ao longo do mês fazem com que os recursos produtivos sejam melhor utilizados, reduzindo as situações de sobrecarga ou ociosidade, e a necessidade de possuir um maior estoque de produtos acabados para atender a demanda, contribuindo para o nivelamento da produção.	Resistência da área comercial na compreensão dos benefícios de uma demanda nivelada; conflitos entre PCP e vendas

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
<p>PM02 – Prática de relacionamento com os clientes para obtenção das demandas.</p>	<p>Conseguir obter as demandas e suas alterações com a antecedência necessária para o planejamento da produção</p>	<p>Para melhorar o giro do estoques de produtos acabados (PM15), reduzir as variações na utilização da capacidade produtiva (PM18) e contribuir com tamanhos dos lotes de produção mais compatíveis com os pedidos dos clientes (PM17)</p>	<p>Aprimorar o relacionamento com a área de vendas das empresas clientes para conhecer com a maior antecipação possível as demandas futuras. Aprimorar o relacionamento entre as áreas de PCP das empresas fornecedora e cliente, para maior alinhamento das necessidades e programações.</p>	<p>O aumento do giro dos estoques de produtos acabados e a redução do tamanho dos lotes, contribuirão para que a produção possa atender a demanda sem haver o desperdício da superprodução, e sem a necessidade de variar a capacidade produtiva, uma vez que diminuirá as sobrecargas e ociosidades da fábrica, nivelando a produção.</p>	<p>Dificuldade de integração entre os PCPs da empresa cliente e da E3; pouca confiança nas relações entre E3 e cliente.</p>

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.4 EMPRESA 4 (E4)

4.4.1 Perfil da empresa

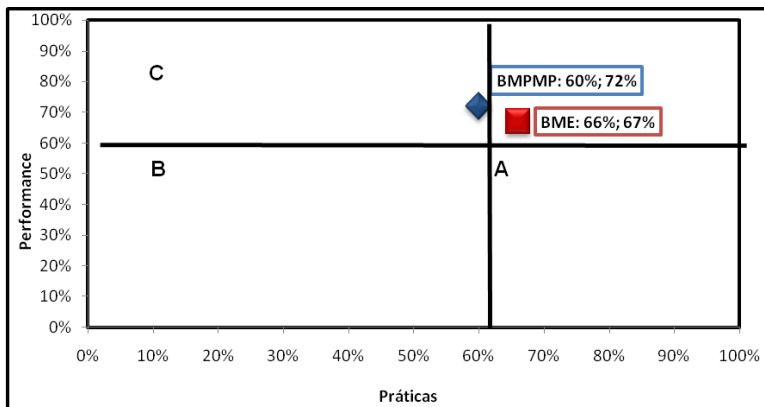
A Empresa E4 está localizada na Região Sul do Brasil e produz toalhas de banho. Possui 2.340 funcionários em toda planta e na unidade de confecção, onde foi aplicada a pesquisa, 500 funcionários. Essa unidade de confecção tem uma produção média mensal de 1.000 toneladas de toalhas.

Os produtos são comercializados no mercado brasileiro (93%) e para exportação (7%), para destinos como Europa, Estados Unidos e América Latina. As categorias de clientes estão distribuídas com 50% para o varejo e 50% atacadistas. Entre as empresas mais conhecidas que adquirem os produtos da E4 estão o Hipermercado G. Barbosa, Carrefour, Lojas Pernambucanas e Pão de Açúcar.

O Gráfico 12 mostra os resultados das aplicações do BME e do BMPMP na E4. A confecção de toalhas está posicionada dentro de uma região favorável em relação ao modelo *lean* de produção, com 66% de prática e 67% de performance. Embora a pontuação demonstre que a empresa esteja em um estágio inicial da manufatura enxuta, ela tem o mérito de ter um ótimo equilíbrio entre a prática e performance, evidenciando assim que as práticas adotadas, de uma forma geral, têm gerado os resultados esperados,

O Gráfico 12 mostra ainda que o nivelamento da produção obteve índices gerais de prática e de performance de 60% e 72%, respectivamente. Esse resultado coloca o nivelamento da produção em um estágio inicial de *heijunka*, com desequilíbrio de 12% entre as práticas e a performance, demonstrando assim, possibilidades de melhoria para a diminuição dessa diferença por meio da aplicação de práticas que conduzam o processo de produção ao *heijunka*, contribuindo com a manufatura *lean*. Observa-se nesse caso uma boa aproximação dos índices gerais obtidos com o BME e o BMPMP.

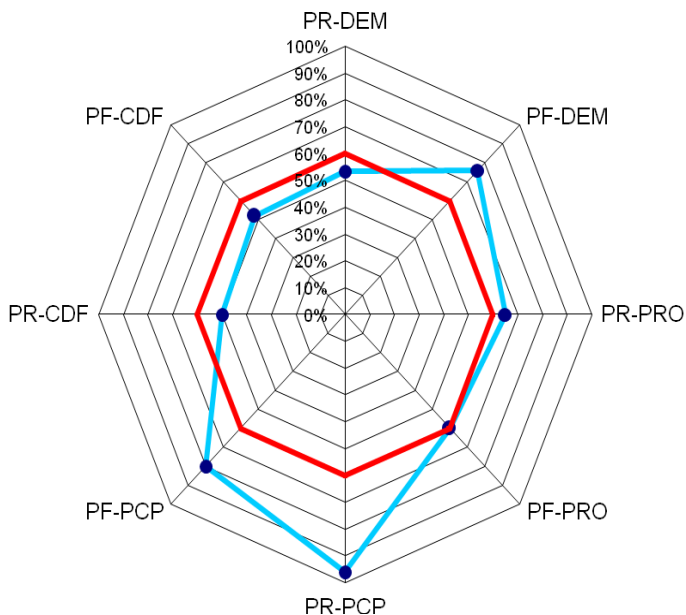
Gráfico 12 - Índice geral de prática e performance do nivelamento da E4.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 13 possibilita identificar que as variáveis PR-DEM (prática da demanda), PF-CDF (performance do chão de fábrica) e PR-CDF (prática de chão de fábrica) obtiveram percentuais inferiores ao limite estabelecido pelo método de 60%, sendo assim objeto de prioridade nas ações de melhoria. Já as variáveis de PCP, tanto de prática quanto de performance (PR-PCP e PF-PCP), obtiveram resultados significativamente superiores, com destaque para a variável PR-PCP com 96%, o que demonstra que o PCP da empresa tem uma forte contribuição para o alcance da manufatura *lean*.

Gráfico 13 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E4.



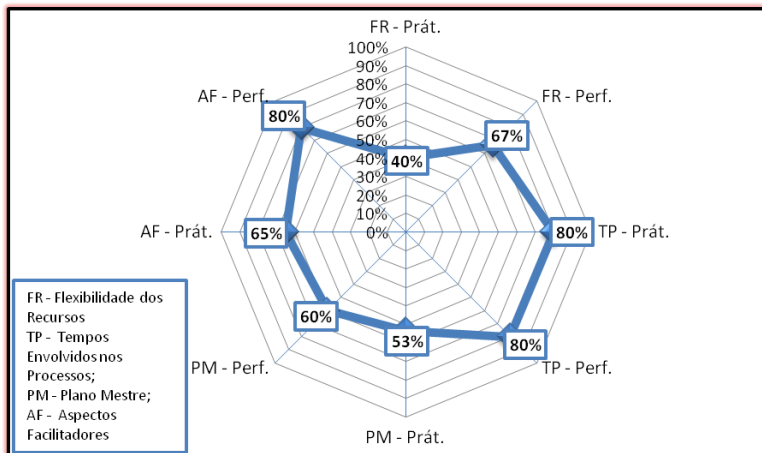
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 14 apresenta a distribuição dos indicadores avaliados que possibilitaram os resultados dos índices gerais. Neste gráfico pode-se observar que há duas variáveis com percentuais abaixo do limite de 60%: FR-Prát. (prática de flexibilidade dos recursos) e PM-Prát. (prática de elaboração do plano mestre). O Gráfico possibilita também verificar que a variável performance do plano mestre (PM-Perf.) está com 60% de avaliação, o que faz dessa variável uma boa alternativa para melhorias, bem como da prática da flexibilidade dos recursos.

Obteve-se o bom percentual de 80% as variáveis AF-Perf, TP-Prát. e TP-Perf. Esta última está em perfeito equilíbrio com as práticas de TP adotadas, mas nas outras duas há significativas diferenças entre as práticas adotadas e os resultados obtidos, o que merece uma análise mais detalhada para investigar as razões dessa situação e corrigir suas causas, a fim de aprimorar o nivelamento da produção.

A análise de cada variável separadamente, juntamente com seus indicadores, permitirá a proposição de melhorias, o que será apresentado nas subseções seguintes.

Gráfico 14 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E4.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.4.2 Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E4

A partir das constatações observadas e do que está no Apêndice B, foi elaborado o plano de ação que está no Quadro 13, o qual, ao mesmo tempo em que sumariza os principais aspectos do diagnóstico, também propõe um caminho a seguir, a fim de que a E4 aprimore o nivelamento da produção e a manufatura *lean*.

Quadro 13 - Plano de ação para nivelamento da produção na E4.

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
FR01 – Multifuncionalidade de dos trabalhadores	Ampliar a capacidade dos operadores para realizar todas as operações pertinentes à sua área de atuação	Para melhorar a flexibilidade da mão-de-obra (FR06), tornando-a mais capaz de produzir o que estiver sendo demandado no momento	Criar um programa de troca rápida de equipamentos, com a participação da engenharia industrial, da equipe responsável pelo <i>setup</i> e dos operadores das máquinas	Os operadores estarão aptos a produzir os produtos conforme a demanda, nas quantidades e momentos certos, nivelando a produção.	Investimento na capacitação dos operadores para a multifuncionalidade; resistência dos operadores em realizar outras operações.
FR02 – Troca rápida de ferramentas.	Reduzir o tempo de <i>setup</i> das máquinas gargalo	Para aumentar a flexibilidade do processo produtivo. Por meio dos menores tempos de preparação das máquinas (FR07)	Criar um programa de troca rápida de equipamentos, com a participação da engenharia industrial, da equipe responsável pelo <i>setup</i> e dos operadores das máquinas	A flexibilidade do equipamento é crítico para que seja possível a produção econômica de lotes mais sintomizados com a demanda imediata, nivelando a produção.	Tempo dedicado pela equipe para análise e proposta de melhorias de TRF;
FR03 – <i>Layout</i> flexível	Aumentar a quantidade de células de produção, preferencialmente em formato de U	Para possibilitar a obtenção da flexibilidade dos processos (FR08), com menores custos	Estudar os processos onde será possível a implantação de mais células de produção, aumentando a quantidade desse tipo de <i>layout</i> na fábrica	A flexibilidade do <i>layout</i> contribuirá para que seja possível a produção econômica de lotes mais sintomizados com a demanda imediata, por meio da redução do <i>lead time</i> , nivelando a produção.	Dificuldade em conciliar a família de produtos de cada célula com as máquinas correspondentes; provável investimento em máquinas para “completar” as células

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
TP03 – Agregação de valor ao processo produtivo	Incrementar a implantação das melhorias identificadas nos mapeamentos dos processos	Para que seja possível melhorar o fluxo contínuo (TP04)	Identificar nos mapeamentos as possibilidades de melhoria que colaborem com um maior equilíbrio entre o <i>takt time</i> e o tempo de ciclo das áreas produtivas.	O fluxo contínuo aproximará produção do ritmo da demanda, nivelando a produção, com menores níveis de estoques em processo e acabados.	Diversificação de referências que são produzidas, com operações e tempos e diferentes, dificultando a proposta de melhorias que sejam válidas para todas ou para a maioria delas.
AF03 – Manutenção produtiva total	Implantar programa de manutenção produtiva, com ênfase na formação de operadores mantenedores	Para melhorar o índice de disponibilidade das máquinas (AF05)	Criar programa de manutenção produtiva total, envolvendo as áreas de manutenção e produção.	Maior confiabilidade nas máquinas para produzir mais de acordo com a demanda do momento, sem precisar de grandes estoques de reserva para se prevenir no caso de parada das máquinas, fazendo assim com que a produção possa atender de forma mais nivelada a demanda.	Investimento na capacitação dos operadores sobre manutenção básica do equipamento; resistência dos operadores na realização de atividades de manutenç

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM01 – Técnicas de previsão de demandas	Aprimorar o processo de previsão de vendas	Para melhorar a confiabilidade da previsão de vendas, reduzindo seu erro médio	Criar equipe de previsão com pessoas das áreas comercial e do PCP, para análise das demandas	A melhor previsão de vendas é uma forma da empresa se preparar com maior segurança para atender ao comportamento futuras demandas, colaborando para o <i>heijunka</i> .	Investimento em <i>softwares</i> de previsão de demanda ou da equipe para desenvolver métodos estatísticos e qualitativos de previsão
PM11 – Planejamento de vendas e operações (S&OP)	Aprimorar a sincronização entre os volumes de produção com a demanda de mercado	Para contribuir na redução das variações da capacidade produtiva (PM18)	Formalizar reuniões periódicas, no mínimo a cada mês, entre as áreas comercial, produção e finanças para estabelecimento de um plano que vise sincronizar os volumes agregados de produção com a demanda do mercado, que servirá de base para o planejamento mestre da produção.	A formalização do planejamento de vendas e operação irá colaborar para que as oscilações na necessidade de capacidade sejam reduzidas, contribuindo para o nivelamento da produção sem sobrecargas ou ociosidades.	Compromisso da alta direção para valorizar e coordenar as áreas envolvidas para que o S&OP seja feito de forma sistemática; Pouca confiabilidade dos dados de entrada, tal como previsão de demandas, para proporcionar um resultado mais útil do PVO.

Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM12 – Parcerias com clientes.	Incrementar a parceria com os clientes para conhecimento de forma mais antecipada da demanda.	Para que haja menores necessidades de oscilação da demanda (PM18), facilitando o planejamento da produção	Negociar com os principais clientes e propor contratos de longo prazo, mostrando as vantagens para ambos.	Fazer com que as necessidades de produtos possam ser mais bem distribuídas ao longo do tempo, sem sobrecargas ou ociosidades, nivelando a produção com menores custos.	Resistência dos clientes que possuem maior poder de barganha em formalizar contratos de longo prazo; planejamento deficiente dos clientes para determinar suas demandas futuras com maior precisão
PM10 – Sistemática para o nivelamento da produção.	Estruturar melhor a sistemática do nivelamento da produção	Contribuir com a produção com tamanhos menores de lotes de produção (PM17)	Aprimorar a programação da produção com vistas ao nivelamento, estabelecendo a sequência, número de ciclos a ser repetida e o número de unidades a cada ciclo	Distribuir melhor a variedade dos produtos ao longo dos períodos de planejamento, nivelando a produção.	Capacitação da equipe de PCP para programar de forma nivelada; ambiente produtivo no piso de fábrica que suporte uma programação nivelada, a baixo custo.
PM07 – Alinhamento entre produção e demanda	Implantar quadros de sequenciamento da demanda	Contribuir para a menor necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18)	Implantar quadros sequenciadores na produção (<i>Heijunka Box</i>), onde possível.	Fazer com que as necessidades de produtos possam ser mais bem distribuídas ao longo do tempo, sem sobrecargas ou ociosidades, nivelando a produção com menores custos.	Comportamento instável da demanda; pouca confiabilidade nos tempos de ciclo.

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM03 – Poder de negociação junto aos clientes	Ampliar as negociações com os principais clientes para melhorar as condições de entrega parcelada dos produtos	Para contribuir com o aumento do giro dos estoques de produtos acabados (PM15), a fim de atender aos pedidos dos clientes sem a necessidade de manter elevados estoques, melhorar o nível de serviço (PM16), reduzir o tamanho dos lotes (PM17) e a necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18)	Negociar com os principais clientes entregas parceladas ao longo do ano, não as concentrando em determinados períodos. Mostrar as vantagens que isso trará para ambas as partes	As demandas melhor distribuídas ao longo do ano fazem com que os recursos produtivos sejam melhor utilizados, reduzindo as situações de sobrecarga ou ociosidade, contribuindo para o nivelamento da produção.	Resistência dos clientes que possuem maior poder de barganha; pouca habilidade da área comercial da E4 para negociar com os clientes condições mais favoráveis.
PM04 – Tecnologia para troca de informações com os clientes	Aprimorar troca de informações da E4 com seus principais clientes	Para contribuir com o aumento do giro dos estoques de produtos acabados (PM15), a fim de atender aos pedidos dos clientes sem a necessidade de manter elevados estoques, melhorar o nível de serviço (PM16), reduzir o tamanho dos lotes (PM17) e a necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18)	Negociar com os principais clientes a utilização de meios mais aprimorados da tecnologia da informação, tais como a <i>Electronic Data Interchange (EDI)</i> e <i>Vendor Management Inventory (VMI)</i> , para favorecer o relacionamento ágil entre fornecedor e cliente.	O uso mais efetivo dessa prática (PM04) agilizará a identificação das necessidades dos clientes, reduzindo o efeito chicote na cadeia de abastecimento, de tal forma a facilitar a produção e entrega dos produtos acabados nas quantidades e momentos certos, nivelando a produção.	Resistência ou despreparo dos clientes para adotar essa tecnologia; necessidade de investimento da E4 e dos clientes

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
PM09 – Nivelamento das vendas	Nivelar as vendas ao longo do mês, não as concentrando na última semana	Aumentar o giro dos estoques dos produtos acabados (PM15), melhorar o nível de serviço (PM16) e reduzir a necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18).	Distribuir as vendas ao longo das quatro semanas do mês, no lugar de concentrá-la na última semana, e fazer uma maior integração do PCP da empresa com o seu setor de vendas.	As demandas melhor distribuídas ao longo do mês fazem com que os recursos produtivos sejam melhor utilizados, reduzindo as situações de sobrecarga ou ociosidade, e a necessidade de possuir um maior estoque de produtos acabados para atender a demanda, contribuindo para o nivelamento da produção.	Resistência da área comercial na compreensão dos benefícios de uma demanda nivelada; conflitos entre PCP e vendas
PM02 – Prática de relacionamento com os clientes para obtenção das demandas.	Conseguir obter as demandas e suas alterações com a antecedência necessária para o planejamento da produção	Para melhorar a confiabilidade dos prazos de entrega (PM14), o giro dos estoques de produtos acabados (PM15), melhorar o nível de serviço (PM16), contribuir com tamanhos dos lotes de produção mais compatíveis com os pedidos dos clientes (PM17), reduzir as variações na utilização da capacidade produtiva (PM18) e contribuir com tamanhos dos lotes de produção mais compatíveis com os pedidos dos clientes (PM17)	Aprimorar o relacionamento com a área de vendas das empresas clientes para conhecer com a maior antecipação possível as demandas futuras. Aprimorar o relacionamento entre as áreas de PCP das empresas fornecedoras e cliente, para maior alinhamento das necessidades e programações.	O aumento do giro dos estoques de produtos acabados e a redução do tamanho dos lotes contribuirão para que a produção possa atender a demanda sem haver o desperdício da superprodução, e sem a necessidade de variar a capacidade produtiva, uma vez que diminuirá as sobrecargas e ociosidades da fábrica, nivelando a produção.	Dificuldade de integração entre os PCPs da empresa cliente e da E4; pouca confiança nas relações entre E4 e cliente.

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.5 EMPRESAS E5, E6 E E7

4.5.1 Perfil da empresa

Nesta empresa foram realizadas três aplicações do método, as quais foram denominadas por E5, E6 e E7, motivo pelo qual elas estão em uma mesma seção.

A empresa está situada na região sul do Brasil e produz roupas para crianças de 0 a 14 anos. Possui 1.300 funcionários, envolvendo os processos produtivos de tecelagem (malharia), beneficiamento e confecção, sendo este último composto pelas etapas de corte, estamparia e confecção. Tem um volume médio de produção de 1.000.000 peças/mês e comercializa seus produtos nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro Oeste, prioritariamente para empresas varejistas.

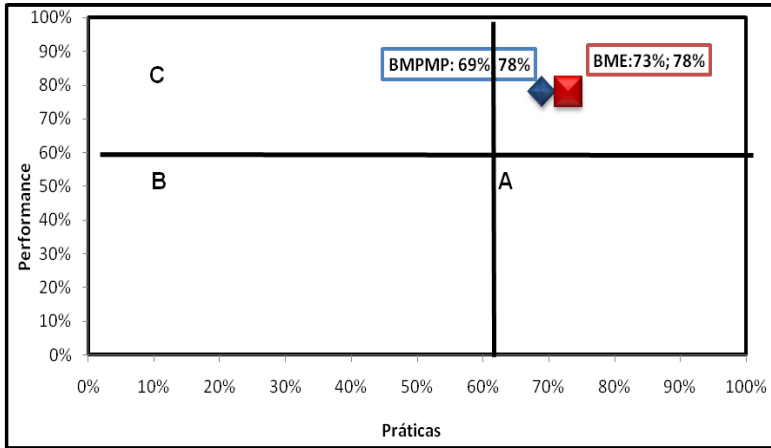
Nesta empresa foram aplicados os questionários do BME e do BMPMP para avaliar também os processos internos de malharia (E5), beneficiamento (E6) e o de confecções (E7), que comercializa os produtos para o público externo. São produzidas, em média, 300 toneladas de malha por mês, sendo que 85% dessa produção se destina ao consumo próprio e 15% para terceiros, que são outras indústrias e alguns poucos atacadistas.

4.5.2 Empresa E5: resultados encontrados com o BME e BMPMP no setor de malharia

O Gráfico 15 mostra o resultado geral da aplicação do BME e do BMPMP no setor de malharia da empresa, que o coloca em um estágio intermediário da manufatura enxuta, com relativo equilíbrio entre prática e performance, com 73% e 78%, respectivamente. Já o *heijunka* está em um estágio intermediário, entretanto, observa-se um relativo desequilíbrio de 9% entre o índice geral de prática e de performance.

Isso indica a possibilidade de melhoria, tanto para o avanço do nivelamento da produção quanto para a diminuição das diferenças observadas entre prática e performance. Constata-se também nesse caso que há uma forte aproximação entre os índices gerais de prática e de performance neste caso, inclusive com valores de prática iguais (78%).

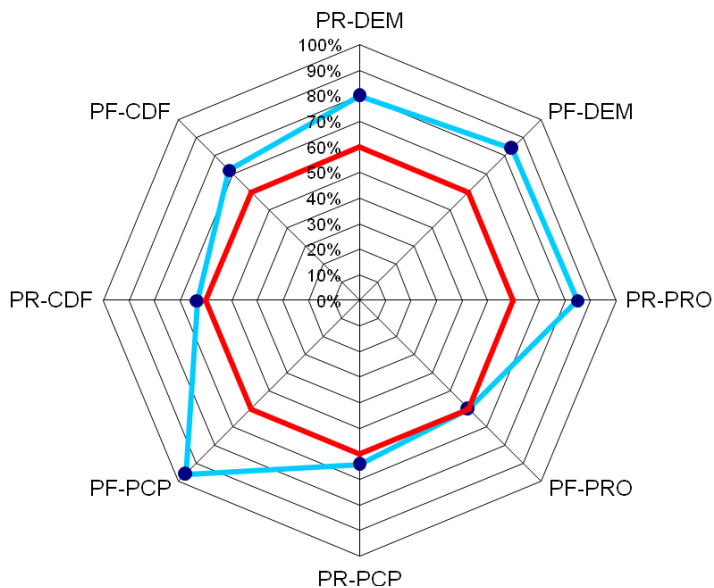
Gráfico 15 - Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP da malharia da E5.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 16 evidencia que o bom resultado apresentado por este setor está sustentado por uma pontuação superior em 60% em todas as variáveis utilizadas pelo modelo do BME. Destaca-se a performance do PCP, com 96% de resultado, a performance da demanda, com 84%, e a prática do produto com 85%, que colaboraram mais fortemente para o posicionamento *lean* da empresa em um estágio intermediário.

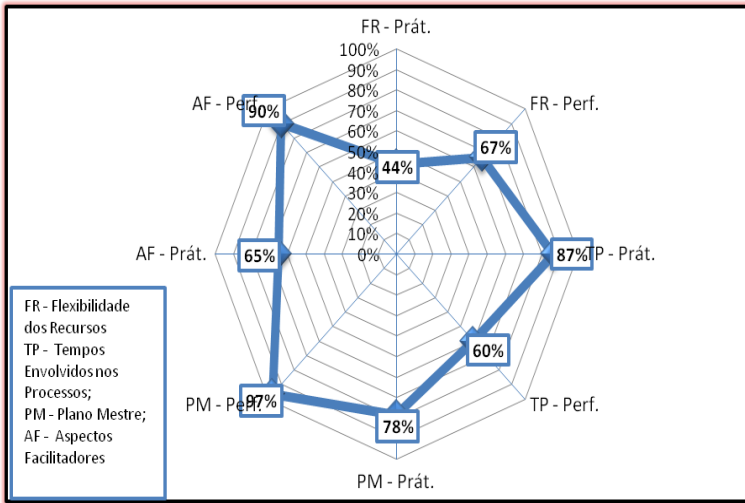
Gráfico 16 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E5(malharia).



Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 17 auxilia na visualização da contribuição das variáveis para a obtenção do resultado do BMPMP. Neste observa-se que apenas a variável prática de flexibilidade (FR-Prát.) está abaixo do limite estabelecido pelo método de 60%. Nota-se também um resultado próximo da excelência para performance da sistemática de elaboração do plano mestre de produção (PM-Perf.) e elevados resultados para a performance dos aspectos facilitadores (AF-Perf.) e da prática dos tempos envolvidos no processo (TP- Prát.).

Gráfico 17 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do nivelamento da produção no setor da E5 (malharia).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.5.3 Considerações sobre o diagnóstico do nivelamento na E5 (malharia)

A partir das constatações observadas e do que está no apêndice B, foi elaborado o plano de ação que está no Quadro 14, o qual, ao mesmo tempo em que sumariza os principais aspectos do diagnóstico, também propõe um caminho a seguir, a fim de que a E5 aprimore o nivelamento da produção e a manufatura *lean*. Em virtude da maioria dos resultados terem sido elevados, o plano não traz muitas ações de melhoria como nas empresas avaliadas anteriormente nesta pesquisa.

Quadro 14 - Plano de ação para nivelamento da produção na E5 (malharia).

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis dificuldades na implantação
FR01 – Prática multifuncionalidade dos trabalhadores	Aumentar a flexibilidade da mão-de-obra	Para que os operadores sejam capazes de realizar uma maior variedade de operações, adequando-se melhor às demandas (FR06).	Efetivar o programa de multifuncionalidade aa empresa, com rotação de cargos, matriz de multifuncionalidade e treinamento no local de trabalho – <i>On The Job Training (OJT)</i>	O nivelamento da produção é fortemente favorecido com a ampliação da multifuncionalidade dos funcionários, uma vez que viabilizam a produção de produtos diferentes conforme a demanda, com a mesma mão-de-obra, nivelando a produção.	Investimento na capacitação dos operadores para a multifuncionalidade; resistência dos operadores em realizar outras operações.
TP03 - Agregação de valor ao processo produtivo.	Melhorar o fluxo contínuo	Para fazer com que os produtos produzidos fluam com maior agilidade entre as etapas produtivas, criando um fluxo contínuo (TP04)	Melhoria da prática de mapeamento do fluxo de valor ser direcionando-os na busca do fluxo contínuo, a fim de melhorar o desempenho da produção.	Maior rapidez no atendimento das demandas dos clientes, nivelando a produção.	Diversificação de referências que são produzidas, com operações e tempos e diferentes, dificultando a proposta de melhorias que sejam válidas para todas ou para a maioria delas.

(Continuação)

Indicador a ser melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o nivelamento da produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
AF03 – Manutenção produtiva total	Melhorar a eficiência dos serviços de manutenção	Para viabilizar alta disponibilidade das máquinas (AF05) com menores custos de manutenção.	Implantar um programa de manutenção produtiva total, enfatizando a formação do operador mantenedor.	A maior disponibilidade das máquinas passa a não exigir maiores estoques de reserva para atender a demanda, possibilitando produzir o que for necessário a cada momento, colaborando para o nivelamento da produção	Investimento na capacitação dos operadores sobre manutenção básica do equipamento; resistência dos operadores na realização de atividades de manutenção.
PM06 – Nivelamento da carga de trabalho	Nivelar o uso dos recursos produtivos, evitando ociosidades ou sobrecargas	Para uma utilização mais nivelada dos recursos produtivos disponíveis (PM18)	Realizar a cada planejamento mestre da produção a análise da carga de trabalho, procurando nivelar o uso dos recursos.	Colaborar com a utilização dos recursos necessários para as demandas que surgem a cada intervalo de tempo.	Obtenção dos tempos das operações; sistematização da prática no PCP; imprecisões nas demandas

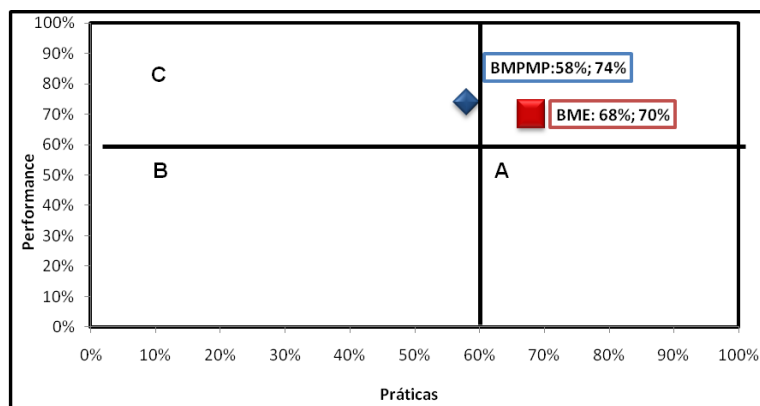
Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

4.5.4 Empresa E6 - Resultados encontrados com o BME e BMPMP no setor de beneficiamento

O setor de beneficiamento da empresa possui 177 funcionários e produz, em média, 300 toneladas de tecido beneficiado por mês. 85% da produção é destinada a abastecer a área de confecções da própria empresa.

O Gráfico 18 apresenta os resultados obtidos com as aplicações do BME e do BMPMP. A aplicação do BME resultou em índices gerais de prática e de performance de 68% e 70%, respectivamente, que colocam o setor de malharia da empresa está em um estágio inicial de manufatura enxuta. Esse resultado tem o aspecto positivo dos índices estarem muito próximos, demonstrando equilíbrio entre as práticas adotadas e os resultados obtidos. Já O BMPMP posiciona o beneficiamento no quadrante C, fora, portanto, da região de *heijunka*, embora muito próximo a ela. Neste caso, embora o BME tenha avaliado o beneficiamento em um estágio inicial de manufatura *lean*, o nivelamento da produção precisa evoluir em melhores práticas, o que causou um distanciamento entre ambos.

Gráfico 18 - Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP na E6 (beneficiamento).

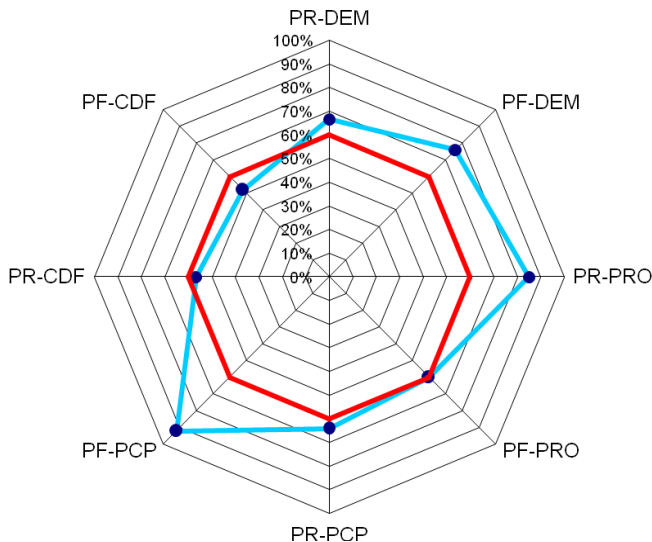


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O gráfico radar resultante do BME (Gráfico 19) mostra valores elevados das variáveis de performance do PCP (PF-PCP) e da prática do produto (PR-PRO), com 92% e 85%, respectivamente. Por outro lado, há maiores oportunidades de melhoria nas variáveis PF-CDF (performance do chão de fábrica), com 52%, PR-CDF, com 57%, e PF-PRO (performance do produto), com 60%.

Nota-se também que a performance do PCP não está compatível com as práticas utilizadas (PR-PCP), uma vez que esta última obteve uma avaliação de 64%. Situação semelhante ocorre com relação entre a PR-PRO e PF-PRO, evidenciando que ações devem ser tomadas para diminuir essas diferenças.

Gráfico 19 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E6(beneficiamento).



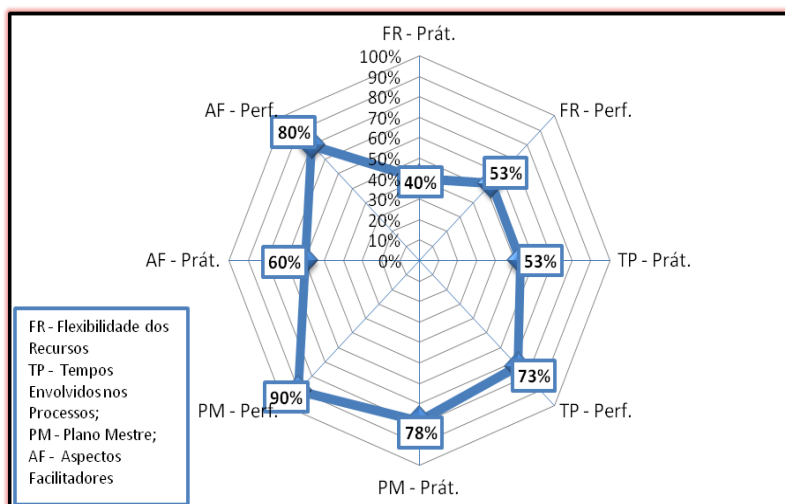
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 20 mostra que a variável flexibilidade dos recursos (FR) é a que mais possui oportunidades de melhoria, tanto na prática (40%) quanto na performance (53%), e na prática dos tempos envolvidos no processo, com 53%. O gráfico mostra também as

variáveis de performance da sistemática para elaboração do plano mestre de produção (PM-Perf.) e dos aspectos facilitadores (AF-Perf.), com as maiores avaliações: 90% e 80%, respectivamente.

A análise individualizada dos indicadores de cada variável permitirá um diagnóstico mais detalhado da situação e a proposição de ações de melhoria.

Gráfico 20 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP (beneficiamento).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.5.5 Considerações sobre o diagnóstico do nivelamento da produção na E6 (beneficiamento)

A partir das constatações observadas e do que está no apêndice B, foi elaborado o plano de ação que está no Quadro 15, o qual, ao mesmo tempo em que sumariza os principais aspectos do diagnóstico, também propõe um caminho a seguir, a fim de que o beneficiamento da empresa aprimore o nivelamento da produção e a manufatura *lean*.

Quadro 15 - Plano de ação para nivelamento da produção na E6 (beneficiamento).

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR01 – Prática multifuncionalidade dos trabalhadores	Aumentar a flexibilidade da mão-de-obra.	Para que os operadores sejam capazes de realizar uma maior variedade de operações, adequando melhor às demandas (FR06).	Efetivar o programa de multifuncionalidade na empresa, com rotação de cargos, matriz de multifuncionalidade e treinamento no local de trabalho – <i>On The Job Training</i> (OIJ).	O nivelamento da produção é favorecido com a ampliação da multifuncionalidade dos funcionários, uma vez que viabilizam a produção de produtos diferentes conforme a demanda, com a mesma mão de obra, nivelando a produção.	Investimento na capacitação dos operadores para a multifuncionalidade; resistência dos operadores em realizar outras operações.
FR02 – Prática da troca rápida de ferramentas	Reduzir o tempo de <i>setup</i> das máquinas gargalo.	Para aumentar a flexibilidade dos processos e viabilizar a produção de menores lotes de produção, mais compatíveis com a demanda.	Criar grupo para analisar de forma sistemática a troca rápida de ferramentas e propor melhorias para redução dos tempos de <i>setup</i> .	A redução do tempo de <i>setup</i> é uma ação muito importante para conferir flexibilidade dos processos, o que é crítico para que a produção seja realizada de uma forma mais alinhada com a demanda (<i>heijunka</i>).	Tempo dedicado pela equipe para análise e proposta de melhorias de TRF

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR04 – Automação flexível	Aumentar a flexibilidade das máquinas.	Para aumentar a integração entre as etapas produtivas e a capacidade de processar peças diferentes com menor necessidade de mão de obra, reduzindo o custo.	Priorizar nas próximas aquisições de máquinas a flexibilidade destas e sua capacidade de trabalhar sozinhas em ciclos semi-automáticos, liberando o operador para outras atividades	Máquinas automáticas com flexibilidade favorecem a uma produção econômica, mesmo em baixos volumes, facilitando a produção em um nível mais aproximando da demanda.	Restrições dos investimentos, priorizando a aquisição de máquinas para produzir altos volumes no lugar de flexibilidade
TP03 - Agregação de valor ao processo produtivo.	Melhorar o fluxo contínuo.	Para fazer com que os produtos produzidos fluam com maior agilidade entre as etapas produtivas, criando um fluxo contínuo (TP04)	Mapeamento do fluxo de valor direcionado para a busca do fluxo contínuo, a fim de melhorar o desempenho da produção.	Maior rapidez no atendimento das demandas dos clientes, nivelando a produção.	Diversificação de produtos que são produzidos e dificuldade de obter os tempos, dificultando a proposta de melhorias.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
AF01 – Prática de padronização dos processos produtivos	Ampliar a padronização dos processos produtivos, com indicação dos tempos envolvidos e auditorias periódicas.	Para melhorar a eficiência da fábrica (AF06).	Time de padronização dos processos e estabelecer cronograma para conclusão da padronização; fazer plano de auditorias periódicas.	A maior padronização dos processos e dos tempos das atividades possibilita maior garantia que a produção produzirá dentro dos padrões de qualidade e de produtividade, e no ritmo desejado para atender às demandas, colaborando para que a produção possa ser feita conforme a demanda	Tempo e qualificação da equipe interna para ampliar a padronização dos processos e a obtenção tempos associados; tempo para realizar as auditorias periódicas.
AF04 Estabilidade produtiva	Melhorar a estabilidade produtiva.	Para melhorar a eficiência da fábrica (AF06)	Controle mais sistemático e de curto prazo dos processos, com indicação das perdas produtivas e estudo das causas para sua eliminação.	Uma maior eficiência é importante para o nivelamento da produção, a fim de que sejam melhor utilizados os recursos produtivos disponíveis para atender as demandas, com menores custos.	Competência e tempo despendido pela equipe para estruturação do sistema de monitoramento das perdas produtivas, sua quantificação, análise e promoção da melhoria contínua.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
AF03 – Manutenção produtiva total	Melhorar a eficiência dos serviços de manutenção.	Para viabilizar alta disponibilidade das máquinas (AF05) com menores custos de manutenção.	Implantar um programa de manutenção produtiva total, enfatizando a formação do operador mantenedor.	A maior disponibilidade das máquinas passa a não exigir maiores estoques de reserva para atender a demanda, possibilitando produzir o que for necessário a cada momento, colaborando para o nivelamento da produção	Investimento na capacitação dos operadores sobre manutenção básica do equipamento; resistência dos operadores na realização de atividades de manutenção
PM06 – Prática de nivelamento da carga de trabalho.	Realizar planejamento para nivelamento da carga de trabalho.	Para reduzir as necessidades de variação da capacidade produtiva (PM18), com redução de custos.	A cada planejamento mestre da produção realizar a análise da carga de trabalho, procurando nivelar o uso dos recursos, evitando ociosidades e sobrecargas	Melhor utilização dos recursos de produção a fim de que seja possível atender a necessidade da demanda sem grandes variações da utilização da capacidade produtiva.	Obtenção dos tempos das operações; sistematização da prática no PCP; imprecisões nas demandas

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
PM05 – Prática de gestão da capacidade para o PMP.	Gerir melhor a capacidade produtiva para o PMP.	Para reduzir as necessidades de variação da capacidade produtiva (PM18), com redução de custos.	Separar a análise da capacidade produtiva nos horizontes de curto e médio prazo a para o estabelecimento do PMP, com informações confiáveis no curto prazo.	Maior estabilidade na utilização dos recursos, com ganhos de produtividade e maiores condições de obter-se o nivelamento da produção.	Compromisso da área comercial em “congelar” as demandas de curto prazo; Sistematização do PCP em estabelecimento de separação clara do PMP em curto e médio prazo; pouca confiabilidade das informações de demanda

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

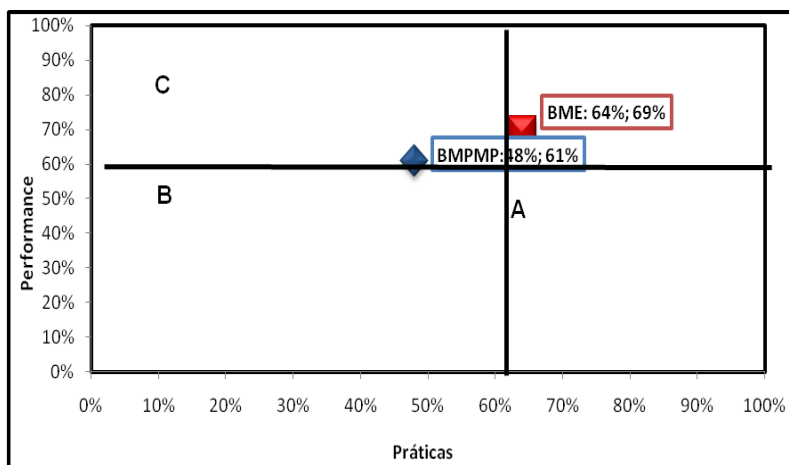
4.5.6 Resultados encontrados com o BME na manufatura < corte (E7.1) + estamparia (E7.2) + confecção (E7.3) > da Empresa E7

A análise das áreas de corte, estamparia e confecção da E7 será feita de forma separada com o BME e de forma conjunta com o BMPMP, em virtude de o nivelamento envolver muitos aspectos da gestão da demanda dos clientes externos. Essas três etapas produtivas conjuntas serão aqui denominadas de manufatura, uma vez que são os processos necessários para a produção das roupas infantis na empresa. Na área de manufatura da empresa são produzidos, em média, 1.081.000 peças por mês e trabalham cerca de 500 pessoas.

4.5.6.1 Setor de corte (E7.1)

O Gráfico 21 mostra o resultado da aplicação do BME no setor de corte e do BMPMP para a manufatura como um todo, onde pode-se observar que o setor encontra-se em uma etapa inicial de manufatura *lean*. Já o BMPMP da manufatura está fora da área *heijunka*, com uma significativa distância em relação ao BME, em especial com relação à prática.

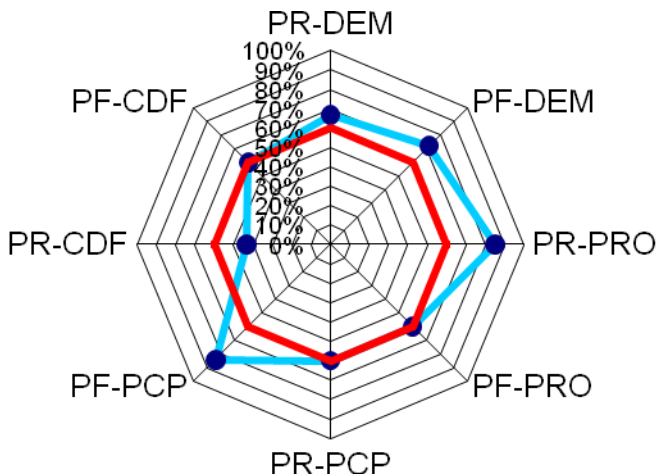
Gráfico 21 - Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP do setor de corte (E7.1) .



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 22 evidencia que as variáveis com melhores resultados são a PF-PCP (84%) e PR-PRO (85%). Entretanto, há boas oportunidades de melhoria na variável PR – CDF (43%) e em outras que estão no limite de 60%.

Gráfico 22 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E7.1 (corte).

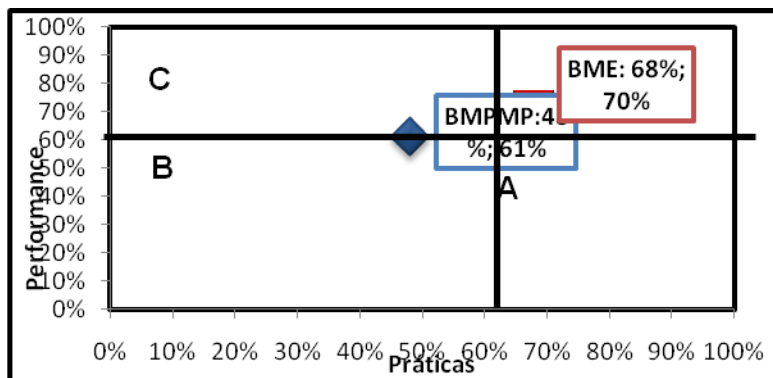


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.5.6.2 Setor de estamperia (E7.2)

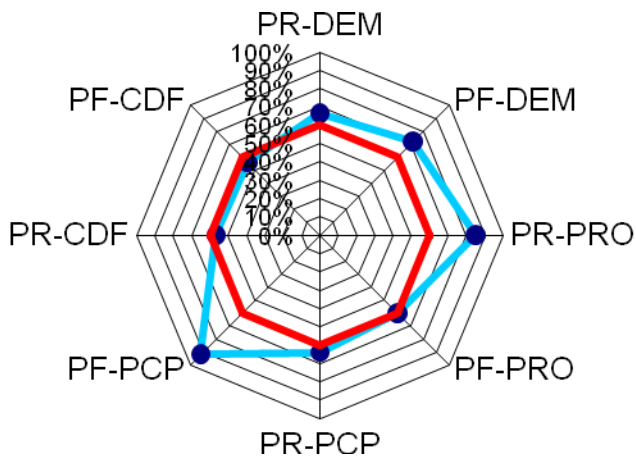
Os índices gerais de prática e de performance (Gráfico 22) e o Gráfico 23 do setor de estamperia o posicionam em um estágio inicial da manufatura *lean*. Assim como no corte, também possuem maior pontuação as variáveis PF-PCP (92%) e PR-PRO (85%). Já as variáveis com menores avaliações foram PF-CDF (56%) e PR- CDF (57%), inferiores, portanto, ao limite de 60%, devendo assim serem focos de melhorias. A comparação do resultado BMPMP com o BME (Gráfico 22), evidencia, assim como no corte, a significativa distância entre eles, com uma diferença de 20% entre as práticas de ambos.

Gráfico 23 - Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP do setor de estamparia (E7.2)



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 24 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E7.2 (estamparia).

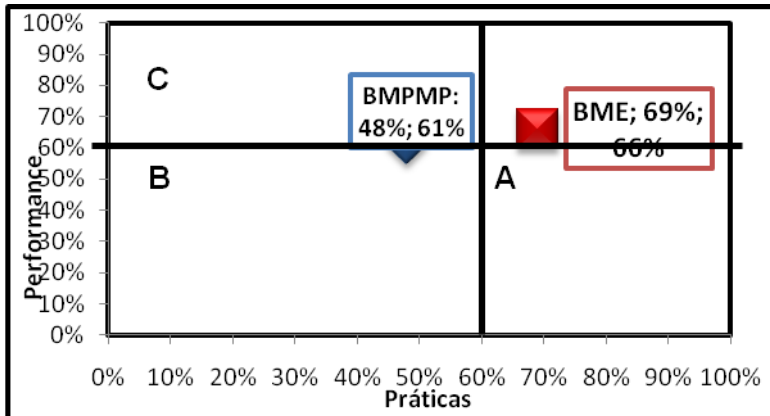


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.5.6.3 Setor de confecção (E7.3)

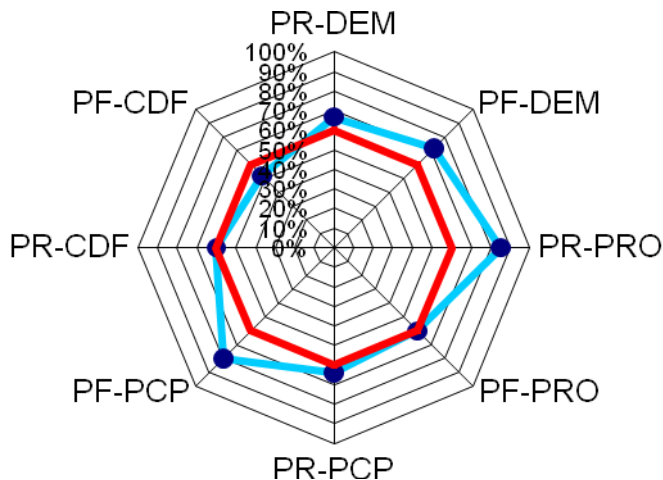
Os Gráficos 25 e 26 mostram que a confecção está, assim como o corte e estamparia, em um estágio inicial da manufatura enxuta, com as variáveis PR-PRO (85%) e PF-PCP (80%) com as maiores avaliações e a variável PF-CDF (52%) com a menor. O Gráfico 25 também mostra valores aproximados para os índices gerais de performance do BME e do BMPMP, mas uma diferença considerável (21%) entre os índices gerais de prática do BME e do BMPMP.

Gráfico 25 - Índice geral de prática e performance do BME e BMPMP do setor de confecção (E7.3).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 26 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E7.3 (confecção).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

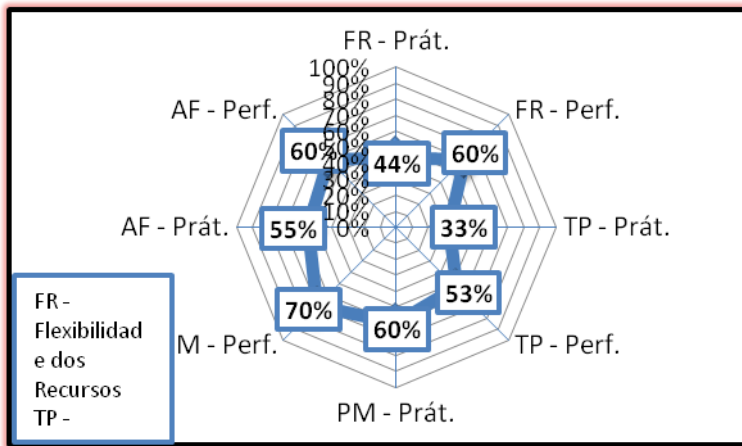
Como foi verificado, o BMPMP está na região C, com 48% de prática e 61% de performance. Essa posição indica que há oportunidades de melhoria para a aplicação de práticas que conduzam a E7 a um estágio de nivelamento da produção.

Uma avaliação conjunta dos três setores mostra que todos estão em um estágio inicial de manufatura *lean*, com índices gerais de prática e de performance para o BME entre 64% e 70%. A análise dos resultados do nivelamento da produção (BMPMP) levou em consideração, portanto, essa realidade para o setor de manufatura como um todo, o que envolve o corte, a estamparia e a confecção.

4.5.6.4 Resultados dos indicadores das variáveis encontrados com o BMPMP na manufatura ($E7 = E7.1+E7.2+E7.3$)

O Gráfico 27 ajuda a identificar a avaliação das variáveis que levaram a essa classificação no nivelamento da produção da manufatura. Observa-se neste gráfico que apenas a variável performance do plano mestre (PM-Perf.), com 70%, é maior que o limite de corte de 60%. Nota-se também uma boa oportunidade de melhoria para a variável prática dos tempos envolvidos nos processos (TP-Prát.), que obteve apenas 33%, além de significativas diferenças entre as variáveis de prática e de performance, tal como a TP-Prát. e a TP-Perf., que está, esta última, com 53%.

Gráfico 27 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP no E7(manufatura).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Esse resultado indica que, embora a manufatura esteja em um estágio inicial da manufatura enxuta, ela tem muito para evoluir com a busca do *heijunka*, uma vez que ela ainda não possui uma produção nivelada. Como a empresa 7 envolve três processos, é feita a seguir sua análise mais detalhada no texto, para servir de referência às outras análises das empresas que estão todas no apêndice B.

4.6 EMPRESA (E7)

4.6.1 Análise da variável flexibilidade dos recursos (FR)

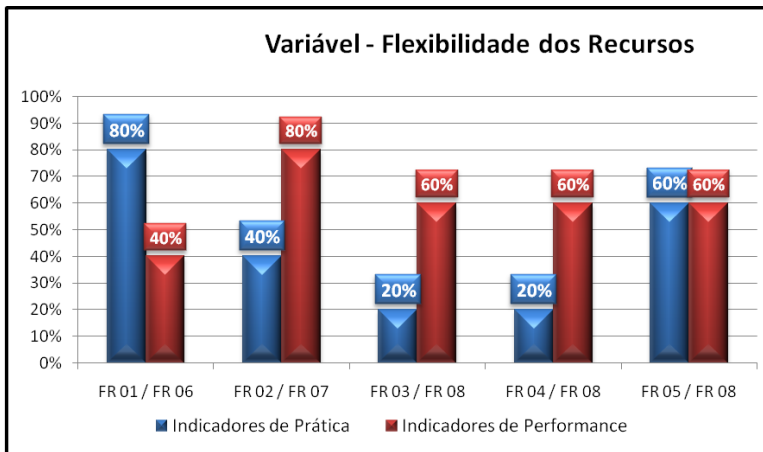
A análise do Gráfico 28 permite identificar a baixa pontuação dos indicadores. Observa-se que mesmo com um programa de polivalência em vigor (FR01), embora ainda de forma não plena, com avaliação de 80%, a performance correspondente em termos de flexibilidade da mão-de-obra (FR06), está apenas com uma avaliação de 40%.

Essa avaliação mostra que ainda não foi possível obter os resultados plenos do programa de polivalência, o que pode ser explicado pela grande quantidade de funcionários que a manufatura possui, com cerca de 500 pessoas. Essa reduzida flexibilidade da mão-de-obra diminui a possibilidade do nivelamento da produção, uma vez que haverá maior dificuldade dos funcionários produzirem, de forma econômica, a variedade de produtos que são demandados

O indicador FR08 (performance da flexibilidade dos processos), com avaliação de 60%, conforme Gráfico 28 limita a capacidade da empresa em produzir as demandas nas quantidades e momentos certos, dificultando assim, o nivelamento da produção. Esse indicador é influenciado pelas práticas FR03 (*layout* flexível), FR04 (automação flexível) e FR05 (máquinas simples, pequenas e dedicadas), os dois primeiros com 20% e o último com 60%. A implantação do *layout* celular com configuração em “U”, onde ele for possível, tal como o é na confecção, tornará o processo mais ágil para reagir eficazmente às diferentes demandas.

Com relação às máquinas, sugere-se uma política de investimento que priorize a flexibilidade no lugar dos altos volumes apenas, bem como uma configuração celular que dedique a produção de um conjunto de máquinas a famílias de produtos onde seja possível obter maiores níveis de produtividade, focalizando a produção, uma vez que atualmente “os nove grupos de produção produzem toda gama de produtos”, conforme relatado na reunião de consenso.

Gráfico 28 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na E7 (manufatura).



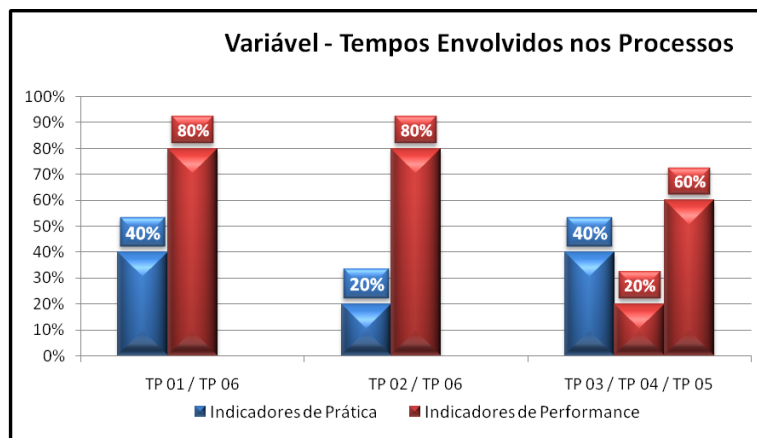
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.6.2 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

No Gráfico 29 verifica-se a pouca utilização do mapeamento para identificação e eliminação dos desperdícios (TP03), com 40%. A falta da aplicação efetiva dessa técnica contribui para que não haja um fluxo contínuo na manufatura (TP04), com 20%, e uma avaliação apenas regular (60%) na performance do *lead time* total (TP05). A empresa informou que o *lead time* total da manufatura é de 41,85 dias, com 6,85 dias de operação que agregam valor. Isso representa um *lead time* total de 6,11 vezes o tempo líquido de processamento.

Essa pouca aplicação das práticas que se relacionam aos tempos envolvidos nos processos dificultam o nivelamento da produção, em razão da dificuldade em reagir de forma mais ágil às demandas que surgem.

Gráfico 29 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos na E7 (manufatura).



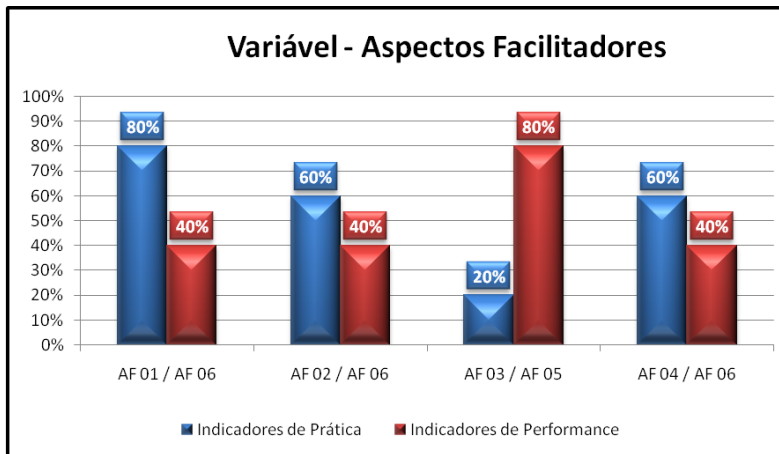
Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

4.6.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

O Gráfico 30 mostra que a performance da eficiência da fábrica (AF06) está avaliada em 40%. Conforme foi coletado na empresa, esse resultado é fortemente influenciado pela eficiência da etapa de confecção que é de apenas 45%. Esse padrão de eficiência dificulta produzir de forma nivelada com a demanda, em virtude do baixo rendimento para produzir lotes menores, compatíveis com as demandas, o que oneraria os custos. A eficiência da fábrica é influenciada pela adoção das práticas de padronização dos processos (AF01), gestão visual (AF02) e estabilidade produtiva (AF04). Esta última poderá ser melhorada pelo controle mais efetivo das paradas de produção e a busca de sua eliminação.

A manufatura está com um índice de disponibilidade de máquinas (AF05) avaliado em 80%, entretanto, tem poucas iniciativas em termos de manutenção produtiva total e da manutenção autônoma (AF03), avaliado em 20%. Pode-se inferir que os custos de manutenção estejam maiores do que os que seriam necessários para de manter esse nível de disponibilidade. A maior disponibilidade de máquinas permite ampliar a flexibilidade dos produtos que estão sendo demandados, contribuindo para nivelar a produção.

Gráfico 30 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável aspectos facilitadores na E7 (manufatura).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador

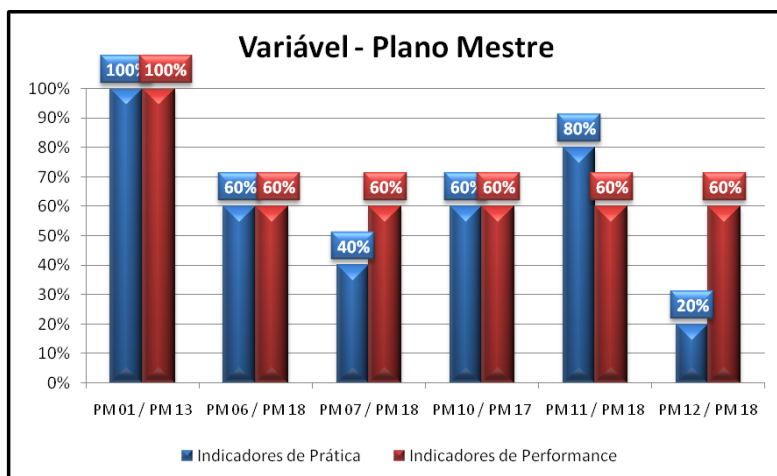
4.6.4 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre (PM) de produção na E7 (manufatura)

O Gráfico 31 mostra resultados de excelência para a previsão de demandas (PM01) e confiabilidade da previsão (PM13), ambos com 100%. Entretanto, a performance da variação da capacidade produtiva (PM18), com 60%, pode ser melhorada. A empresa informou que, além das horas extras, a compensação da capacidade é feita por meio de fações, que é uma prática usual neste segmento para melhor atender às flutuações de demanda. Melhores resultados poderão ser obtidos para esse indicador caso a empresa utilize, de forma mais sistemática, o nivelamento da carga de trabalho a cada plano mestre (PM06), de tal forma a minimizar sobrecargas ou ociosidades dos recursos, o que elevaria a avaliação dos 60% atuais.

Além disso, o PM18 será beneficiado com a adoção de quadros sequenciadores de curto prazo no chão de fábrica (PM07), que hoje têm utilização limitada na empresa, com avaliação de 40%. Observa-se também a não existência de parceria com clientes por meio de contratos de fornecimento de longo prazo (PM12), trazendo um maior nível de incerteza em relação à demanda futura, dificultando o nivelamento da produção (Gráfico 31).

Uma melhor sistemática para o nivelamento da produção (PM10), com melhor definição por parte do PCP da sequência, número de ciclos a ser repetida e o número de unidades em cada ciclo contribuirá para que sejam produzidos menores lotes de produção (PM17), contribuindo para nivelar a demanda, e elevando esses indicadores da atual avaliação de 60% (Gráfico 31).

Gráfico 31 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (a).



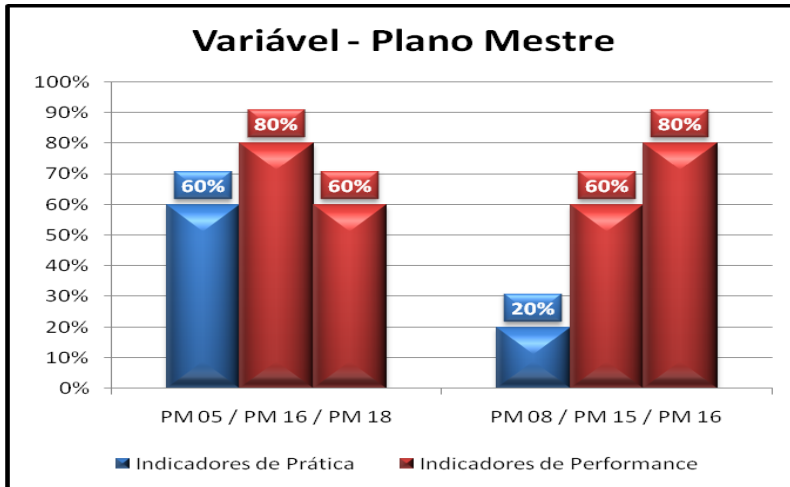
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 32 mostra uma avaliação de 80% para o nível de serviço do estoques de produtos acabados (PM16) e um giro desses mesmos estoques (PM15) com avaliação de 60%. Pode-se inferir que o nível de serviço está sendo conseguido a partir de um maior nível de estoque, representado por um giro médio de uma vez por mês, o que significa maiores custos de manutenção dos estoques.

O nível de serviço será melhorado, sem elevados estoques, caso a empresa aprimore sua prática de gestão da capacidade produtiva (PM05), por meio da separação dos horizontes de planejamento mestre no curto e médio prazo, com informações mais confiáveis no curto prazo. Já para o giro dos estoques dos produtos acabados ele poderá ser melhorado com a utilização da técnica do postergamento (PM08),

procurando retardar a definição final da roupa a partir do pedido dos clientes.

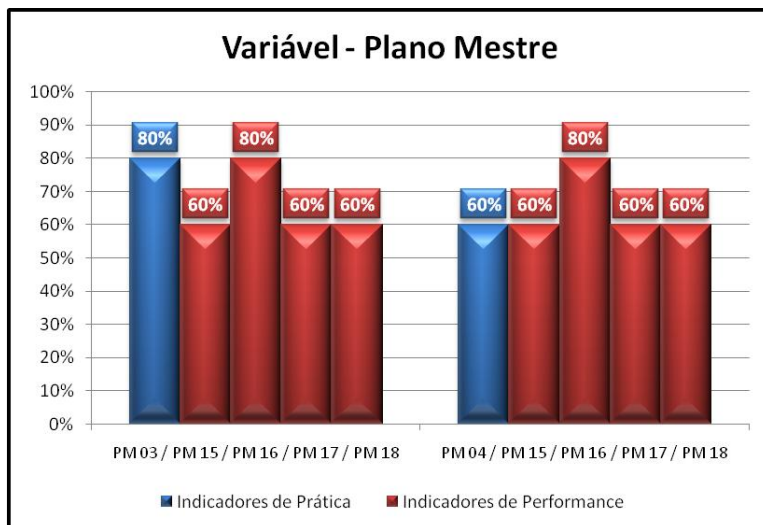
Gráfico 32 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (b).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Percebe-se no Gráfico 33 que a empresa tem um bom poder de negociação para influenciar a demanda junto aos principais clientes (PM03), o que favorece entregas parceladas e possibilita, por consequência, uma produção mais nivelada. Essa prática influencia o bom nível de serviço (PM16), uma vez que possibilita disponibilizar o que os clientes desejam, entretanto, essa prática não tem sido, por si só, suficiente para fazer com que os indicadores PM15, PM17 e PM18 tenham uma melhor avaliação. Mesmo com essa prática, que ainda pode ser aprimorada para gerar melhores resultados, os tamanhos dos lotes ainda estão distantes da demanda imediata dos pedidos dos clientes. Esses mesmos indicadores de performance poderão ter uma melhor avaliação caso a empresa incremente o uso de tecnologias da informação (PM04), tais como EDI e VMI, a fim de agilizar e intensificar a troca de informações entre a empresa e seus principais clientes.

Gráfico 33 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (c).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 34 mostra que a E7 tem uma prática no nível de 80% para realizar o nivelamento das vendas (PM09), significando um maior compromisso do setor de vendas em se esforçar para distribuir as vendas ao longo das semanas do mês, bem como uma boa integração entre o PCP e o setor de vendas. Essa prática pode ser aprimorada para que possam ser obtidos melhores resultados dos indicadores de performance relacionados que estão nesse gráfico.

4.6.5 Considerações sobre o diagnóstico do BMPMP na E7 (manufatura)

A partir das constatações observadas e do que está no Apêndice B, foi elaborado o plano de ação que está no Quadro 16, o qual, ao mesmo tempo em que sumariza os principais aspectos do diagnóstico, também propõe um caminho a seguir, a fim de que a E7 consiga o nivelamento da produção e um estágio mais avançado da manufatura *lean*.

Quadro 16 - Plano de ação para nivelamento da produção na E7 (manufatura).

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR01 – Multifuncionalidade dos trabalhadores	Aumentar a multifuncionalidade dos trabalhadores.	Para aumentar a flexibilidade dos trabalhadores (FR06), capacitando-os a melhor lidar com diferentes operações e demandas, sem perda de produtividade.	Acelerando o programa de polivalência em vigor, estabelecendo metas e monitorando seus resultados.	Capacitar os operadores a produzirem, de uma forma econômica, uma maior variedade dos produtos que são demandados.	Investimento na capacitação dos operadores para a multifuncionalidade; resistência dos operadores em realizar outras operações.
FR03 – <i>Layout</i> flexível.	Aumentar a quantidade de células de produção, com formato de “U”, preferencialmente.	Melhorar a flexibilidade dos processos (FR08).	Implementar um amplo estudo para identificação de famílias de produtos e das máquinas correspondentes, a fim de aumentar a quantidade de células de produção focalizadas.	Aumentar a capacidade da empresa em produzir as demandas nas quantidades e momentos certos, tornando o processo mais ágil para reagir eficazmente às diferentes demandas, nivelando a produção.	Dificuldade em conciliar a família de produtos de cada célula com as máquinas correspondentes; provável investimento em máquinas para “completar” as células.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR05 – Máquinas simples, pequenas e dedicadas	Focalizar a produção.	Para aumentar a flexibilidade sem perda de produtividade.	Fazer com que haja máquinas dedicadas à fabricação de determinada família de produtos.	Aumentar a capacidade da empresa em produzir as demandas nas quantidades e momentos certos, tornando o processo mais ágil para reagir eficazmente às diferentes demandas, nivelando a produção.	Provável necessidade de aquisição de máquinas para possibilitar a focalização da produção.
TP03 – Agregação de valor ao processo	Eliminar atividades da manufatura que não agregam valor.	Para reduzir o <i>lead time</i> (TP05) e buscar fluxo contínuo (TP04).	Criar um time de melhoria para mapear os processos de produção, a fim de eliminar os desperdícios.	Ampliar a capacidade da produção para reagir de forma mais ágil às demandas que surgem, com custos menores.	Tempo consumido pelas pessoas que farão parte do time de melhoria, para análise e proposta de melhorias no fluxo de valor.
AF04 – Estabilidade produtiva	Melhorar o controle das perdas produtivas da manufatura.	Para melhorar a eficiência da fábrica (AF06).	Estruturar uma sistemática para acompanhamento diário de todos os processos, com indicação das perdas produtivas e estudo das causas para sua eliminação.	Dar maior segurança para que a produção seja feita para atender a quantidade demandada, sem necessidade de elevados estoques para se prevenir contra possíveis falhas do processo.	Competência e tempo despendido pela equipe para estruturação do sistema de monitoramento das perdas produtivas, sua quantificação, análise e promoção da melhoria contínua.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
AF03 – Manutenção produtiva total.	Melhorar a gestão da manutenção.	Para manter e aumentar o índice de disponibilidade das máquinas (AF05), sem comprometer os custos.	Implantando um programa de manutenção produtiva na empresa, com ênfase na formação de operadores mantenedores; controlar os custos da manutenção e monitorar o índice de disponibilidade das máquinas.	A maior disponibilidade de máquinas permite ampliar a flexibilidade dos produtos que estão sendo demandados, contribuindo para nivelar a produção.	Investimento na capacitação dos operadores sobre manutenção básica do equipamento; resistência dos operadores para realização de atividades de manutenção.
PM06 – Nivelamento da carga de trabalho	Nivelar a carga de trabalho para o PMP.	Para contribuir com uma menor necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18) e menores custos para atender a demanda.	Analisar, a cada PMP, a carga de trabalho, procurando nivelar o uso dos recursos, evitando ociosidades ou sobrecargas	A utilização mais estável dos recursos de produção contribui para uma maior produtividade e menores custos e facilita obter uma produção mais alinhada às demandas.	Obtenção dos tempos das operações; sistematização da prática no PCP; imprecisões nas demandas.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
PM07 – Alinhamento entre produção e demanda.	Sequenciar a produção no piso de fábrica	Para contribuir com uma menor necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18) e menores custos para atender a demanda.	Adotar quadros sequenciadores de curto prazo no chão de fábrica.	O sequenciador orientará a cadência que a produção deverá seguir para atender a demanda.	Comportamento instável da demanda; pouca confiabilidade nos tempos de ciclo; grande variedade de produtos.
PM12 – Parceria com clientes	Estabelecer parceria de longo prazo com os principais clientes	Para conhecer as demandas de forma antecipada e não necessitar de grandes variações da capacidade produtiva para atender às demandas (PM18)	Negociando com os principais clientes para formalização de contratos de longo prazo, mostrando os benefícios para ambas as partes	Os recursos produtivos estarão mais bem preparados para atender às demandas, sem a necessidade de elevados estoques de segurança., uma vez que elas serão conhecidas com maior antecipação.	Resistência dos clientes que possuem maior poder de barganha em formalizar contratos de longo prazo; planejamento deficiente dos clientes para determinar suas demandas futuras com maior precisão
PM10 – Sistemática para o nivelamento da produção	Programar a produção de forma nivelada	A fim de contribuir para que sejam produzidos menores lotes de produção (PM17)	Melhor definição por parte do PCP da sequência, número de ciclos a ser repetida e o número de unidades em cada ciclo.	Produzir lotes mais próximos aos pedidos dos clientes.	Quebra de paradigma do PCP da empresa; instabilidade da produção; tempos de setup elevados

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
PM05 – Gestão da capacidade produtiva para o PMP.	Aprimorar a gestão da capacidade produtiva para o PMP.	Manter e melhorar o nível de serviço do estoque de produtos (PM16) acabados com menores níveis de estoque (maior giro).	Separando os horizontes de planejamento mestre no curto e médio prazo, com informações mais confiáveis no curto prazo.	Possibilitar que a produção seja feita de acordo com a demanda, sem comprometer o nível de serviço, nem aumentar os níveis dos estoques reguladores.	Mudança de paradigma do PCP da empresa; pressões da área comercial para mudanças de curto prazo; informações pouco confiáveis da área comercial
PM08 - Postergamento	Diminuir o nível dos estoques do produto acabado.	Aumentar o giro dos estoques dos produtos acabados (PM15).	Estruturar o processo de produção e a área comercial para que sejam feitas as operações finais nas roupas produzidas somente após sua definição final, a partir do pedido dos clientes.	Possibilitar o atendimento das necessidades do cliente, nas quantidades e momentos certos, com menor nível dos estoques de produtos acabados.	Integração com a área comercial para adotar o postergamento; mudança na política de comercialização.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
PM04 – Tecnologia para troca de informações com os clientes.	Incrementar a tecnologia da informação entre a empresa e seus principais clientes.	Para aprimorar a obtenção das necessidades de demanda dos clientes, de tal forma a contribuir com um menor giro dos estoques de produtos acabados (PM15), melhorar o nível de serviço (PM16), produzir lotes conforme os pedidos (PM17) e reduzir a necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18).	Negociar com os principais clientes a utilização de tecnologias da informação, tais como EDI e VMI.	A identificação das necessidades dos clientes com maior precisão e antecipação possibilitará uma programação mais segura da produção, conforme a demanda, sem elevados estoques de reserva.	Investimentos dos clientes e da empresa para implantar a nova tecnologia; resistência dos clientes.
PM02 - Relacionamento com os clientes para obtenção das demandas	Obter as demandas dos clientes com maior antecedência.	Melhorar a confiabilidade dos prazos de entrega (PM14), giro dos estoques de produtos acabados (PM15), nível de serviço dos lotes de produção (PM17) e reduzir a necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18)	Incentivar os relacionamentos frequentes com os principais clientes para obtenção das demandas e suas alterações, com a maior antecedência possível.	Atendimento dos prazos de entrega, que é uma das medidas da eficácia do nivelamento da produção com a demanda, sem elevados estoques e custos.	Pouco interesse dos clientes; Elevado poder de barganha de alguns clientes; pequena confiabilidade nas previsões de vendas fornecidas pelos clientes

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

4.7 EMPRESA 8 (E8)

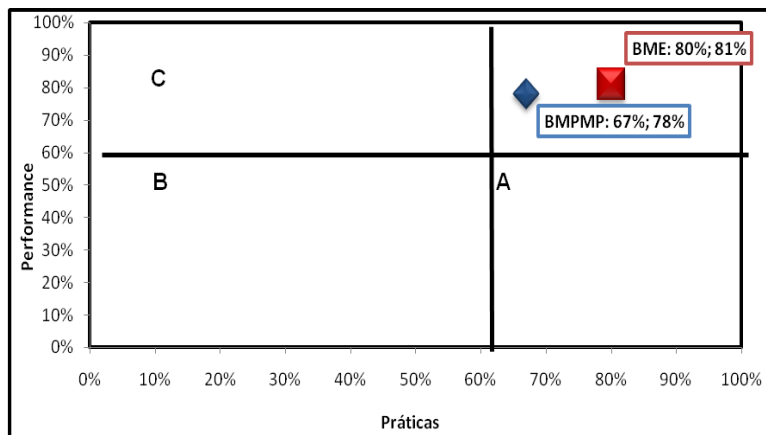
4.7.1 Perfil da empresa

A E8 é uma indústria de grande porte que produz compressores herméticos, comercializando-os na América do Sul, do Norte, Ásia e Europa, sendo a maior parte para outras indústrias. A unidade em análise possui cerca de 5.000 funcionários, com um volume médio mensal de 1.600.000 unidades.

O Gráfico 34 traz os resultados dos índices gerais de prática e performance que resultaram das aplicações do BME e do BMPMP. O resultado global que foi obtido pelo método do *benchmarking* enxuto posiciona a empresa em uma situação favorável em termos de manufatura enxuta, uma vez que está com 80% de práticas e 81% de performance. Essa situação favorável está sustentada, além dos percentuais obtidos, pelo equilíbrio entre eles, o que demonstra que as práticas de manufatura *lean* que a empresa está utilizando estão gerando resultados em termos de desempenho produtivo, com uma pequena diferença de 1%.

Já o resultado do diagnóstico do nivelamento da produção, com prática de 67% e performance de 78% demonstra que, embora dentro da área de *heijunka*, o nivelamento da produção tem oportunidades de melhoria, de forma especial em termos de melhoria do performance, a partir das práticas utilizadas e de outras que podem ser adotadas, uma vez que a diferença entre os percentuais foi de 11%. Embora em patamares inferiores, os percentuais obtidos para o *heijunka* demonstram boa compatibilidade com os resultados obtidos com o BME, pois ambos (BME e BMPMP) situam-se em níveis superiores a 65%, tanto para prática quanto para performance.

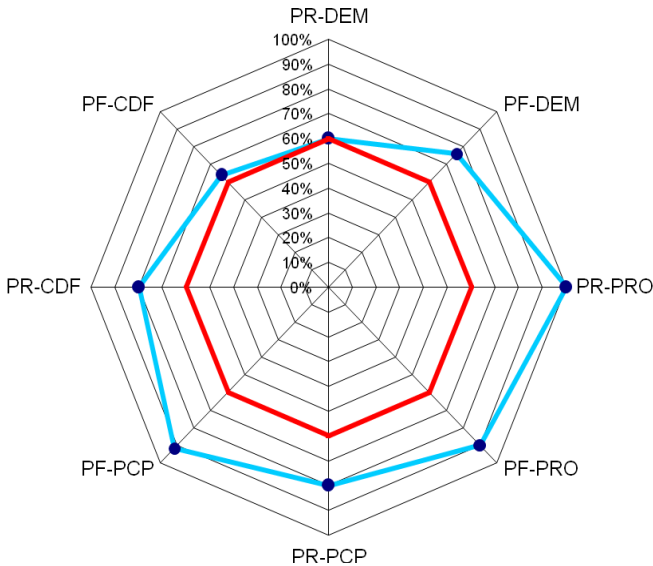
Gráfico 34 - Índice geral de prática e performance do BME e do BMPMP na E8.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 35 mostra que todas as variáveis de prática e de performance são maiores ou iguais à linha de corte de 60% estabelecido pelo método, com destaque para a prática de produto (PR-PRO) que alcançou o percentual máximo (100%), performance do produto (PF-PRO) com 90%, performance e prática de PCP, com, respectivamente, 92% (PF-PCP) e 80% (PF-PCP), que demonstram serem as áreas fortes da empresa em relação ao modelo de manufatura *lean*.

Gráfico 35 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BME na E8.

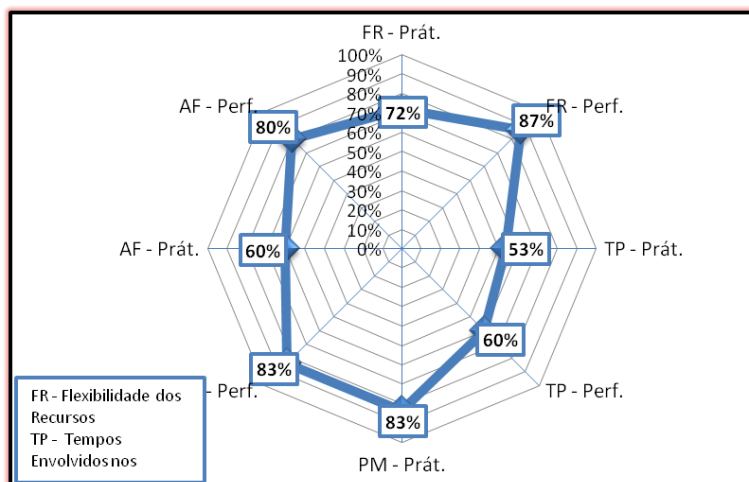


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

No Gráfico 36 pode-se verificar que, com exceção das práticas relativas à variável tempos obtidos no processo (TP-Prát.), todas estão iguais ou superiores ao limite percentual de 60%, que foi estabelecido pelo método

Observa-se também no Gráfico 36 um perfeito equilíbrio e com bons percentuais (83%) de práticas e performances para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (PMP), o que é um aspecto positivo e que colabora para o nivelamento da produção e um bom estágio *lean*. Entretanto, verificam-se também diferenças significativas entre a prática (60%) e performance (80%) relativas à variável aspectos facilitadores (AF). A diferença de 20% indica que não estão sendo utilizadas as práticas que dão sustentação a esse resultado, ou que as práticas estão sendo usadas, mas ainda sem fornecerem os resultados esperados. Essa situação acontece de forma semelhante com a flexibilidade dos recursos.

Gráfico 36 - Radar com os índices de prática e performance para cada variável do BMPMP na E8.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.7.2 Considerações consolidadas sobre o diagnóstico do BMPMP na E8

A colocação obtida pela empresa no BME, com 80% de prática e 81% de performance, a posiciona em um bom estágio de manufatura enxuta, com o mérito dos percentuais serem quase iguais, significando que as práticas adotadas, de uma forma global, estarem gerando resultados compatíveis.

Já a posição da empresa em relação ao nivelamento da produção, com 67% de prática e 78% de performance, denota certo desequilíbrio nas ações que promovam o *heijunka*, embora dentro do quadrante que corresponde ao nivelamento da produção.

Isso indica que a empresa tem oportunidades de melhoria a serem alcançadas para um melhor patamar de nivelamento da produção, o que pode ser alcançado pela utilização mais efetiva de práticas que incrementem o nivelamento, tais como a produção puxada, nivelamento das vendas e redução dos tempos das atividades que não agregam valor, a fim de reduzir o *lead time* e incrementar o tempo de resposta, que são fatores chave para a manufatura enxuta.

Os principais pontos de melhoria com vistas a um melhor nivelamento da produção e de uma melhoria contínua da manufatura *lean* estão sumarizados no Quadro 17, de tal forma a indicar os caminhos que a empresa precisa seguir. O detalhamento dos indicadores obtidos está no apêndice B.

Quadro 17- Plano de ação para nivelamento da produção da E8.

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
FR04 – Automação flexível	Incrementar o percentual de automação flexível.	Para aumentar a flexibilidade da produção.	Priorizar nas próximas reformas e aquisições de máquinas automáticas a implantação da capacidade de possuir ciclos de automação que permitam que seus operadores possam operar mais de uma máquina ao mesmo tempo.	Diminuição do tamanho dos lotes de produção, com possibilidade de produzir produtos variados, compatíveis com sua demanda (FR08).	Limitação de recursos financeiros para investimento; Capacitação para multifuncionalidade dos operadores com automação flexível.
FR05 – Máquinas simples, pequenas e dedicadas	Aumentar a quantidade de máquinas com essas características.	Para aumentar a flexibilidade da produção e possibilitar a produção, de forma econômica, de lotes menores.	Considerar nas próximas aquisições a viabilidade de adquirir máquinas de menor porte, mas que promovam a flexibilidade desejada pelo processo produtivo pertinente.	Incremento da flexibilidade produtiva, possibilitando produzir em maior sintonia com a demanda do momento (FR08).	Capacitação dos funcionários e sensibilização dos gestores para atuarem nesse novo paradigma; Correta análise da viabilidade econômica de atender às demandas de alto volume que esse porte de máquina.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
TP01- Produção puxada	Implantar a produção puxada por meio do <i>kanban</i> , FIFO ou outra técnica.	Para aprimorar (reduzir) o nível dos estoques em processo.	Fazer uma análise ABC baseada em volume e frequência, a fim de identificar quais produtos são indicados para trabalharem em um fluxo puxado.	Redução dos níveis de estoque em processo (TP06) e acabados (PM15), possibilitando um maior alinhamento entre a produção e as necessidades de venda.	Compatibilizar o atual nível de flexibilidade das máquinas com a variedade exigida pela produção puxada; quebra de paradigmas em uso no processo.
TP02- Utilização de supermercados	A partir da implantação da produção puxada, utilizar supermercados para regular o atendimento entre os setores/células.	Possibilitar maior agilidade ao processo de produção e capacidade de resposta mais rápida às demandas que surgem.	Analisar os fluxos entre os processos para dimensionar os supermercados, conforme o ritmo da produção puxada.	Redução dos níveis de estoque em processo (TP06) e acabados (PM15), possibilitando um maior alinhamento entre a produção e as necessidades de venda.	Compatibilizar a o atual nível de flexibilidade das máquinas com a variedade exigida pela produção puxada; quebra de paradigmas em uso no processo.
TP03 - Agregação de valor ao processo produtivo	Explorar as possibilidades identificadas nos mapeamentos do fluxo do valor para gerar reduções efetivas no <i>lead time</i> .	Para eliminar atividades que não agregam valor, mas que consomem tempo e custo, e reduzir o <i>lead time</i> total (TP05).	Explorar o mapeamento da produção, atacando as atividades que contribuem com elevados tempos, sem agregação de valor, tais como estoques em processo, esperas e <i>setups</i> .	Maior capacidade de resposta às necessidades dos clientes, possibilitando produzir em um tempo mais adequado as demandas que surgem, sem necessitar de estoques.	Viabilizar o uso de ferramentas da manufatura enxuta que possibilitem uma redução ou efetiva dos desperdícios ao longo do processo; envolvimento de todos os níveis na busca das melhorias contínuas.

(Continuação)

Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
AF03 – Manutenção produtiva total	Implantar um programa de manutenção autônoma.	Para aumentar a confiabilidade das máquinas (tempos de parados por necessidades de manutenção).	Formar operadores para terem competência para manutenção básica das máquinas.	Com as máquinas com maior tempo disponível (AF05) para produção, pode-se reduzir os níveis de estoque de segurança e ter-se maior confiança que a produção atenderá de forma mais imediata as demandas que surgiam.	Recursos financeiros para implementar o programa de manutenção autônoma; Resistência dos operadores para atuarem também como mantenedores.
PM01 - Técnicas de previsão das demandas	Aprimorar as técnicas de previsão de demandas para obtenção de um menor índice de erros de previsão (PM13).	Para dar maior confiança aos planejadores da produção em relação aos volumes de produção programados.	Montar grupo de trabalho com a competência necessária para realizar uma análise crítica do processo de previsão e propor melhorias.	Planejamento da produção com menor necessidade de estoques de segurança, eliminando o desperdício de superprodução, que significa menor custo; Maior confiança em atender a demanda sem reprogramações, minimizando as ociosidades e sobrecargas de trabalho.	Disponibilidade de tempo das pessoas com competência para propor as melhorias necessárias; limitação de recursos caso seja necessário adquirir software de previsão e para realizar pesquisas para maior conhecimento das variáveis qualitativas de previsão.

(Continuação)

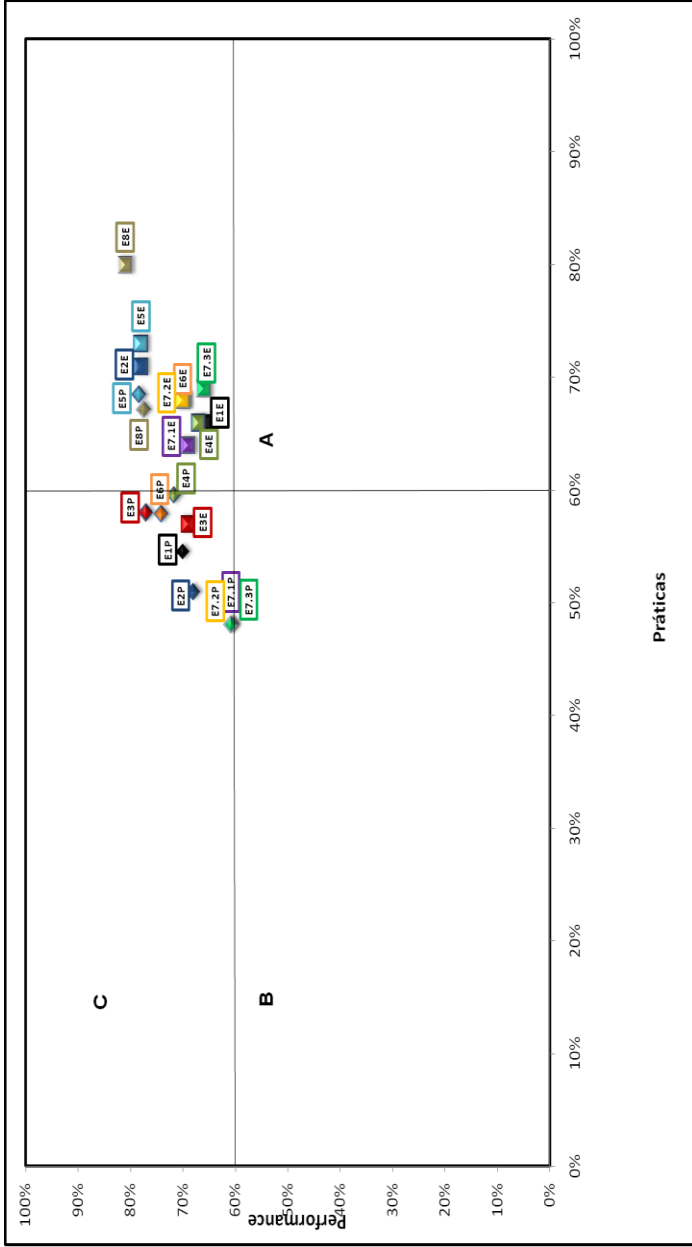
Indicador a ser Melhorado	O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Efeitos para o Nivelamento da Produção	Possíveis Dificuldades na Implantação
PM09 – Nivelamento das vendas	Conscientizar a área de vendas das vantagens da manufatura enxuta e do papel que podem desempenhar para o nivelamento da produção; Melhorar a integração da área de vendas com o PCP.	Para aprimorar o atendimento das necessidades dos clientes, sem atropelos e com baixos níveis de estoque.	Comprometer a área de vendas com indicadores relacionados ao nivelamento da produção / níveis de estoque.	Aprimorar os indicadores TP 15 e TP16, conduzindo-os a níveis de excelência, por meio de elevados níveis de serviço, com elevados giros de estoque de produtos acabados.	Quebra de paradigma da forma de atuação da área de vendas.

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.8 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS OITO APLICAÇÕES

O Gráfico 37 apresenta o resultado das oito aplicações, a fim de que se possa ter uma visão global dos posicionamentos obtidos com o BME e o BMPMP. Na medida em que essas avaliações estão mais próximas, pode-se inferir a influência do nivelamento da produção em relação ao estágio de manufatura *lean* em que a empresa se encontra. Além disso, pode servir como um referencial conjunto de *benchmarking* entre as empresas participantes, mesmo que em áreas de atuação diferentes. Nessa figura pode-se observar que a empresa E8 se destaca tanto no BME quanto no BMPMP.

Gráfico 37 - Índices gerais de prática e performance para todas as empresas participantes da pesquisa.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Legenda: E = Benchmarking enxuto (BME); P = Benchmarking do Plano Mestre de Produção (BMPMP).

Embora esta pesquisa seja de caráter qualitativo e baseada em estudos de caso, a partir dos planos de ação que foram propostos para os processos analisados, foi possível quantificar quais indicadores de prática foram priorizados nas propostas de melhoria em função do diagnóstico de cada empresa, conforme Tabela 3. Foram propostas 72 melhorias em indicadores nos oito planos de ação. O percentual da Tabela 3 representa o percentual da quantidade de vezes em que este indicador foi proposto. Assim, o TP03, por exemplo, esteve presente em 87,5% (ou 88%) dos planos propostos (7/8), bem como o AF03.

A partir dessa tabela, constata-se a necessidade das empresas pesquisadas em utilizarem, ou mesmo aprimorarem, o mapeamento do processo produtivo a fim de eliminar atividades que não agregam valor, bem como implantarem programas de manutenção produtiva total, para que seja possível um maior índice de disponibilidade de máquinas. Ambas as ações são importantes para que a produção possa estar mais nivelada à demanda.

A necessidade de maior flexibilidade dos processos, representada pela multifuncionalidade dos trabalhadores (FR01) e troca rápida de ferramentas (FR02), possibilitarão a agilidade necessária dos processos para se ajustarem de forma mais rápida e econômica às demandas variadas.

Aspectos ligados à gestão da demanda apareceram em 63% e 50% dos planos, aqui representados pelos indicadores PM01, PM02, PM09 e PM12. Para possibilitar um plano mestre de produção nivelado, a adequada previsão de demandas se faz necessária, bem como o envolvimento da área comercial para um melhor nível de relacionamento com os clientes, a fim de minimizar as oscilações de demanda, que comprometem o nivelamento da produção. Embora não se possa generalizar as conclusões, em virtude na natureza qualitativa dessa pesquisa, os dados indicam que a gestão da demanda possui relevante influência para o nivelamento da produção.

Tabela 3 - Frequência dos Indicadores nos Planos de Ação Propostos.

Indicador de Prática	Frequência de Aparecimento nos Planos de Ação Propostos	%
TP03 – Agregação de valor ao processo produtivo	7	88%
AF03 – Manutenção produtiva total	7	88%
FR01 – Multifuncionalidade dos trabalhadores	6	75%
PM01 – Técnicas de previsão de demandas	5	63%
FR02 – Troca rápida de ferramentas	4	50%
PM02 – Relacionamento com clientes para obtenção das demandas	4	50%
PM09 – Nivelamento das vendas	4	50%
PM12 – Parceria com clientes	4	50%
FR03 – <i>Layout</i> flexível	3	38%
AF04 – Estabilidade produtiva	3	38%
PM06 – Nivelamento da carga de trabalho	3	38%
PM05 - Gestão da capacidade produtiva para o PMP	2	25%

(Continuação)

Indicador de Prática	Frequência de Aparecimento nos Planos de Ação Propostos	%
FR05 – Máquinas simples, pequenas e dedicadas	2	25%
FR04 – Automação flexível	2	25%
AF01 – Padronização dos processos produtivos	2	25%
PM04 – Tecnologia para troca de informações com os clientes	2	25%
PM07 – Alinhamento entre demanda e produção	2	25%
PM10 – Sistemática para o nivelamento da produção	2	25%
PM11 – Planejamento de vendas e operações	2	25%
PM03 – Poder de negociação junto aos clientes	2	25%
TP01 – Produção puxada	1	13%
TP02 - Utilização de supermercados	1	13%
AF02 – Gestão visual	1	13%
PM08 – Postergamento	1	13%

FONTE: Elaborada pelo pesquisador.

4.9 AVALIAÇÃO DA HIPÓTESE

A Tabela 4 resume os indicadores de prática e performance obtidos com as aplicações do BME e do BMPMP. A intenção desse resumo é procurar explicitar as relações entre ambos, a fim de verificar a hipótese estabelecida. Para o BME da E7 (manufatura), onde foi aplicado o BME separadamente para os três processos: corte, estamperia e confecção, foi calculada uma média das práticas e performances destes para se chegar ao valor a ser considerado na manufatura como um todo. A partir desta tabela, foi possível a confecção dos Gráficos 38 e 39, que auxiliarão na análise.

Tabela 4 - Resumo dos índices gerais de prática e de performance com o BME e BMPMP, em %.

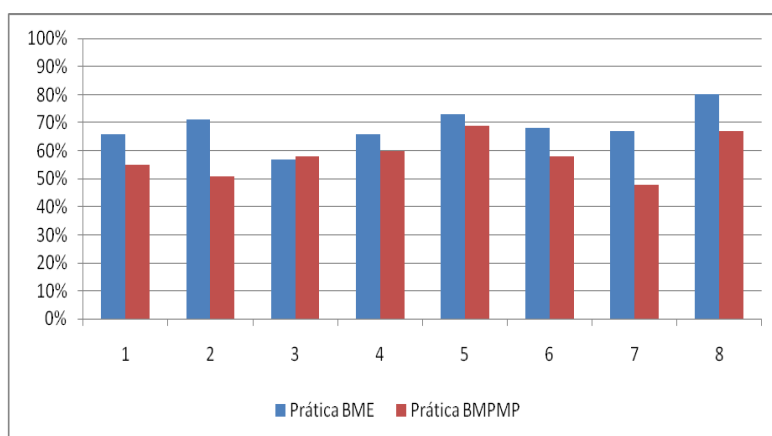
Empresas	(E1)	(E2)	(E3)	(E4)	(E5)	(E6)	(E7)	(E8)
Prática BME	66	71	57	66	73	68	67	80
Performance BME	66	78	69	67	78	70	68	81
Prática BMPMP	55	51	58	60	69	58	48	67
Performance BMPMP	70	68	77	72	78	74	61	78

FONTE: Elaborada pelo pesquisador.

Ao se analisar o gráfico 38, observa-se, com exceção da Empresa 3 onde os números são quase iguais, que os valores dos indicadores obtidos com as práticas do BME são superiores aos indicadores das práticas para o BMPMP, indicando que as empresas pesquisadas adotam com maior ênfase práticas amplas para obtenção da manufatura *lean*, sem entretanto dedicarem a devida atenção às práticas que promovam um PMP nivelado à demanda.

Isso se explica pela maior dificuldade em lidar com os aspectos relacionados ao PMP nivelado, que envolvem fatores ligados ao relacionamento com os clientes e à cadeia logística lean, que são mais complexos. Entretanto, a necessidade de aprimoramento da manufatura lean e sua sustentabilidade deverão fazer com que essas empresas atuem no futuro de forma mais efetiva com técnicas de possibilitem um PMP nivelado à demanda.

Gráfico 38 - Comportamento do indicador geral de prática para o BME e BMPMP para cada empresa.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

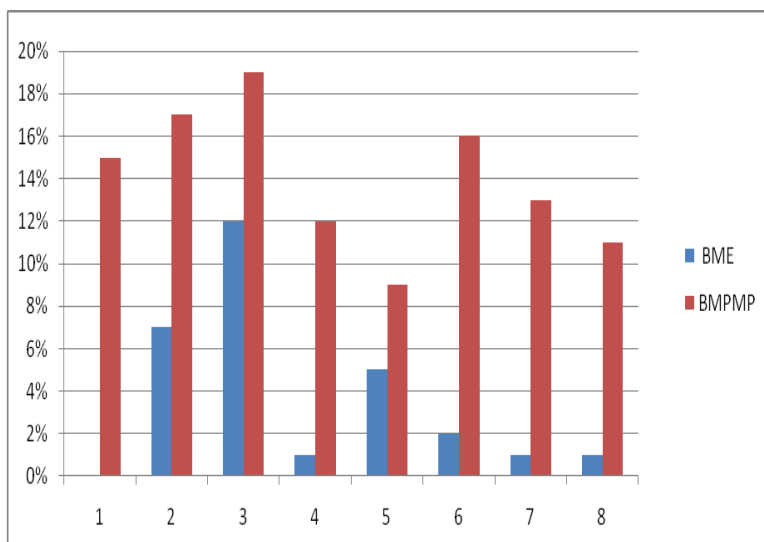
Essa constatação é reforçada ao se observar a tabela 5 e o gráfico 39, onde verifica-se que as diferenças entre os indicadores de prática e de performance para o BMPMP são bem superiores aos encontrados para o BME. Esse desequilíbrio demonstra que as performances com o BME estão amparadas por práticas compatíveis, enquanto que no BMPMP são obtidas performances maiores, mas com práticas que não possibilitam esses resultados, o que pode estar comprometendo os custos para possibilitar o nivelamento da produção obtido.

Tabela 5 – Diferenças entre as médias dos indicadores de prática e de performance para o BME e para o BMPMP.

Empresas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Diferenças entre prática e performance no BME	0	7	12	1	5	2	1	1
Diferenças entre prática e performance no BMPMP	15	17	19	12	9	16	13	11

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 39 - Diferenças entre as médias dos indicadores de prática e de performance para o BME e para o BMPMP.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

As conclusões aqui apresentadas negam a hipótese de que as empresas que utilizam a manufatura *lean* adotam o nivelamento do plano mestre de produção para dar suporte a essa implementação, uma vez que as empresas pesquisadas atuam com práticas *lean* mais amplas, não utilizando práticas que promovam o nivelamento do plano mestre de produção para que o processo *lean* ocorra de forma mais suave e consistente. Possivelmente isso aconteça em razão das ações mais genéricas serem mais visíveis e fáceis de aplicar, uma vez que não envolvem necessariamente relacionamentos e informações mais aprimoradas referentes às demandas dos clientes externos (foco do PMP nivelado). Essa forma de agir pode trazer resultados mais imediatos, mas impedem a evolução do desempenho esperado no longo prazo para um ambiente *lean*.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta Tese teve como objetivo analisar a influência do planejamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica por meio de fontes nacionais e internacionais para evidenciar essa relação, com a identificação dos fatores que a caracterizam. A literatura considera o nivelamento da produção e o papel do planejamento mestre como de grande importância para a manufatura enxuta. A pesquisa bibliográfica também evidenciou que não há trabalhos de pesquisa que visem abordar essa influência por meio de um instrumento metodológico.

A partir da revisão bibliográfica, foi elaborado um método para realizar o diagnóstico do nível de nivelamento da produção de um processo produtivo e sua comparação com o estágio *lean* em que este se encontra, com ênfase no planejamento mestre da produção.

Para identificação do estágio *lean* foi utilizado o método do *Benchmarking* Enxuto (BME), desenvolvido pelo Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP) da Universidade Federal de Santa Catarina. O método proposto por esta Tese para o diagnóstico do nivelamento da produção *Benchmarking* do Plano Mestre de Produção (BMPMP) é composto por quatro variáveis: flexibilidade dos recursos; tempos envolvidos no processo; aspectos facilitadores; e sistemática para elaboração do plano mestre de produção.

Foi enfatizada a variável ligada ao plano mestre de produção, pois este é o foco deste trabalho. A mensuração dessas variáveis é feita pela avaliação numérica de trinta e oito indicadores de prática e de performance.

Para teste do método foram feitas oito aplicações em processos de diferentes portes e tipos, a fim de verificar sua viabilidade em diferentes contextos produtivos. As aplicações consistiram em duas grandes etapas: envio do questionário para que a equipe da empresa respondesse e, em um segundo momento, reunião com essa equipe para possíveis ajustes na pontuação e verificação “*in loco*” da situação, a fim de dar maior segurança aos dados obtidos.

Cada uma das aplicações possibilitou o diagnóstico do estágio de manufatura *lean* em que o processo se encontra, do nivelamento da produção e a proposição de um plano de ação para que o processo evoluísse em seu estágio de nivelamento da produção. Esse diagnóstico

gerou informações úteis para o aprimoramento da gestão *lean* das empresas participantes.

Verificou-se que as práticas que mais ensejaram oportunidades de melhoria nas oito aplicações foram: agregação de valor ao processo produtivo, implantação de programas de manutenção produtiva total, implantação de programas de multifuncionalidade dos trabalhadores, previsão de demandas, troca rápida de ferramentas, relacionamento com os clientes para obtenção das demandas, nivelamento das vendas e parceria com clientes. Embora esta pesquisa seja de natureza qualitativa, e, por conseguinte, seus resultados não possam ser generalizados, a prevalência desses indicadores mostra os possíveis principais aprimoramentos que são necessários para as empresas que desejam um plano mestre de produção nivelado, compatível com a manufatura *lean*.

A análise qualitativa conjunta das aplicações possibilitou identificar a tendência dos processos que possuem um estágio *lean* mais avançado de possuírem um bom nível de *heijunka*, já os processos que estão fora da região *lean*, ou em estágios iniciais, tendem a estar fora dos limites do *heijunka*. Essa análise foi possível por meio da observação gráfica dos dados organizados de forma agregada. Como método qualitativo, isso demonstra uma tendência, em virtude da variada influência de aspectos que predominam na produção, pois não há uma relação exata de correlação, nem esta foi a proposta desta pesquisa.

Entretanto, a análise dos indicadores médios obtidos por esta pesquisa nega a hipótese de que as empresas que utilizam a manufatura *lean* adotam o nivelamento do plano mestre de produção para dar suporte a essa implementação, uma vez que constatou-se que as empresas pesquisadas não utilizam de forma prioritária práticas de nivelamento do plano mestre de produção para que o processo *lean* ocorra de forma mais suave e consistente.

As organizações podem, a partir deste trabalho, inserir, em seus planos de implementação da manufatura enxuta, a elaboração de um planejamento mestre da produção que promova o nivelamento, aumentando assim as chances de sucesso do projeto. Para isso, podem utilizar o diagnóstico aqui proposto e estabelecer um plano de ação, semelhante ao que foi sugerido. Já para aquelas organizações que já têm um programa *lean* implantado, o diagnóstico poderá servir para aprimorar seus processos e avançar para melhores níveis de desempenho.

Em razão da delimitação do tema abordado, surgiram algumas novas possibilidades de pesquisa em áreas correlatas, e que foram

identificadas ao longo deste trabalho. Recomendam-se assim, os seguintes trabalhos futuros:

- Aplicações do método proposto nesta tese em segmentos específicos da economia, tal como metalúrgico, confecções, entre outros, segmentando-os em termos de porte das empresas (pequenas, médias e grandes) a fim de identificar as principais necessidades de nivelamento da produção nesse segmento, além de possibilitar *benchmarking*;
- Fazer um levantamento para identificar que técnicas as empresas têm utilizado para nivelar a produção, e os resultados *lean* obtidos, pois observa-se que há uma preferência por enfatizar aspectos operacionais, sem envolver questões táticas e até estratégicas;
- Avaliar os aspectos logísticos que devem ser levados em consideração e como eles são trabalhados nas empresas, para colaborar com o nivelamento da produção. Esses aspectos podem envolver as políticas de gestão dos estoques, o relacionamento com fornecedores, os modais de transporte, a sistemática de distribuição, entre outros;
- Avaliar a rede de fornecedores de uma organização e verificar os pontos fortes e oportunidades de melhoria para promover o nivelamento da produção, uma vez que a falha de informações entre os elos da cadeia de suprimentos favorece o aparecimento do efeito chicote, que é um sintoma de desnivelamento da produção;
- Avaliar a rede de clientes de uma organização e verificar os pontos fortes e oportunidades de melhoria para promover o nivelamento da produção, pois um melhor entrosamento cliente x fornecedor contribui para reduzir o nível dos estoques e a variação da carga de trabalho;
- Avaliar a influência do projeto dos produtos no nivelamento da produção, uma vez que as operações da empresa são fortemente influenciadas pelo projeto do produto, que pode favorecer a flexibilidade ou não;
- Analisar a relação e influência entre nivelamento da produção e a sistemática utilizada para previsão de demandas e sua confiabilidade, uma vez que a previsão de demandas está muito relacionada ao conhecimento antecipado das demandas.

REFERÊNCIAS

ACHANGA, Pius; SHEHAB, Esam; ROY, Rajkumar; NELDER, Geoff. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.17, n. 4, p. 460-471, 2006.

AHLSTRÖM, Pär. Sequences in the implementation of lean production. **European Management Journal**. v.16, n.3, p.327-334, jun. 1998.

ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. Takt time: conceitos e contextualização dentro do sistema Toyota de produção. **Revista Gestão & Produção**, v.8, n. 1, p. 1-18, abr. 2001.

ALVES, João Murta; ANDRADE, Herlandí de Souza; FERNANDES, Laerte José. A aplicação dos princípios da produção enxuta em uma indústria manufatureira com produção não seriada. In: **IX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, São Paulo: FGV/EAESP, 2006.

ANDRADE, Gilberto José Pereira Onofre de. **Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil**. 2006. 253f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2006.

ANTICONA, Juan Antônio Herran; ALVES, João Murta. A implementação da manufatura enxuta numa empresa da indústria de eletrodomésticos. In: **XXVIII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, 2008.

ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; PELLEGRIN, Ivan de; KLIPPEL, Marcelo; BORTOLOTTI, Pedro. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAÚJO, César Augusto Campos de. **Modelo de relacionamento entre causas e estratégias associadas à variação na utilização da capacidade produtiva de recursos produtivos em ambientes de empresas enxutas**. 2010. 235f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

ARAÚJO, César Augusto Campos de. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da teoria das restrições e o mapeamento do fluxo de valor**. 2004. 176p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2004.

ARGOUD, Ana Rita T. Terra; CARDOZA, Edwin; FORTULAN, Marcos Roberto; GONÇALVES FILHO, Eduardo Vila. Aplicação de conceitos de produção enxuta em um ambiente de alta diversidade de produtos e demanda variável: um estudo de caso. In: **XXIV ENEGEP** - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.

BARTOLI, Ivan; SILVA, Messias Borges. *Lean manufacturing* voltado para empresas siderúrgicas *make-to-order* (MTO). In: **XI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**. São Paulo: FGV/EAESP, 2006.

BIKLEN, Sari; BOGDAN, Roberto. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto (Portugal): Porto, 2003.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Tradução de Gustavo Kannenberg e Flavio Pizzato. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

BURCHER, Peter; DUPERNEX, Simon. The road to lean repetitive batch manufacturing: Modelling planning system performance. **International Journal of Operations & Production Management Technology Management**. v.16, n. 2, p. 210-220, 1996.

BUXEY, Geoff. Strategy not tactics drives aggregate planning. **International Journal of Production Economics**, v.85, n.3, p. 331-346, 2003.

CARRARO, Reinaldo Viveiros. **Avaliação de um processo de implantação da mentalidade enxuta e seu desempenho no fluxo de valor**: um estudo de caso. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté/SP, 2005.

CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G. N. **Just in Time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP**: conceitos, uso e implantação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

DAVIS, Mark M; AQUILANO Nicholas J. A; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. Tradução de Eduardo D'Agord Schaan *et al.* 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**. Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIAS, Flávio Teodoro. **Proposta de uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos à produção enxuta**: estudo de caso em uma empresa fabricante de produtos para o setor médico-hospitalar. 2003. 140p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos/SP, 2003.

DIETRICH, Hélio. **Utilização de conceitos do sistema Toyota de produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados**. 2002. 168p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

FERNANDES, Flávio César Faria; GODINHO FILHO, Moacir; DIAS, Flávio Teodoro. Proposta de um método baseado em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos à produção enxuta. In: **XXV ENEGEP** - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 29 out. a 01 nov. 2005.

FORNO, Ana Júlia Dal. **Aplicação das ferramentas *benchmarking* enxuto e mapeamento do fluxo de valor**: estudo de caso em três empresas catarinenses. 2008. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2008.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Thompson Learning (Pioneira), 2004.

GHINATO, Paulo. **Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção**. Publicado como 2. cap. do Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. Recife: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza e UFPE, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIRARDI, Thaís Rohling. **Proposta de um método para introdução do sistema puxado de produção em um ambiente com grande variedade de produtos**. 2006. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2006.

GODINHO FILHO, Moacir; FERNANDES, Flávio César Faria. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v.11, n.1, p. 1-19, jan./abr. 2004.

GOMES, Maria de Lourdes Barreto. **Um modelo de nivelamento da produção à demanda para a indústria de confecção do vestuário segundo os novos paradigmas da melhoria dos fluxos de processo**. 2002. 320p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2002.

HINES, Peter; HOLWEG, Matthias; RICH, Nick. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**. v.24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

HINES, Peter; TAYLOR, David. **Guia para implementação da manufatura enxuta**: lean manufacturing. Tradução de Edgar Toporcov. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM), 2000.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JINA, Jay; BHATTACHARYA, Arindam K.; WALTON, Andrew D. Applying lean principles for high products variety and low volumes: some issue and propositions. **Logistics Information Management. University Press**, v.10, n. 1, p. 5-13, 1997.

KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations & Production Management**. v.16, n. 2, p. 24-41, 1996.

KASUL, Ruth A.; MOTWANI, Jaideep G. Successful implementation of TPS in a manufacturing setting: a case study. **Industrial Management & Data Systems**. n. 7, p. 274-279, 1997.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Tradução Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed, Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LEAN ENTERPRISE MODEL. **Lean Aerospace Initiative (LAI)**, 1998. Disponível em: <<http://web.mit.edu/lean>>. Acesso em: 2 mar. 2009.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O modelo Toyota**: manual de aplicação. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, Marcelo Simão; DIDONET, Simone Regina. A identificação do ponto de equilíbrio entre flexibilidade total e planejamento estático na produção: o caso de uma empresa manufatureira do setor de alimentos. In: **XXIX ENANPAD** – Encontro Nacional de Pós-Graduação em Administração, Brasília/DF, 2005.

LSSP. Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção.

Disponível em: <<http://www.deps.ufsc.br/lssp>. Acesso em 14 jun. 2010.

LUCATO, Wagner Cezar; MAESTRELLI, Nelson Carvalho; VIEIRA JÚNIOR, Milton. Determinação do grau de enxugamento de uma empresa: uma proposta conceitual. In: **XXVIII ENANPAD, Anais**, Curitiba/PR, 2004.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John. **Léxico lean**: glossário para praticantes do Pensamento Lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MEIER, Horacio Soriano; FORRESTER, Paul L. A Model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**, v.13, n.2, p. 104-109, 2002.

MELCHERT, Eduardo Ruiz; MONTOYA, Cynara Viterbo; MIYAKE, Dario Ikuo. Planejamento do processo de implantação do sistema lean utilizando a análise hierárquica do processo (AHP): um estudo de caso. In: **XI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**. São Paulo: FGV/EAESP, 2006.

MESQUITA, Marco Aurélio de; CASTRO, Roberto Lopes de. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v.15, n. 1, p. 33-42, jan./abr. 2008.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de produção**. Tradução Antônio Costa *et al.* São Paulo: IMAM, 1984.

MOTWANI, Jaideep. A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study. **Journal Industrial Management & Data System**. v.103, n.5, p. 339-346, 2003.

NAZARENO, Ricardo Renovato. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta**. 2003. 167p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos/SP, 2003.

NOGUEIRA, Maria das Graças Saraiva. **Proposta de método para avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta – ADPPE**. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

NOGUEIRA, Maria das Graças Saraiva; SAURIN, Tarcísio Abreu. Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. ABEPRO/UFSC. **Revista Produção On Line**, v. 8, n. 2, jul. 2008. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/viewFile/115/180>>. Acesso em: 02 mar. 2009.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PANIZZOLO, Roberto. Applying the lessons learn from 27 leaned manufactures: the relevance of relationships management. **Intenational Journal Production Economics**. v.55, n.3, p. 223-240, mar. 1998.

PINTO, Alan Kardec; NASCIF, Júlio Aquino. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PORTER, Michael E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Tradução de Elisabeth Maria de Pinho Braga. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

REIS, Alexandre dos et al. Minimização dos estoques: uma análise estratégica baseada no sistema Toyota de produção. In: **XXV ENEGEP** – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2005.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando o fluxo contínuo**. Tradução de Nilton Marchiori e Carlos Lobo. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SAE. Society of Automotive Engineers **J4000**: identification and measurement of best practice in implementation of lean operation. Warrendale, PA, 1999.

_____. Society of Automotive Engineers. **J4001**: implementation of lean operation user manual. Warrendale, PA, 1999.

SAHOO, Ajit Kumar et.al. Lean philosophy: implementation in a forging company. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.36, n. 5-6, p. 451-462, 2008.

SÁNCHEZ, Angel Martinez; PÉREZ, Manuela Pérez. Lean indicators and manufacturing strategies. **International Journal of Operations & Production Management**. v.21, n. 11, p. 1433-1451, 2001.

SANTOLO, Eduardo Guilherme; CALARGE, Felipe Araújo. Determinação do grau de aderência ao sistema lean production para empresas da indústria automobilística: um estudo tipo. In: **XXVII ENEGEP** – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

SAURIN, Tarcísio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabrício. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Revista Gestão & Produção**. São Carlos, v. 15, n.3, set./dez. 2008.

SEIBEL, Silene. **Um modelo de benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira**. Tese. (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2004.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles and performance. **Journal of Operations Management**. v.21, n.2, p. 129-149, 2003.

SHINGO PRIZE. **The Shingo Prize for operational excellence**: model – application guidelines, 3. ed. 2009. Disponível em: <<http://www.prize.org/flies/uploads/TheShingoPrizeModel-ApplicationGuidelines0209.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2009.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Tradução de Eduardo Schaan. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996.

_____. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Tradução de Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, Nigel. **Vantagem competitiva em manufatura**. Tradução de Sonia Maria Correa. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

_____. **Administração da produção**. Tradução de Maria. Teresa Corrêa de Oliveira e Fábio Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Alan. **Gerenciamento de operações e de processos**: princípios e prática de impacto estratégico. Tradução de Sandra de Oliveira. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SMALLEY, Art. **Criando o sistema puxado nivelado**. Tradução de Diogo Kosaka. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2005.

SMET, Rudi de; GELDERS, Ludo. Evaluation of the role of waste in a truck manufacturing line using simulation. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.8, n.5, p. 449-458, 1997.

SOHAL, Amrik S.; EGGLESTONE, Adrian. Lean production: experience among Australian organizations. **International Journal of Operations & Production Management**. v.14, n. 11, p. 35-51, 1994.

SPEAR, Steven; BOWEN, H. Kent. Decoding of the DNA the Toyota production system. **Harvard Business Review**, set./out. 1999.

STEVENSON, William J. **Administração das operações de produção**. Tradução de Carlos Alberto Biolchini da Silva. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

STOCKTON, D.J.; LINDLEY, A. J. Implementing *kanbans* within high variety/ low volums. **International Journal of Operations and Management**. v.15, n. 7, p. 1086-1100, 1996.

TARDIN, Gustavo Guimarães. **O sistema puxado e o nivelamento da produção**. 2001. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas/SP, 2001.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

TUBINO, Dálvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

_____. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TUBINO, Dálvio Ferrari; ANDRADE, Gilberto José Pereira O. de; SILVA, Glauco G. M. P. da. Caminhando para a manufatura enxuta: um estudo de caso. In: **XI SIMPOI** – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo: FGV – EAESP, 2006.

VERGNA, Ronaldo Althen; MAESTRELLI, Nelson Carvalho; CARRARO, Reinaldo Viveiros. Avaliação do grau de aderência ao padrão lean operation de uma empresa através das normas SAE J4000 e SAE J4001. In: Simpósio de Engenharia de Produção – XII SIMPEP, **Anais**, Bauro: FEB/UNESP, 2005.

WALLACE, Thomas F.; STAHL, Robert A. **Planejamento moderno da produção**. Tradução de Edgar Toporcov. São Paulo: IMAM, 2003.

WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; ZVIRTES, Leandro. Implantação da produção enxuta em uma empresa de compressores de ar. In: **XXVIII ENEGEP** – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

_____. **Lean consumption**. Harvard Business Review, mar. 2005.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Tradução de Ivo Iorytovski. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YAVUZ, Mesut; AKÇALI, Elif. Production smoothing in just-in-time manufacturing systems: a review of the models and solutions approaches. **International Journal of Production Research**. v.45, n. 16, p. 3579-3597, ago. 2007.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YOSHINO, Rui Tadaschi. **Proposta de um sistema de produção enxuta para o segmento calçadista**. 2008. 315p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos/SP, 2008.

ZAGONEL, Evaldo; CLETO, Marcelo Gechele. Estudo para a implantação do fluxo unitário de peças numa célula de usinagem por meio de simulação. In: **XXVII ENEGEP** – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.

ZAYKO, Matthew J.; HANCOCK, Walton M. Lean production: implementation problems. **IEE Solutions**, v. 30, n.6, p 38-42, 1998.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CORREA, Cristiane. Por dentro da maior montadora do mundo. **Revista Exame**. São Paulo: Abril, ed. 892, ano 41, n. 8, 9 maio 2007.

GODINHO FILHO, Moacir. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. 2004. 267p. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2004.

MAY, Mathew. **Toyota: a fórmula da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar**. Tradução de José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

APÊNDICE A – Coleta de Indicadores do BMPMP

LSSP - NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO					
COLETA DE DADOS					
Nome da Empresa :					
Estado:					
Setor:					
Número de Funcionários:					
Data da Coleta :					
Sistema Produtivo: Contínuo		Repetitivo em Lote Sob Encomenda			
TABULAÇÃO DOS DADOS					
VARIÁVEL	TIPO	INDICADORES	NOTA	INDIVIDUAL	PARCIAL
FLEXIBILIDADE DOS RECURSOS	PR	FR 01	Multifuncionalidade dos trabalhadores		
		FR 02	Troca Rápida de Ferramentas		
		FR 03	Layout Flexível		
		FR 04	Automação flexível		

Máquinas simples, pequenas e dedicadas	FR 05					
	FR 06					
	FR 07	PF				
	FR 08					
TEMPOS ENVOLVIDO NOS PROCESSOS	TP 01	PR				
	TP 02					
	TP 03					
	TP 04					
	TP 05	PF				
	TP 06					
ASPECTOS FACILITADORES	AF 01	PR				
	AF 02					
	AF 03					
	AF 04					
	AF 05					
	AF 06	PF				

PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO						
PR	PM 01	Técnicas de previsão das demandas				
	PM 02	Relacionamento com clientes para obtenção da demandas				
	PM 03	Poder de negociação junto aos clientes				
	PM 04	Tecnologia para troca de informações com os clientes				
	PM 05	Gestão da capacidade produtiva para o PMP				
	PM 06	Nivelamento da carga de trabalho				
	PM 07	Alinhamento entre demanda e produção				
	PM 08	Postergamento				
	PM 09	Nivelamento das vendas				
	PM 10	Sistemática para o nivelamento da produção				
	PM 11	Planejamento de vendas e operações (S&OP)				
	PM 12	Parcerias com clientes				
	PM 13	Confiabilidade da previsão				
	PM 14	Confiabilidade dos prazos de entrega				
	PM 15	Giro dos estoques de produtos acabados				
	PM 16	Nível de serviço do estoque de produtos acabados				
	PM 17	Tamanho dos lotes				
	PM 18	Variação da utilização da capacidade produtiva				
PF						

APÊNDICE B – Resultados das Aplicações do Método em Cada Processo Avaliado, por Variável.

EMPRESA 1

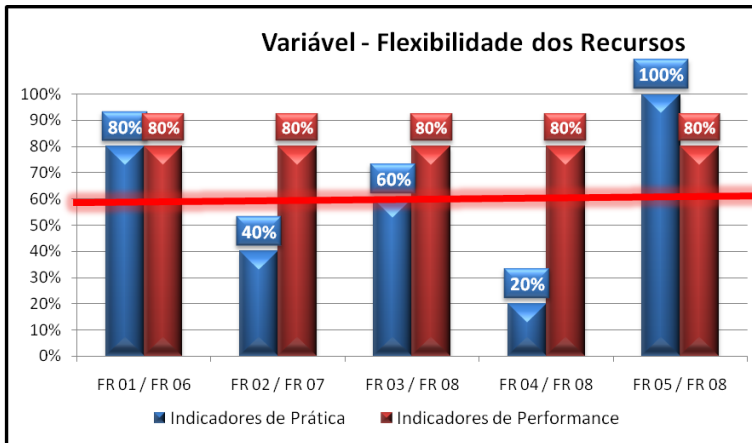
1.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO POR VARIÁVEL

1.1.1 Análise da variável flexibilidade dos recursos (FR)

Ao se verificar o Gráfico 1 com as relações mais evidentes de práticas e performances, destacam-se pela maior discrepância entre prática e performance os indicadores FR02 / FR07 e FR04 / FR08. O FR02 com pontuação de 40 % não possibilita um avanço no FR07, e a pontuação de 80% para este reflete uma característica do processo produtivo, que não possui elevados tempos de *setup*, em especial nas operações de costura.

Entretanto, há um significativo tempo de preparação para as operações de pintura das peças, que poderiam ser reduzidas a partir da utilização de técnicas para redução do *setup*, incrementando os resultados de prática e de performance e possibilitando à empresa ter uma resposta de produção mais nivelada à demanda. Já a relação entre o FR04 e FR08 pode ser desprezada neste caso, uma vez que a empresa não utiliza máquinas automáticas em seus processos.

A prática FR05 (máquinas simples, pequenas e dedicadas) possibilitou uma avaliação de 100%, uma vez que a empresa E1, de pequeno porte, não possui máquinas para produção de grandes volumes, o que colabora com a flexibilidade dos processos (FR08), com 80%.

Gráfico 1 – Variável: flexibilidade dos recursos.

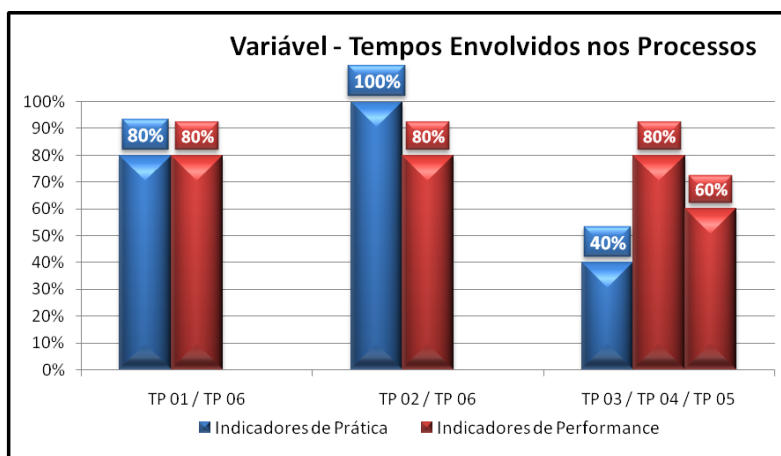
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

1.1.2 Análise da variável: tempos envolvidos no processo (TP)

O percentual de 40% para o TP03 (agregação de valor no processo produtivo) não está compatível com os resultados dos indicadores TP04 (fluxo contínuo) e TP05 (*lead time* total). Pode-se atribuir essa boa performance à não complexidade do processo produtivo, que está em função do pequeno porte da empresa, entretanto, esses resultados podem não se sustentar caso as estimativas de crescimento da empresa se confirmem, o que indica assim, a necessidade de investir na melhoria do seu fluxo de valor.

Adoção do *kanban*, que puxa a produção a partir do estoque de produtos acabados possibilitou elevados resultados para os indicadores de prática TP01 e TP02, que colaboram para um estoque de produtos em processo de cerca de três dias (TP06).

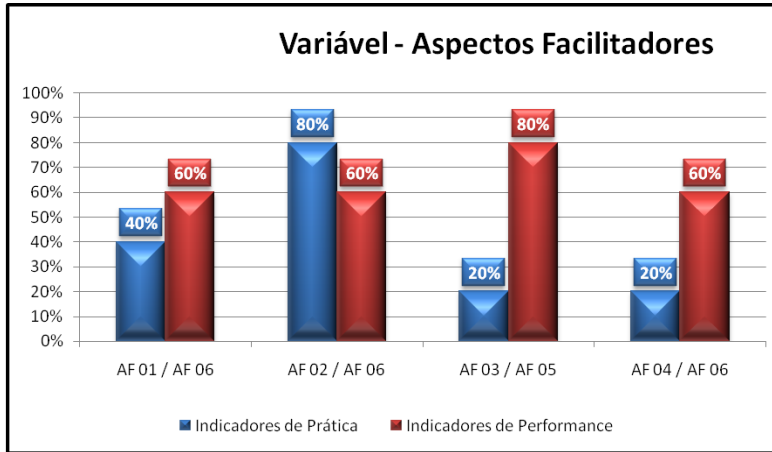
Gráfico 2 - Variável: tempos envolvidos nos processos.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador

1.1.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

A diferença entre os indicadores AF04 (20%) e AF06 (60%) mostra o efeito do pouco controle que a empresa tem sobre as paradas de produção, o que influencia para obtenção de uma eficiência apenas regular. A prática de identificar as causas das paradas na produção, visando minimizá-las, influencia fortemente na melhor utilização dos recursos, o que gera maior confiança dos planejadores da produção em atender às demandas sem depender de elevados estoques.

Gráfico 3 – Variável: aspectos facilitadores.

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

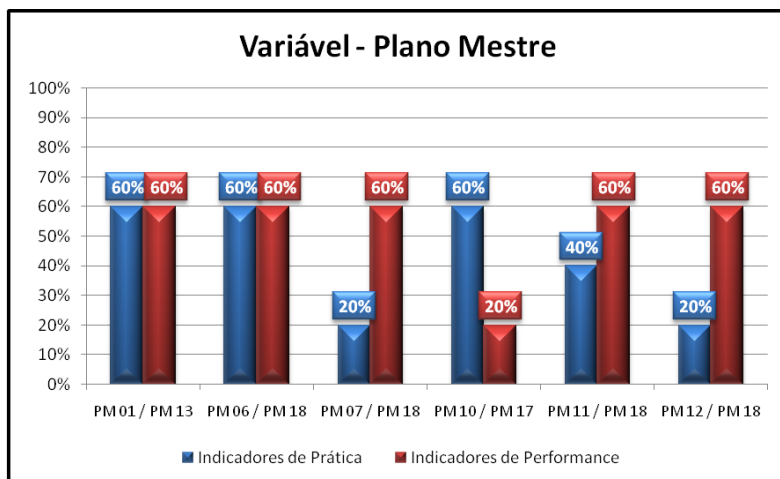
1.1.3.1 Análise da sistemática para elaboração do Plano Mestre de Produção (PMP)

Os Gráficos 4 a 8 mostram os resultados obtidos com a aplicação do BMPMP. Nesses merece maior destaque a relação PM01 / PM13 (Gráfico 4), que demonstra ainda a pouca efetividade da previsão de vendas, que acaba afetando a condução de um S&OP (PM11) com maior propriedade em virtude de sua baixa confiabilidade (PM13), uma vez que a previsão de vendas é uma entrada fundamental para esse planejamento. O uso incipiente da S&OP, além da inexistência de parceria com os clientes (PM12), contribui para que a empresa não possua uma menor variação da capacidade produtiva (PM18), desfavorecendo o nivelamento da produção.

Isso para o varejo é explicável e é uma tarefa complexa a ser resolvida em virtude da própria pulverização e irregularidade do varejo, o que afeta a viabilidade da utilização das práticas do sequenciador (PM07) e das parcerias com clientes (PM12), entretanto, a sistematização do planejamento de vendas e operações (S&OP) poderá ajudar na obtenção de uma menor variação da capacidade produtiva, embora o segmento de confecções seja, de uma forma geral, caracterizado como tipicamente sazonal, como é o caso da empresa em

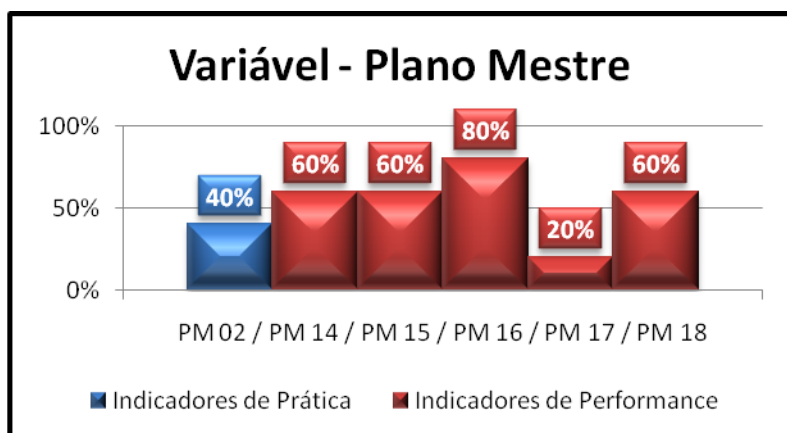
análise, que tem como principais picos de vendas o dia das mães e o natal.

Gráfico 4 - Variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (a).



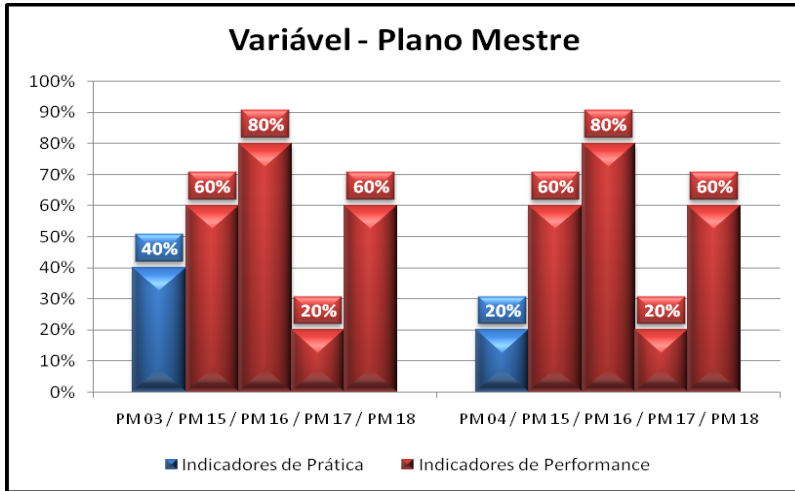
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 5 - Variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (b).



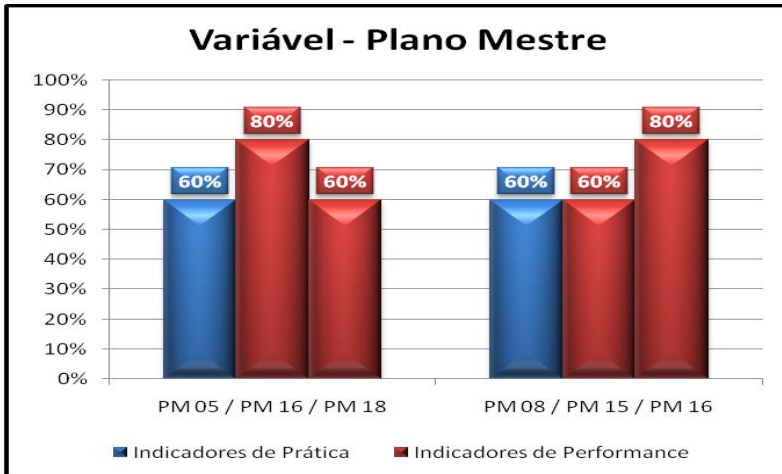
Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 6 - Variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (c).



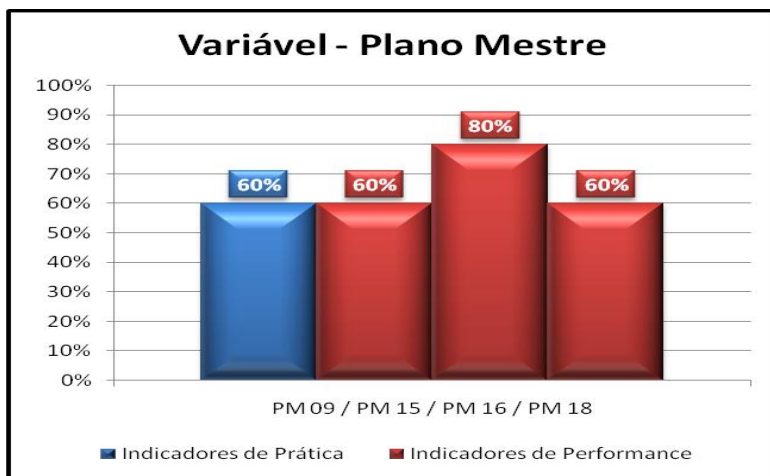
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 7 - Variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (d).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Gráfico 8 - Variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

A baixa pontuação para a prática de relacionamento com clientes para obtenção da demanda (PM02) se reflete na pontuação dos indicadores que estão no Gráfico 5. Em uma empresa voltada para o varejo com clientela pulverizada, há maior dificuldade de obtenção de forma antecipada das demandas reais, uma vez que são aleatórias.

Entretanto, a empresa vem buscando por meio da sua área de relacionamento com os clientes e das pesquisas de satisfação e sugestões obter essas demandas, que são mais qualitativas e de tendências, com muito pouca informação de caráter quantitativo.

Assim sendo, a empresa tem dificuldade em atender as demandas dos clientes no momento em que elas ocorrem (PM 14), precisando para isso, manter um razoável nível de estoque (PM 15) para que o nível de serviço não seja prejudicado (PM16), ou seja, a empresa consegue um bom nível de serviço a custo de um relativo aumento dos estoques de produtos acabados, o que também se evidencia por meio do tamanho dos lotes (PM 17), que não conseguem estar perfeitamente alinhados às necessidades dos clientes, e de uma razoável variação da capacidade produtiva (PM18) por meio de horas extras e facções para poder atender às demandas que surgem.

O Gráfico 7 mostra certo equilíbrio nas relações entre as práticas avaliadas pelos indicadores PM05 e PM08 e os de performance correspondentes. A empresa está ainda em fase preliminar de estruturação do seu PCP, de tal forma a evitar muitas turbulências no curto prazo, pois embora o sistema produtivo deva ser flexível o bastante para suportar tais variações, elas não são desejadas. A forma de gerir a capacidade produtiva no curto prazo se reflete no nível de serviço (PM16), que é suportado pelos estoques, conforme já comentado, e está compatível com a variação da capacidade produtiva encontrada (PM18). Práticas mais estruturadas de elaboração do PMP podem manter ou melhorar o nível de serviço sem a necessidade de estoques elevados.

EMPRESA E2

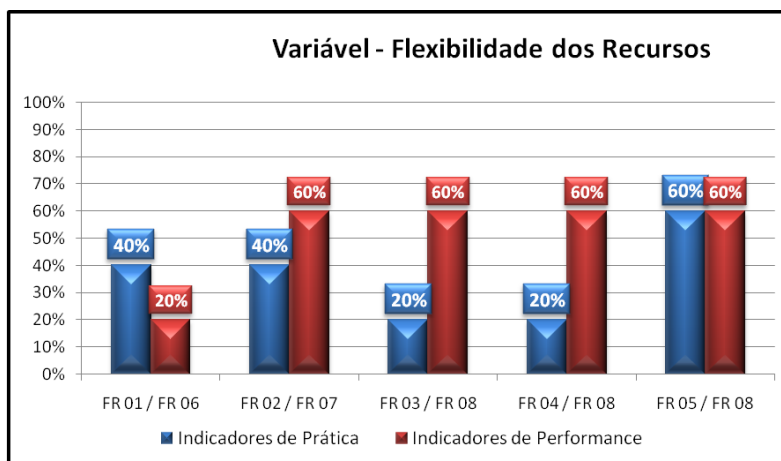
2.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO POR VARIÁVEL

2.1.1 Análise da variável flexibilidade dos recursos (FR)

Analisando-se o Gráfico 9, chama a atenção em termos de diferenças entre prática e performance os indicadores FR03 (*layout* flexível) / FR08 (flexibilidade dos processos). Os indicadores FR01(multifuncionalidade dos trabalhadores) e FR06 (flexibilidade da mão-de-obra) apresentam baixa pontuação. A flexibilidade da mão-de-obra é um fator muito importante para o nivelamento da produção, pois colabora para a produção de produtos diferentes com a mesma equipe de pessoas, racionalizando a utilização dos trabalhadores e atendendo às diferentes necessidades de demanda.

Observam-se também no gráfico, oportunidades de melhoria no indicador FR02 (troca rápida de ferramentas) e FR07 (tempo de *setup* das máquinas). As iniciativas ainda incipientes de programas de troca rápida de ferramentas fazem com que o tempo de *setup* das máquinas não obtenha uma performance competitiva, fazendo com que sejam produzidos lotes maiores do que seria o ideal para atender à demanda, contribuindo assim para o desnivelamento da produção.

Gráfico 9 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na produção de fogões na E2.

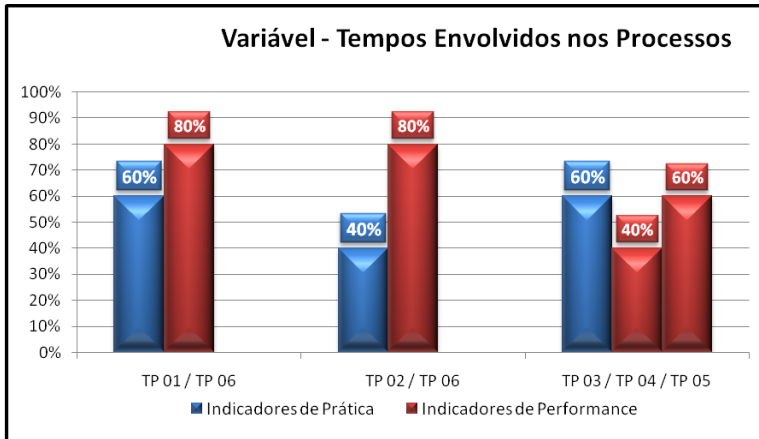


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

2.1.2 Análise da variável: tempos envolvidos no processo (TP)

Os valores não favoráveis dos indicadores de performance TP04 (fluxo contínuo) e TP05 (*lead time* total), que constam no Gráfico 10, são o reflexo das tímidas ações da empresa para o mapeamento dos processos e eliminação de atividades que não agregam valor (TP03). A eliminação desses desperdícios fará com que a empresa possa reduzir o seu *lead time* e melhor ajustar os tempos de ciclo de suas operações ao *takt time*, contribuindo assim para o nivelamento da produção.

Gráfico 10 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos no processo na produção de fogões na E2.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

2.1.3 Análise da variável: aspectos facilitadores (AF)

Para esta variável observam-se várias diferenças significativas (Gráfico 11). A primeira delas é entre os indicadores AF01 (padronização dos processos produtivos) e AF02 (gestão visual), ambos com resultado de 40% e AF06 (eficiência da fábrica), com 100%. A eficiência média da fábrica é calculada como uma razão entre a produção realizada e planejada, sendo que cada área produtiva tem um indicador setorial que está relacionado à eficiência global, que possui um valor médio de 95%, merecendo por isso a avaliação máxima (nota 5) na aplicação do modelo. A empresa utiliza a Gestão do Resultado Diário (GDR) para monitoramento dos indicadores. Esse monitoramento, juntamente com o acompanhamento da estabilidade produtiva por meio do controle sistemático das paradas de produção (AF04 – 100%), que é feito através de reuniões semanais no aspecto operacional e mensais no nível gerencial, colaboram para que a empresa obtenha esse nível de eficiência.

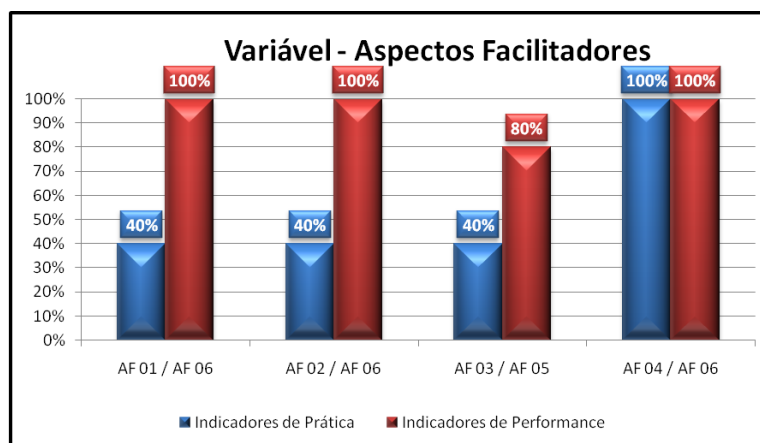
A partir dessas constatações, pode-se inferir que a empresa poderia obter os resultados positivos em termos de performance com menor esforço de controle, o que pode ser entendido como custo do

controle, caso atuasse de forma mais efetiva na padronização dos processos e na gestão visual, estimulando assim, o compromisso de todos os colaboradores com as metas e promovendo o autocontrole. Essas ações atuariam de forma a fazer com que houvesse um ambiente mais propício na produção para atender as demandas de acordo com as necessidades que surgissem, colaborando com o nivelamento da produção.

Além disso, os pares de indicadores AF03 (Manutenção Produtiva Total - MPT) e AF05 (índice de disponibilidade das máquinas), este último com indicador médio informado pela empresa de 91%, mostram que, embora a empresa adote de forma tímida a MPT, obtém um bom índice de disponibilidade das máquinas, o que também é reflexo do GDR, já comentado no parágrafo anterior. Entretanto, há que se questionar a que custo essa disponibilidade vem sendo obtida.

Conforme já comentado em outros momentos, bons indicadores de performance na variável aspectos facilitadores significam que a empresa tem um ambiente propício ao nivelamento, mas não necessariamente o *heijunka*.

Gráfico 11 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos aspectos facilitadores na produção de fogões da E2.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

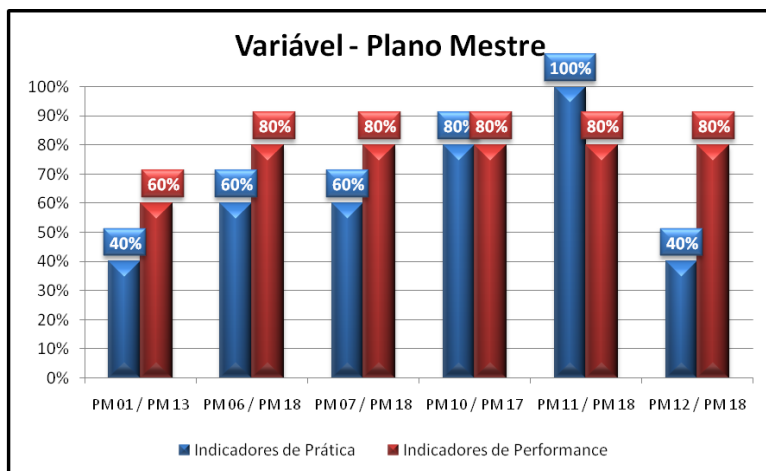
2.1.4 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre de produção (PMP)

Há um relativo equilíbrio entre os indicadores de prática e *performance* mostrados no Gráfico 12, com exceção dos pares de indicadores PM12 (parceria com clientes) e PM18 (variação da utilização da capacidade produtiva), que obtiveram os valores 40% e 80%, respectivamente. Embora a empresa mantenha um bom relacionamento com grandes varejistas, tais como, Casas Bahia, Comercial Rabelo, Insinuante e Magazine Luiza, além de exportações para clientes da Venezuela, foi informado que esse relacionamento não pode ser considerado uma parceria genuína, uma vez que as compras ainda são “caso a caso”, sem contratos de longo prazo que possam garantir uma maior previsibilidade das demandas, para assim ter-se uma produção mais nivelada à ela. Nesse sentido, uma importante contribuição seria um aprimoramento nesse relacionamento com os clientes, dentro da filosofia de alinhamento da cadeia produtiva e do que for melhor para ambos.

Por outro lado, o indicador PM18 tem uma boa posição, pois não há necessidade de variações significativas da capacidade produtiva. A capacidade produtiva está hoje entre 70% a 80% da capacidade instalada, mas em função do aquecimento da demanda no Brasil dos últimos anos, não há quantidade de pessoas suficientes, precisando para isso, recorrer às horas extras, quando necessário. As linhas de montagem trabalham de segunda a sexta-feira, sendo quatro das 06:00 h às 16:00 h, e três das 16:00 h às 01h:30min., sendo que elas são capazes de produzir, por dia, de 3 a 4 produtos diferentes. Observa-se assim, uma certa estabilidade da demanda, em função das condições de mercado pelo qual o Brasil passa, favorecendo esse indicador, o qual, entretanto, poderia ser aprimorado e chegar a um nível de excelência com a parceria com os principais clientes, contribuindo assim para a redução dos custos.

A prática da previsão de vendas (PM01) e a correspondente melhoria na confiabilidade da previsão (PM13) é uma ação relevante para as atividades da empresa e que têm oportunidades de melhoria, em razão do baixo percentual obtido. Entretanto, a empresa realiza de forma estruturada e sistemática o (S&OP), fazendo o indicador PM11 obter a pontuação máxima, colaborando também para o bom resultado do PM18 e, por consequência, para o nivelamento da produção sem grande necessidade de elevadas cargas de trabalho ou ociosidades.

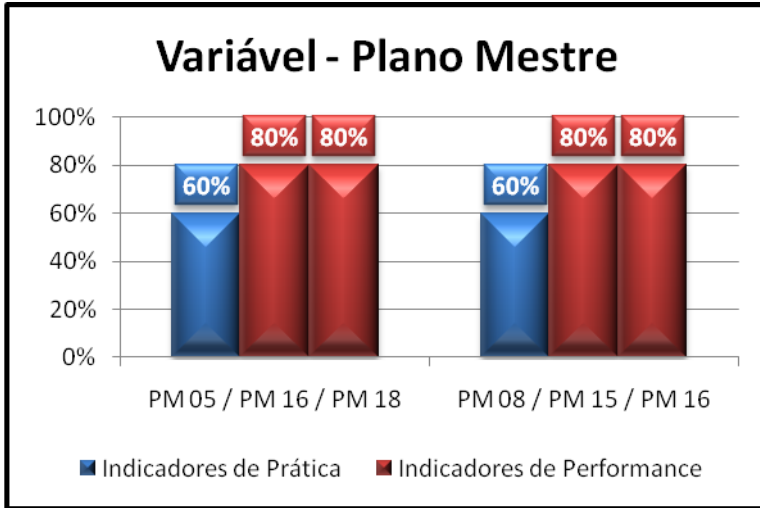
Gráfico 12 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na produção de fogões na E2 (a).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 13 mostra um bom equilíbrio entre os indicadores de prática e performance, apresentando boas performances em termos de giro dos estoques (PM15) e nível de serviço do estoque de produtos acabados (PM16), além do PM18, já comentado. Entretanto, as práticas que colaboram para esse resultado (PM05 e PM16) não apresentam um resultado no mesmo nível.

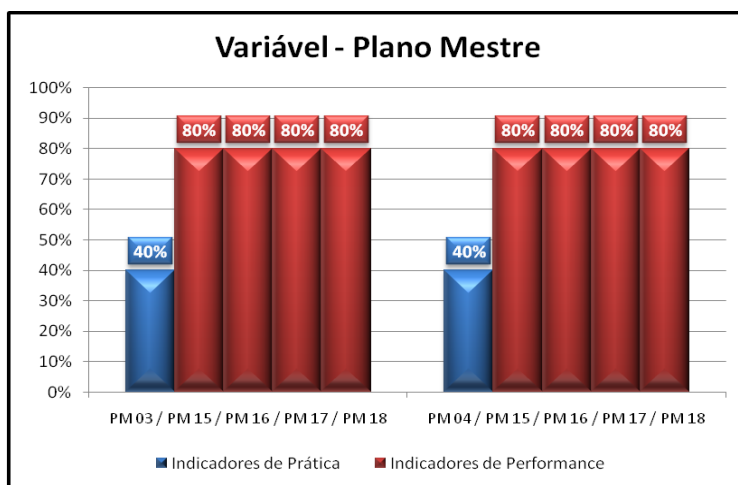
Gráfico 13 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na produção de fogões na E2 (b).



Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 14 evidencia o pequeno poder de negociação que a E2 tem com seus clientes (PM03) e a pouca utilização da tecnologia para troca de informações junto aos clientes (PM04). Entretanto, a empresa obtém boas performances, conforme se pode observar no referido gráfico, o que pode estar comprometendo os custos para obtenção desse desempenho.

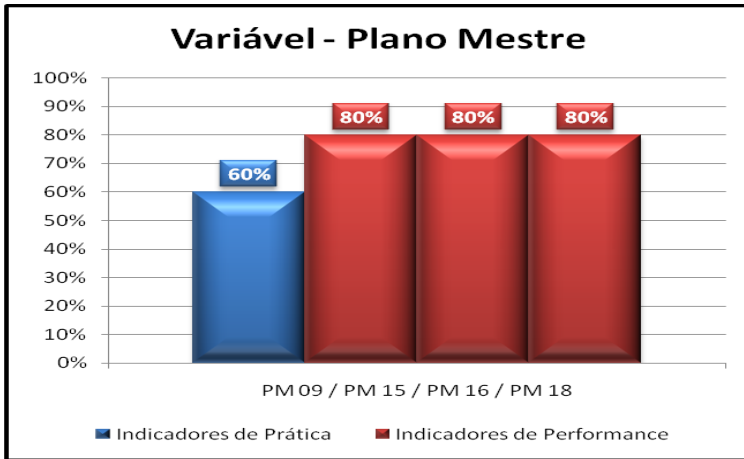
Gráfico 14 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E2 (c).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

No Gráfico 15 observa-se uma pequena diferença entre o PM09 (nivelamento das vendas) e os indicadores de prática relacionados. Há uma regular interação entre as áreas de PCP e vendas, mas pode ser aprimorado a fim de colaborar com o incremento dos indicadores relacionados, o que é uma ação mais viável de ser aplicada, uma vez que é interna à empresa.

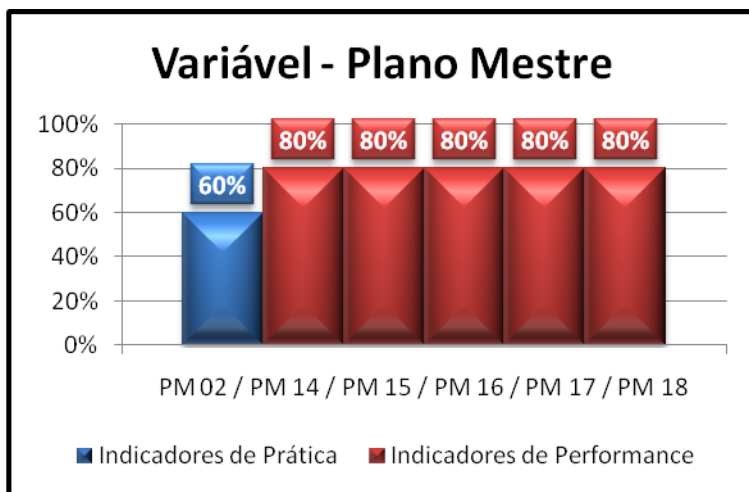
Gráfico 15 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na produção de fogões na E2 (d).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Situação semelhante ocorre com o indicador de prática PM02, que caracteriza um médio entrosamento com os clientes para obtenção das demandas, limitando-se a pedidos programados, mas sem reabastecimento automático. Os grandes varejistas fazem pedidos de milhares de unidades, mas não informam quando desejarão receber. Por isso, a empresa é forçada a iniciar a produção o quanto antes, para que esteja preparada para entrega. O aprimoramento dessa prática contribuirá para que os indicadores de performance relacionados incrementem seus resultados, a um menor custo.

Gráfico 16 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E2 (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

EMPRESA E3

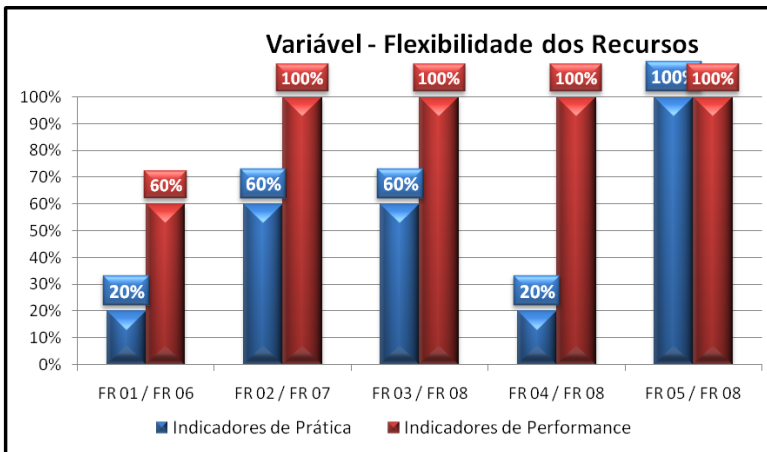
3.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO POR VARIÁVEL

3.1.1 Análise da variável flexibilidade dos recursos (FR)

No Gráfico 17 pode-se observar uma baixa pontuação para a variável de prática FR01 (multifuncionalidade dos trabalhadores), entretanto, há uma regular pontuação para o indicador de performance FR 06 (flexibilidade da mão-de-obra). Isso pode ser explicado pela relativa simplicidade das operações e pelo fato dos funcionários já chegarem à empresa com um certo grau de habilidade em realizar mais de uma operação. No processo em análise, cada operador está capacitado para realizar mais de três operações. Entretanto, a implantação de um programa de polivalência, incrementaria o indicador FR06, tornando o processo mais capaz de produzir demandas variadas, alinhando-a a produção.

Pode-se verificar também que as máquinas automáticas que a empresa possui neste processo não permitem que o operador opere mais de uma máquina ao mesmo tempo, limitando a sua flexibilidade (FR04), entretanto, essa baixa pontuação neste indicador não impede a pontuação máxima na flexibilidade dos processos (FR08), em razão da conjunção de outras práticas (FR05 – mais de 90% máquinas simples e dedicadas) e do FR03(60% - *layout* flexível).

Gráfico 17 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na E3.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

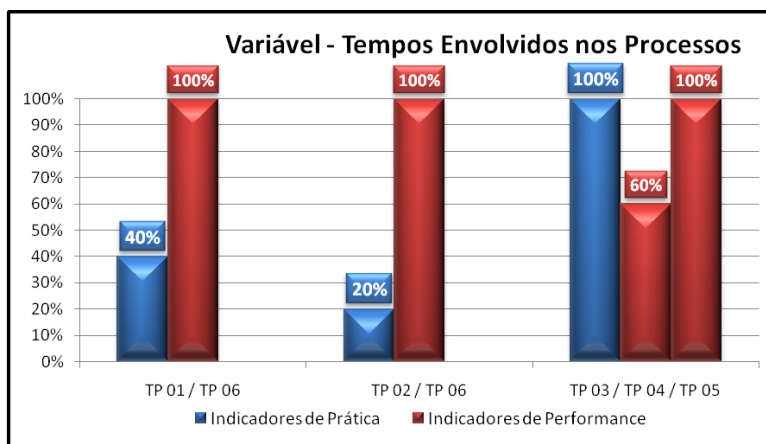
3.1.2 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

O Gráfico 18 mostra a variável tempos envolvidos no processo. Neste, os indicadores TP01 (produção puxada), com 40%, e TP02 (utilização de supermercados), com 20%, estão em desequilíbrio em relação ao TP06 (cobertura dos estoques em processo), que obteve a pontuação de 100%, uma vez que os estoques em processo são para menos de um dia. Isso se explica pela simplicidade do processo, que faz com que haja certa facilidade em balancear os setores, diminuindo assim os estoques em processo. Já a prática TP03 (agregação de valor no processo produtivo), com pontuação de 100%, que busca a eliminação dos processos que não agregam valor, se reflete na redução do *lead time*

(TP05), uma vez que ele equivale a três vezes o tempo líquido de processamento (processo sem perdas de tempo), o que ocorre em razão de algumas pequenas “filas de espera”.

Entretanto, o fluxo contínuo (TP04) pode ser aprimorado com a aplicação das melhorias geradas com o mapeamento do fluxo de valor que é desenvolvido pela empresa. No processo em análise não se consegue um alinhamento perfeito entre o *takt time* e a média dos tempos de ciclo das famílias de produtos, uma vez que esses são cerca de 50% superiores ao *takt time*, o que gerará a necessidade de estoques reguladores para atender à demanda equivalente ao ritmo do cliente.

Gráfico 18 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos no processo na E3.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

3.1.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

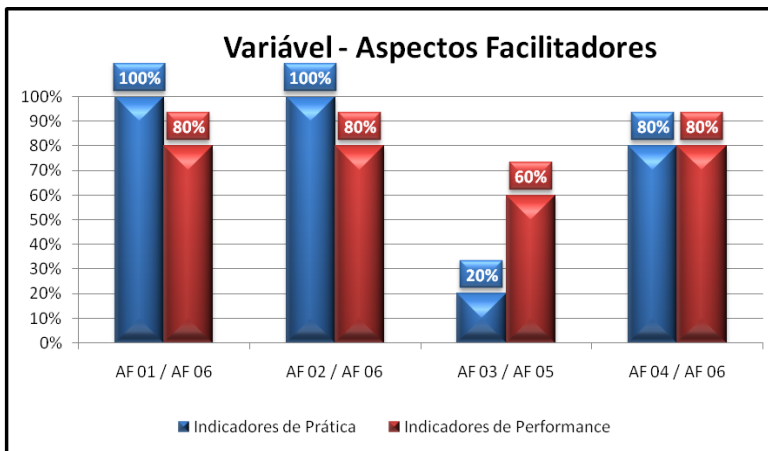
Observa-se um bom equilíbrio entre prática e performance dos indicadores da variável aspectos facilitadores (Gráfico 19), com boas pontuações, com exceção do par AF03 (manutenção produtiva total), com 20%, e AF05 (índice de disponibilidade de máquinas), com 60%.

No processo produtivo em análise menos de 40% dos operadores são mantenedores, o que colabora para que não se obtenha um melhor índice de disponibilidade das máquinas. Para as máquinas de pequeno porte essa disponibilidade é um poço maior, mas para as de grande

porte, que colaboram mais com o processo produtivo ela é menor. Esse índice de disponibilidade colabora para que haja uma menor confiabilidade nas máquinas, tendendo a fazer com que o processo produtivo resolva produzir além da necessidade solicitada a cada momento (nivelamento da produção), a fim de se prevenir contra possíveis falhas nas máquinas que impeçam de atender à demanda. Nesse sentido. A implantação de um programa de manutenção produtiva total irá colaborar com uma maior estabilidade produtiva.

Já a adoção da padronização dos processos produtivos (AF01-100%), gestão visual (AF02 – 100%) e estabilidade produtiva (AF04 – 80%) colaboram para a boa eficiência da fábrica (AF06), com 80%. O aprimoramento da prática de controle sistemático das paradas de produção colaborará com o aumento da eficiência.

Gráfico 19 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos aspectos facilitadores na E3.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

3.1.4 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre de produção (PM)

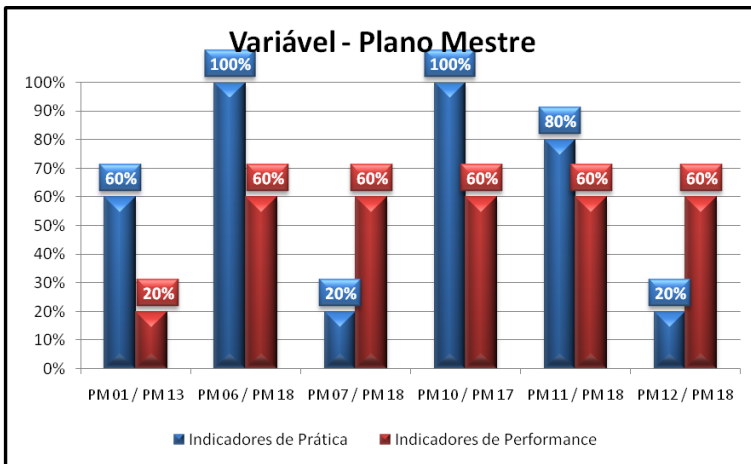
O Gráfico 20 mostra níveis insuficientes para os indicadores PM01 (técnicas de previsão de demandas), com 60%, e PM13 (confiabilidade da previsão), com 20%. A gestão das vendas da unidade Nordeste é coordenada pela matriz em Blumenau/SC, incluindo a

previsão de demandas. As previsões possuem um erro médio de 40%, o que não indica a necessidade do aprimoramento da utilização das técnicas de previsão de vendas, que é uma forma da empresa se preparar com maior segurança para as futuras demandas, colaborando para o *heijunka*.

O PM18 (variação da utilização da capacidade produtiva) obteve 60% no indicador, que equivale a uma variação média ao longo do ano de 30%, o que é típico desse segmento de negócio, caracterizado por ciclos de demanda. Este indicador pode ser melhorado a partir da utilização das práticas PM07 (alinhamento entre produção e demanda), e PM12 (parcerias com clientes). No primeiro caso, a utilização de um quadro sequenciador de curto prazo iria contribuir para uma produção mais cadenciada com a demanda. Já a parceria com os clientes, concretizada por meio de contratos de longo prazo com esses, possibilitaria o conhecimento mais antecipado das demandas, fazendo com que as necessidades de produtos pudessem ser mais bem distribuídas ao longo do tempo, sem sobrecargas ou ociosidades, pois a empresa possui uma variação média da capacidade produtiva ao longo do ano de cerca de 30%, para mais ou para menos.

O PM18 também é influenciado pela prática PM06 (nivelamento da carga de trabalho), que no processo em análise obteve a pontuação máxima, sem, entretanto, ser suficiente para possibilitar uma redução na variação da capacidade produtiva. O planejador da produção da empresa procura alinhar a capacidade de produção dos recursos (máquinas, pessoas e instalações), de tal forma a quando houver ociosidade por falta de pedidos a mão-de-obra é alocada para outros setores, concedido férias ou é utilizado o banco de horas. Além disso, a prática de reuniões mensais de S&OP gerou uma pontuação de 80% para o indicador PM 11, mas pode ser aprimorada a fim de influenciar mais na performance do PM18.

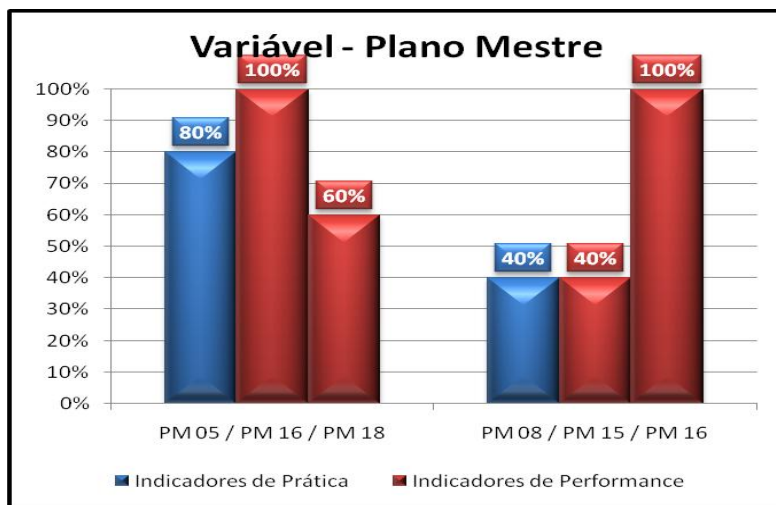
Gráfico 20 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E3 (a).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Um aspecto relevante que se pode observar no Gráfico 21 é que o desempenho de 100% no nível de serviço do estoque de produtos acabados (PM16) parece estar sendo sustentado por um elevado custo de manutenção desses estoques, uma vez que o giro está com a avaliação de 40% (PM15), que corresponde a um giro dos estoques médio por volta de dois meses.

Gráfico 21 - Relações entre indicadores de prática e *performance* para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E3 (b).

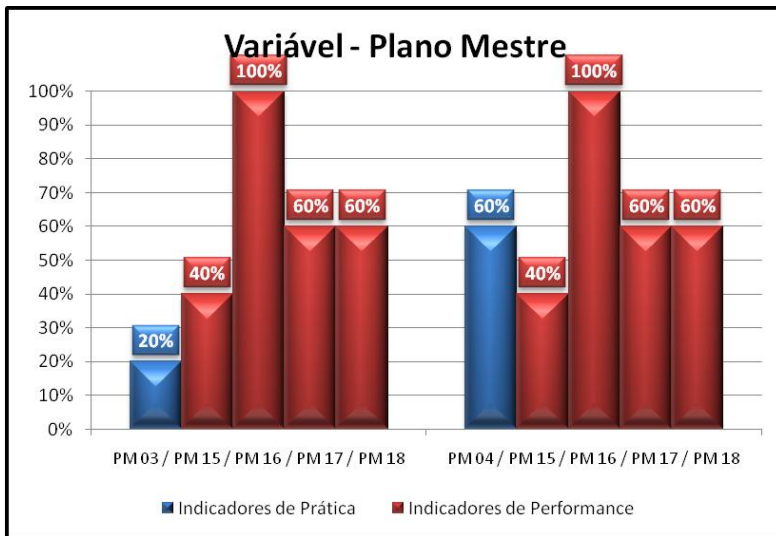


FONTE: Elaborado pelo pesquisador

No Gráfico 22 pode-se observar que o indicador de prática PM03 (poder de negociação junto aos clientes), com avaliação de 20%, revela que a empresa “explora pouco as negociações com entregas programadas ou parceladas”, como pode ser coletado durante a reunião de consenso com a equipe da empresa. A falta dessa prática contribui para que o giro dos estoques de produtos acabados (PM15) apresente uma avaliação de 40%, com maiores custos envolvidos para atender as demandas com um bom nível de serviço.

O aprimoramento da prática da utilização da tecnologia para troca de informações com os clientes (PM04), com avaliação de 60%, que atualmente se limitam à utilização de algumas tecnologias como o *Electronic Data Interchange* (EDI) e agendamentos das entregas para os principais clientes, também influenciarão na melhoria do giro dos estoques de produtos acabados, aproximando o processo produtivo do *heijunka*.

Gráfico 22 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E3 (c).

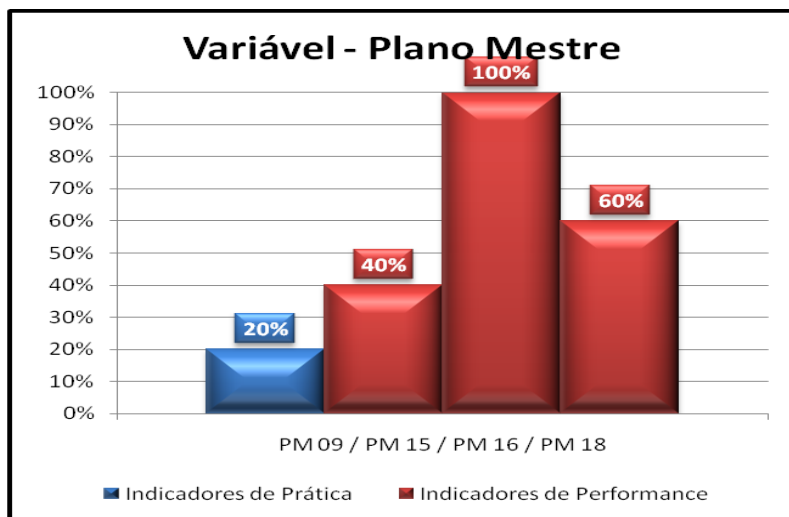


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 23 mostra que a empresa não utiliza a prática do nivelamento das vendas (PM09) para o processo em análise, que se reflete no baixo giro dos estoques (PM15) e na maior necessidade de variação da capacidade produtiva (PM18). Isso faz com que o nivelamento da produção seja mais difícil de ser obtido em função das variações das demandas ao longo do ano, dificultando o *heijunka*, de forma econômica.

É necessário assim o compromisso da área de vendas para que a produção esteja mais nivelada à demanda e que um estágio *lean* cada vez avançado seja obtido. Esse compromisso seria evidenciado, além de outras ações nesse sentido, através do esforço em distribuir as vendas ao longo das quatro semanas do mês, no lugar de concentrá-la na última semana, e também por meio de uma maior integração com o PCP da empresa.

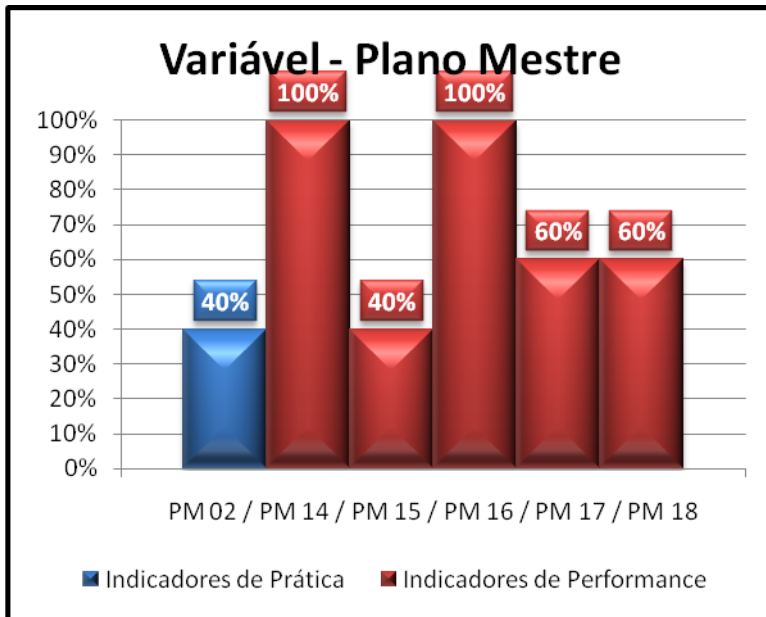
Gráfico 23 - Relações entre indicadores de prática e *performance* para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E3 (d).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

A necessidade de maior envolvimento da área de vendas também está evidenciada no Gráfico 24, onde se observa que a prática de relacionamento com os clientes para obtenção das demandas (PM02) ainda é tímida, pois obteve uma avaliação de 40%, contribuindo com uma pontuação não desejada para as performances medidas pelos indicadores PM15, PM17 e PM18. Ressalte-se, porém, que esse relacionamento não envolve apenas a área de vendas, pois ele pode e deve ser feito entre as áreas de PCP da empresa fornecedora e cliente, a fim de alinhar as necessidades e colaborar com o nivelamento da produção.

Gráfico 24 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E3 (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

EMPRESA E4

4.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO POR VARIÁVEL

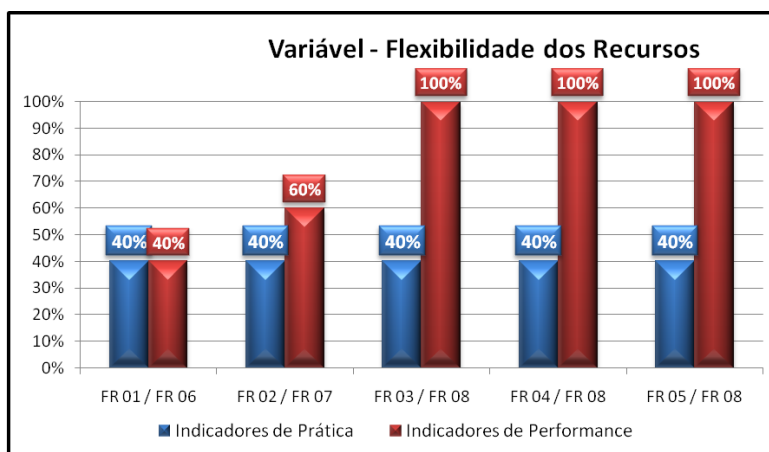
4.1.1 Análise da variável flexibilidade dos recursos (FR)

Os resultados dos indicadores da variável flexibilidade dos recursos estão no Gráfico 25. Neste, pode-se constatar que os indicadores de FR01 (prática de multifuncionalidade dos trabalhadores) e FR06 (performance da flexibilidade da mão-de-obra), ambos com 40%, têm possibilidades de melhoria por meio da implantação de um programa efetivo de polivalência na empresa, de tal forma a possibilitar que os operadores diretos possam realizar as operações que são necessárias para cada demanda em particular, racionalizando a utilização dos recursos e colaborando com o nivelamento da produção.

As melhorias de *setup* no processo em análise são realizadas, mas de forma não sistemática e não formal, o que levou a uma avaliação de 40%, conforme pode-se observar o indicador FR02 (troca rápida de ferramentas) no Gráfico 25. A falta dessa prática não permite que os tempos de *setup* obtenham melhores resultados, com o indicador FR07 (tempo se *setup* das máquinas) avaliado em 60%. A flexibilidade do equipamento é crítico para que seja possível a produção econômica de lotes mais sintonizados com a demanda imediata, nivelando a produção.

O Gráfico 25 mostra ainda uma performance máxima para o indicador FR08 (flexibilidade dos processos), que significa a realização de programações diárias e mudanças efetivadas sem transtornos para a produção. Os indicadores de práticas FR03 (*layout* flexível), FR04 (automação flexível) e FR05 (máquinas simples, pequenas e dedicadas) estão relacionados à obtenção dessa performance. Entretanto, todos esses obtiveram uma avaliação de apenas 40%, o que se pode depreender que possivelmente a empresa está com custos mais altos do que seriam os desejáveis para obter essa flexibilidade.

Gráfico 25 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na E4.

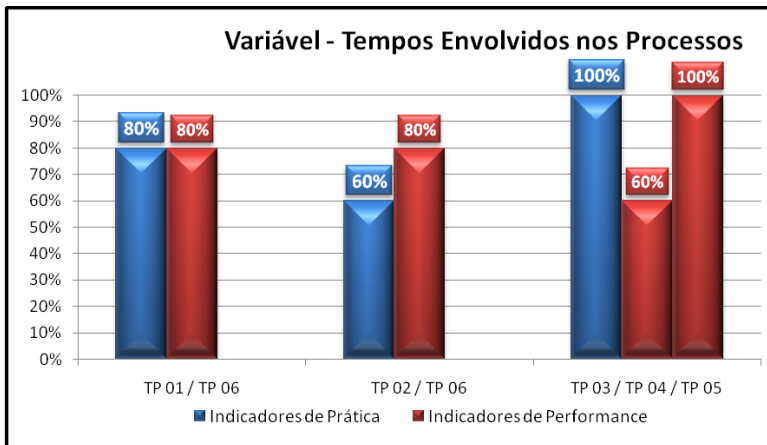


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.1.2 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

O Gráfico 26 mostra bom desempenho e um relativo equilíbrio entre as variáveis. Entretanto, a performance do indicador TP04 (fluxo contínuo), com 60%, mostra desequilíbrio em relação à prática avaliada pelo indicador TP03 (agregação de valor ao processo produtivo), que obteve 100%. Pode-se assim considerar que embora a empresa faça uso efetivo dos mapeamentos dos processos para eliminação dos desperdícios (TP03), os resultados ainda não puderam ser percebidos plenamente em termos de um fluxo contínuo, que deve ter sua implementação dificultada em razão da diversificação dos produtos. Aspectos relacionados à flexibilidade, comentados na seção anterior, também colaboram para esse resultado. A avaliação de 100% do indicador *lead time* total (TP05) evidencia a utilização efetiva do mapeamento do fluxo de valor e a redução dos desperdícios.

Gráfico 26 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos na E4.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

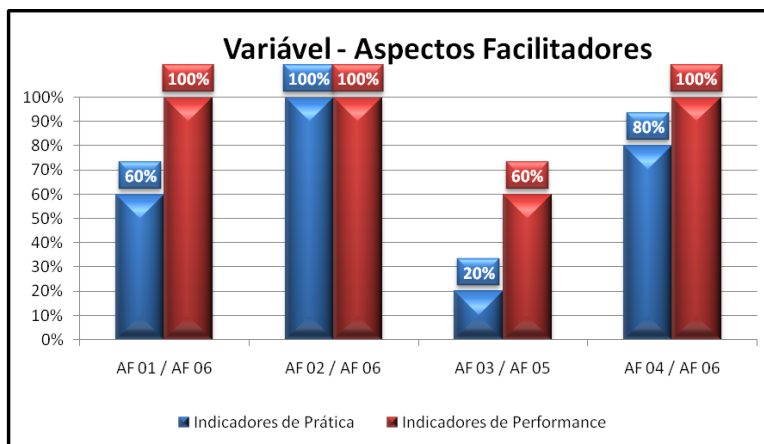
4.1.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

O processo produtivo analisado apresenta uma eficiência (AF06) maior que 85% (medida interna da fábrica), fazendo com o que esse indicador obtivesse uma avaliação de 100% no questionário de coleta da

pesquisa. Essa eficiência é influenciada pelos indicadores AF01 (padronização dos processos produtivos), AF02 (gestão visual) e AF04 (estabilidade produtiva). A eficiência pode ser incrementada ainda mais com a maior disseminação da padronização dos processos e da estabilidade produtiva (Gráfico 27).

Já o indicador de prática AF03 (manutenção produtiva total) foi avaliado em apenas 20%. Esse aspecto está ligado ao indicador AF05 (índice de disponibilidade das máquinas). Esse resultado indica que a implantação de um programa de manutenção produtiva total na empresa, com ênfase na formação de operadores mantenedores, aumentará essa disponibilidade, dando maior confiabilidade para que seja produzido o que estiver sendo demandado no momento, sem necessidade de grandes estoques de reserva para o caso de pane nas máquinas, contribuindo para o *heijunka*.

Gráfico 27 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável aspectos facilitadores na E4.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

4.1.4 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre de produção (PM)

No Gráfico 28 observam-se altos e baixos dos indicadores relatados. Há boas oportunidades de melhoria nos indicadores PM01 (técnicas de previsão das demandas) e PM13 (confiabilidade da

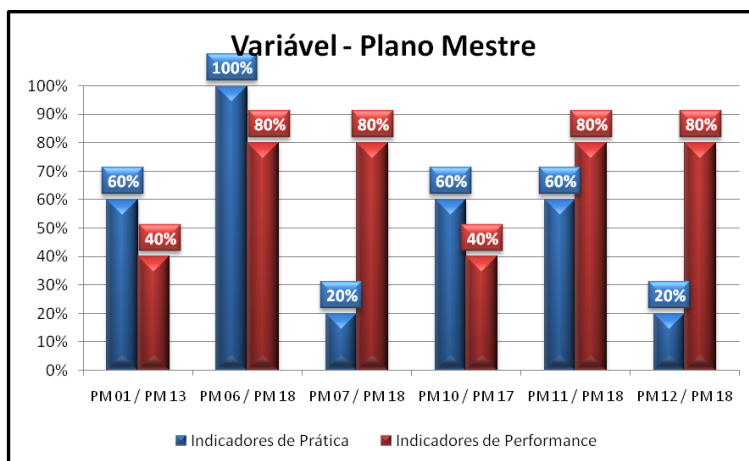
previsão). A melhoria dos resultados das previsões de demanda dará maior segurança para que o planejamento da produção seja feito de forma mais segura, sem grandes alterações de curto prazo, para mais ou para menos, auxiliando a obtenção de uma produção mais nivelada com a demanda.

O indicador PM18 (variação da utilização da capacidade produtiva), com 80%, recebe várias influências, que são mostradas no Gráfico 28: PM06 (nivelamento da carga de trabalho), PM07 (alinhamento entre demanda e produção), PM11 (planejamento de vendas e operação), PM12 (parceria com clientes). A empresa utiliza o “*kanban* de chão” com a lógica FIFO, mas não um quadro sequenciador de curto prazo, o que levou o PM07 para uma avaliação de 20%. A reunião de consenso na empresa revelou que não são realizadas reuniões regulares de S&OP, as quais são realizadas de forma esporádica e informal, fazendo com que o PM11 obtivesse a avaliação de 60%.

Nesse sentido, a formalização do planejamento de vendas e operação irá colaborar para que as oscilações na necessidade de capacidade sejam reduzidas (PM18), contribuindo para o nivelamento da produção sem sobrecargas ou ociosidades. Já o PM12, com 20%, têm boas possibilidades de melhoria por meio da busca de parceria com os principais clientes, no sentido de estabelecer contratos de fornecimento de longo prazo, com benefícios para a cadeia fornecedor-cliente, a fim de possibilitar o conhecimento de forma mais antecipada das demandas, o que auxiliará o planejador da produção na distribuição da carga de trabalho na fábrica.

A avaliação de 40% obtida pelo indicador PM17 pode ser melhorada por meio da estruturação de uma melhor sistemática para o nivelamento da produção (PM10), distribuindo melhor a variedade ao longo dos períodos de planejamento.

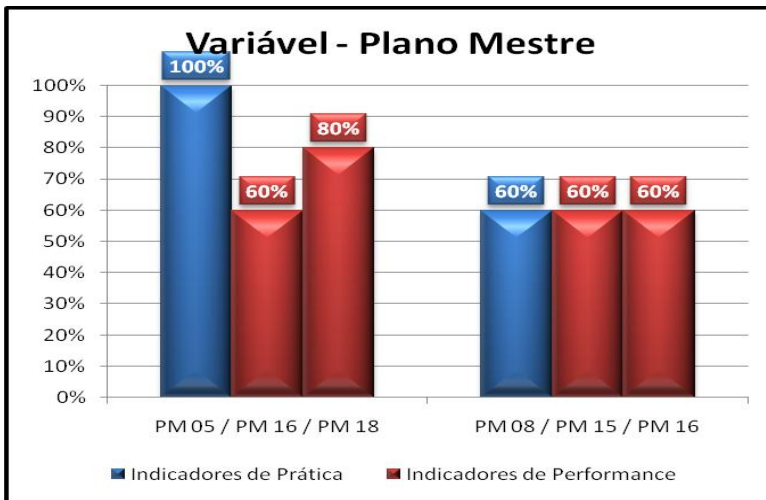
Gráfico 28 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E4 (a).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

A prática de gestão da capacidade produtiva para o PMP (PM05), com 100% (Gráfico 29), não foi suficiente, por si só, para a obtenção de performance máxima nos níveis de serviço do estoque dos produtos acabados (PM16), com 60%, e na variação da capacidade produtiva (PM18), com 80%, tanto porque esses indicadores de performance são influenciados também por outras práticas, que serão comentadas nos tópicos seguintes, como também porque essa prática, da forma como vem sendo colocada em ação, não seja capaz de gerar todos os efeitos que se pode esperar dela.

Gráfico 29 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E4 (b).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

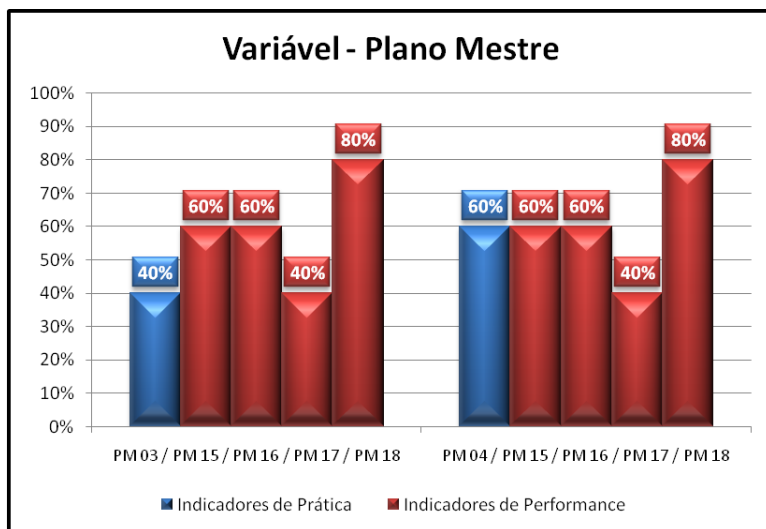
No Gráfico 30 verifica-se uma pontuação das performances menor ou igual ao da prática PM03 (poder de negociação com os clientes). Uma aplicação mais efetiva dessa prática contribuiria para que o giro dos estoques dos produtos acabados (PM15) obtivesse uma melhor avaliação, uma vez que o nível dos estoques não precisaria ser elevado, caso a empresa soubesse as necessidades dos clientes ao longo dos períodos e pudesse parcelá-las, onde fosse preciso.

Uma melhor prática de negociação com os clientes também melhoraria o nível de serviço do estoque de produtos acabados (PM16), pois a disponibilidade dos itens em estoque poderia ser dimensionada em função das necessidades conhecidas dos clientes. Efeitos semelhantes também poderiam ser observados no tamanho dos lotes (PM17) e PM18 (variação da capacidade produtiva).

A E2 utiliza a *Electronic Data Interchange* (EDI) para troca de informações com os clientes, mas não o *Vendor Management Inventory* (VMI), nem outras tecnologias da informação que favoreçam o relacionamento ágil entre fornecedor e cliente. O uso mais efetivo dessa prática (PM04) irá colaborar com a melhoria dos indicadores relacionados que constam no Gráfico 30, uma vez que agiliza a identificação das necessidades dos clientes, reduzindo o efeito chicote

na cadeia de abastecimento, de tal forma a facilitar a produção e entrega dos produtos acabados nas quantidades e momentos certos, nivelando a produção.

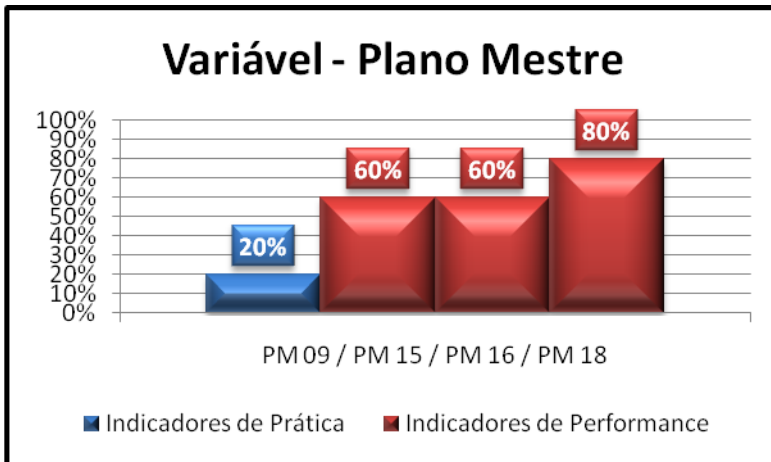
Gráfico 30 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E4 (c).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 31 apresenta uma avaliação do indicador PM09 (nivelamento de vendas) com apenas 20%, o que significa que a área de vendas não está comprometida com o nivelamento das vendas ao longo das quatro semanas do mês, no lugar de concentrá-las na última semana, e que o fluxo de informações entre PCP e vendas é limitado. O maior compromisso da área de vendas colaborará para que sejam obtidos melhores resultados no giro dos estoques de produtos acabados (PM15) e na variação da capacidade produtiva (PM18), uma vez que a produção poderá ser ajustada para atender às demandas semanais, distribuindo melhor a carga de trabalho ao longo do mês e reduzindo o estoque médio. Efeito semelhante terá sobre o nível de serviço de produtos acabados (PM16), pelo maior conhecimento da demanda que ocorrerá a cada semana.

Gráfico 31 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E4 (d).



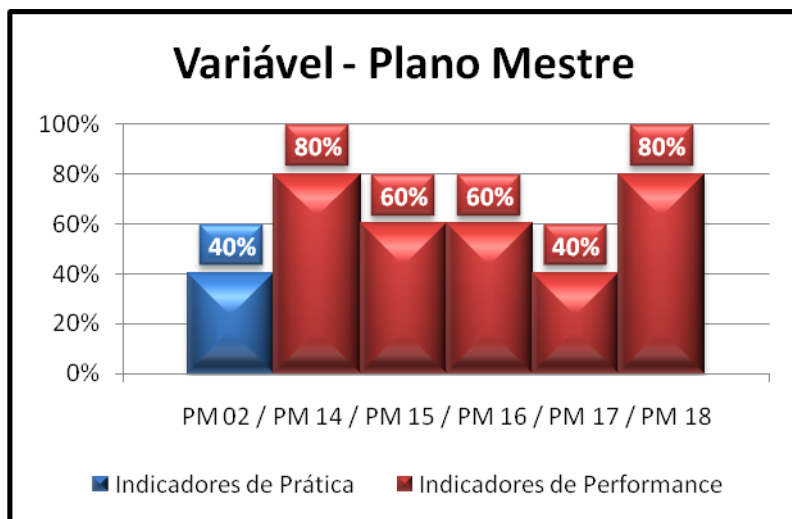
Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

No Gráfico 32 pode-se observar que a prática PM02 (relacionamento com os clientes para obtenção das demandas) pode ser melhorada pelo aprimoramento do entrosamento entre a empresa e seus principais clientes, para que seja possível obter as demandas da forma mais antecipada possível, bem como por meio da integração entre as áreas de PCP da empresa da E4 com a dos clientes, para alinhamento das necessidades de consumo, com antecedência. A utilização mais efetiva dessa prática colaborará para que os indicadores PM14, PM15, PM16, PM17 e PM18 obtenham melhores resultados, em virtude do maior conhecimento das quantidades demandadas, nos momentos desejados. Os lotes de produção (PM17), por exemplo, poderão ser dimensionados de acordo com as demandas específicas e conhecidas dos clientes, aumentando sua performance, que está hoje com 40% de avaliação.

Um aspecto relevante na análise do Gráfico 32 e que ainda não foi comentado neste relato, é que a empresa possui bons resultados de confiabilidade dos prazos de entrega (PM14), com 80% de avaliação na escala da pesquisa, o que significa de 80 a 90% dos pedidos entregues no prazo estabelecido. Como o giro de estoque de produtos acabados (PM15) não possui uma boa avaliação (60%), com rotação de 30 dias, pode-se considerar que parte dessa vantagem em entregar os produtos no

prazo vem sendo conseguida a custa de um maior nível de estoque, comprometendo os custos da empresa. Isso ressalta a necessidade de um aprimoramento da prática PM02, bem como de outras comentadas neste relato que têm efeito nessas performances.

Gráfico 32 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E4 (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

EMPRESA E5

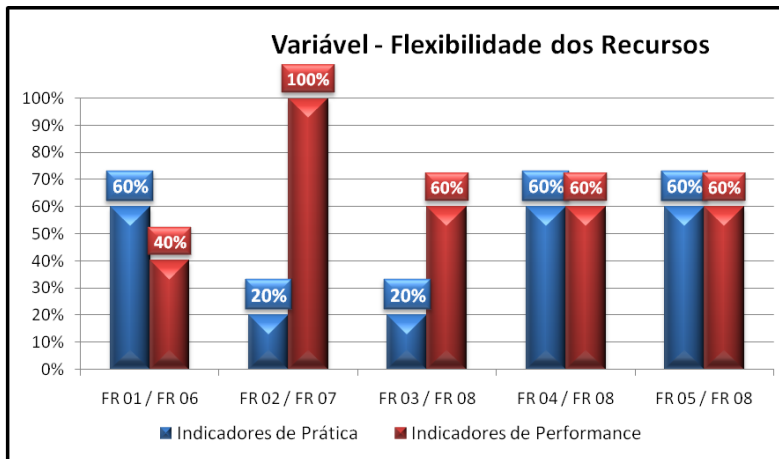
5.1ANÁLISE DA VARIÁVEL FLEXIBILIDADE DOS RECURSOS (FR)

O Gráfico 33 mostra o indicador de prática multifuncionalidade dos trabalhadores (FR01) com 60% e a performance relacionada de flexibilidade da mão-de-obra (FR06) com 40%. Isso indica uma oportunidade de melhoria, uma vez que o programa de melhoria no setor de malharia da empresa está apenas parcialmente empregado, o que explica a performance obtida com o indicador FR06. O cálculo do índice de flexibilidade por meio da fórmula contida no questionário de pesquisa obteve um percentual de flexibilidade da mão-de-obra de

16,67%, o que corresponde a uma pontuação 2 no questionário (40%). O nivelamento da produção é fortemente favorecido com a ampliação da multifuncionalidade dos funcionários, uma vez que viabilizam a produção de produtos diferentes conforme a demanda, com a mesma mão-de-obra, nivelando a produção.

Percebe-se ainda no Gráfico 33 um forte desequilíbrio entre os indicadores de prática da troca rápida de ferramentas (FR02) e a performance do tempo de *setup* das máquinas (FR07). Na reunião de consenso com a equipe da empresa foi informando que o bom resultado no tempo de *setup* é em virtude da focalização da produção que é dividida entre os teares, definida a partir da coleção, o que faz com que não haja necessidade de trocas frequentes.

Gráfico 33 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na E5 (malharia).



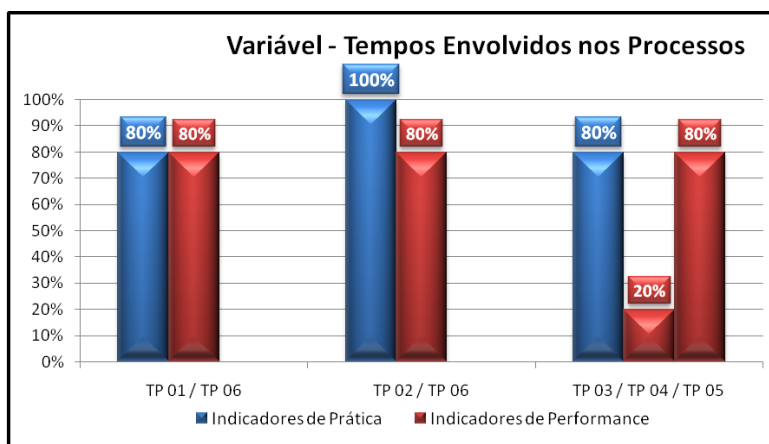
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

5.1.2 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

O indicador que mais chama atenção na variável tempos envolvidos no processo é o de prática TP04 (fluxo contínuo), que obteve um resultado de 20% (Gráfico 34). Nesse sentido, recomenda-se que os esforços de melhoria da prática de mapeamento do fluxo de valor (TP03) procurem ser direcionados na busca do fluxo contínuo, a fim de

melhorar o desempenho da produção. Durante a reunião de consenso, de fato, foi informado que os mapeamentos ainda não permitiram melhorias efetivas na eliminação dos desperdícios dos processos, embora tenham sido realizados. A evolução dessa prática deverá gerar melhor desempenho do fluxo contínuo no futuro, contribuindo para uma maior rapidez no atendimento das demandas dos clientes, nivelando a produção. Os outros indicadores apresentam bom equilíbrio, com valores maiores ou iguais a 80%.

Gráfico 34 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos no processo na E5 (malharia)



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

5.1.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

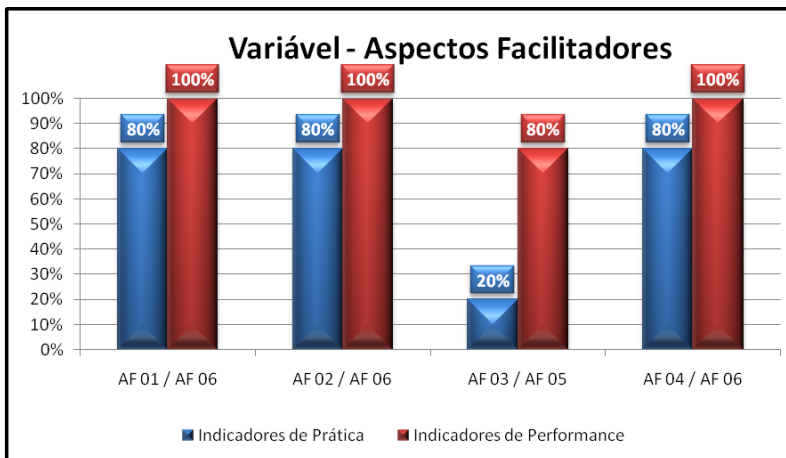
Com exceção do indicador AF03 (manutenção produtiva total), os outros indicadores da variável aspectos facilitadores estão com bom equilíbrio e com valores maiores ou iguais a 80%, o que demonstra uma boa sustentação dessa variável, que colabora com um ambiente de estabilidade para o *heijunka* (Gráfico 35).

Embora a prática da manutenção produtiva total e a quantidade de operadores mantenedores estejam com uma avaliação mínima (20%), a malharia possui um bom índice de disponibilidade das máquinas (AF05), com 80%. Isso significa um índice calculado médio de disponibilidade por volta de 90%. Nesse sentido, recomenda-se que a

empresa avalie os custos incorridos para a sustentação dessa disponibilidade.

Um ponto positivo nessa variável é a eficiência da malharia (AF06), calculada como a razão entre a produção real e a produção esperada, que obteve a avaliação máxima. Esse resultado deve-se à conjugação das práticas de padronização dos processos (AF01), gestão visual (AF02), e AF04 (estabilidade produtiva).

Gráfico 35 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável aspectos facilitadores na E5 (malharia).



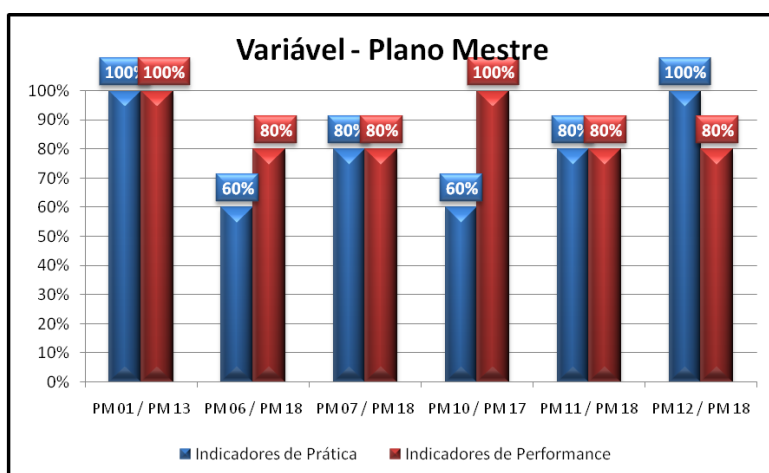
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

5.1.4 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre de produção (PM)

Os percentuais obtidos para os indicadores dessa variável, que constam no Gráfico 36, estão, com exceção dos indicadores PM06 e PM10, com percentuais maiores ou iguais a 80% e bom equilíbrio entre práticas e performances. O valor de 60% obtido pelo indicador PM06 (nivelamento da carga de trabalho) deve-se a uma análise pouco estruturada da carga de trabalho, em virtude de dados pouco confiáveis em relação aos tempos das operações e das necessidades de produção em cada período.

Essa situação colabora para que haja dificuldade em nivelar a produção, pois a produção pode necessitar em determinados momentos de uma maior carga de trabalho não planejada ou sofrer ociosidades, pelo mesmo motivo. Isso se reflete no indicador relacionado PM18 (variação na utilização da capacidade produtiva), onerando também os custos do processo.

Gráfico 36 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E5 (malharia) (a).



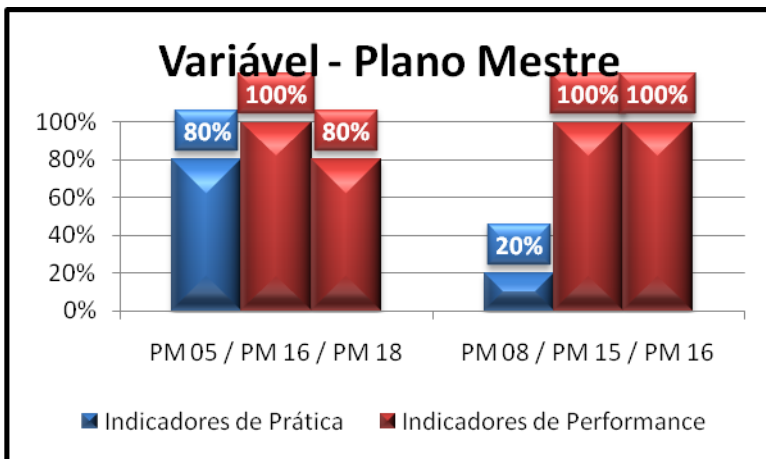
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Entretanto, a performance de 80% para o PM18 é influenciada pelos indicadores com avaliação de práticas de 80%, que estão no Gráfico 37, tal como o PM07 (alinhamento entre produção e demanda). Com relação à prática PM07, ela não é de excelência (100%) porque “ainda não há um balanceamento entre a sequência estabelecida pelo *heijunka* e a capacidade de produção dos setores para atender a esse sequenciamento”, conforme informado pela empresa durante a reunião de consenso.

O Gráfico 37 mostra boas avaliações dos indicadores da variável sistemática de elaboração do Plano Mestre de Produção, com valores equilibrados entre 80 a 100%. Apenas o indicador PM08 (postergamento) apresentou a pontuação mínima (80%). O giro dos

estoques (PM15) e o nível de serviço (PM16) obtiveram uma avaliação de 100% e o postergamento neste caso, embora possível, tem pouca viabilidade uma vez que a malharia é uma etapa intermediária da cadeia de produção de confecções da empresa, que destina apenas 15% dessa malha para clientes externos. O PM15 e PM16 também são influenciados por outras práticas.

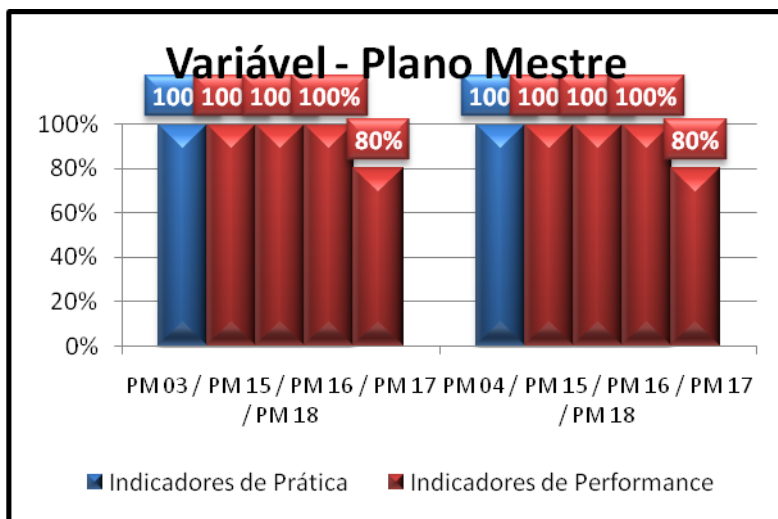
Gráfico 37 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E5 (malharia) (b).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 38 mostra todos os indicadores com valores entre 80% e 100%. As performances obtidas são o reflexo das boas práticas de negociação junto aos clientes (PM03) e do uso da tecnologia da informação para troca de informações junto aos clientes. Essa situação influencia a obtenção do *heijunka*, pela maior facilidade de obter as informações dos clientes e melhor distribuição das entregas ao longo do tempo, sem concentrá-las em determinado período.

Gráfico 38 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E5 (malharia) (c).

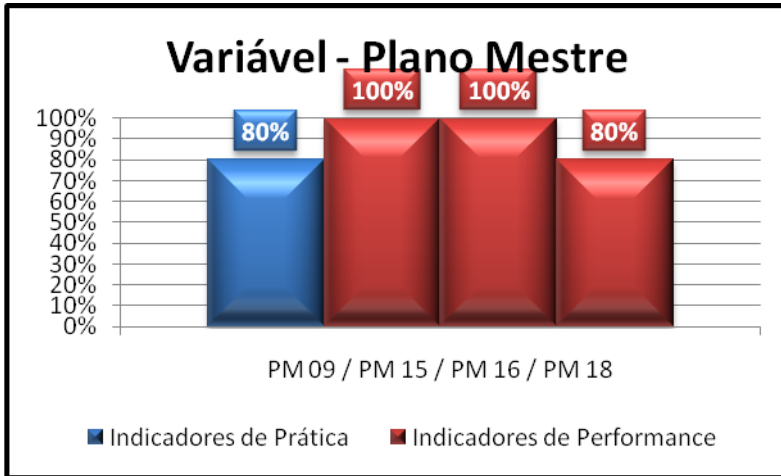


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Os indicadores que estão no Gráfico 39 também possuem elevados resultados, situando-se entre 80% e 100%. A prática PM09, com 80%, contribui com os indicadores de performance PM15, PM16 e PM18, na medida em que o setor de vendas da empresa colabora para que as vendas sejam mais bem distribuídas ao longo da semana, contribuindo para o nivelamento da carga de trabalho na produção, viabilizando assim o *heijunka*. Essa prática envolve também uma melhor integração entre os setores de vendas e PCP da empresa. Como são ações internas, podem ser efetivadas para aprimorar ainda mais os resultados obtidos.

A malharia da empresa consegue trabalhar com valores elevados em dois indicadores importantes na gestão de suprimentos: giro dos estoques e nível de serviço. Isso resulta do conjunto de práticas que a empresa adota.

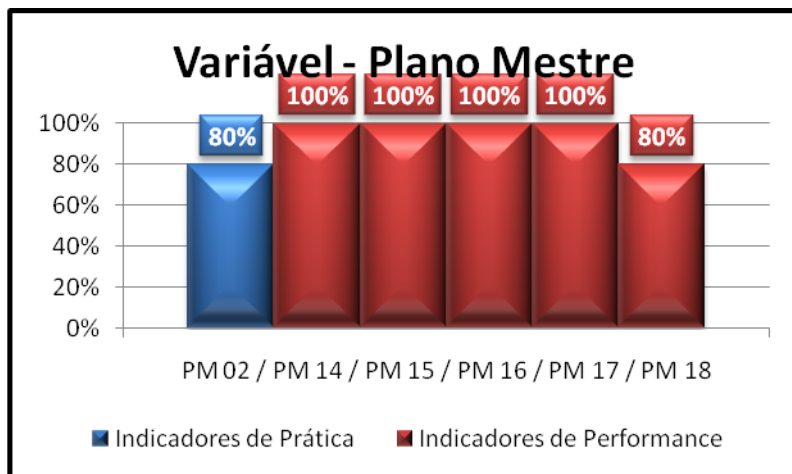
Gráfico 39 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E5 (malharia) (d).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O nível de relacionamento com os clientes para a obtenção das demandas (PM02) colabora para que os indicadores de performance que constam no Gráfico 40 obtenham resultados entre 80% e 100%. Essa maior facilidade de relacionamento entre cliente e fornecedor e entre os PCPs da empresas (que em boa parte dos casos é o cliente interno), está facilitado neste caso pelo da malharia fazer parte da cadeia interna de fornecimento da empresa.

Gráfico 40 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E5 (malharia) (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

EMPRESA E6

6.1 ANÁLISE DA VARIÁVEL FLEXIBILIDADE DOS RECURSOS (FR)

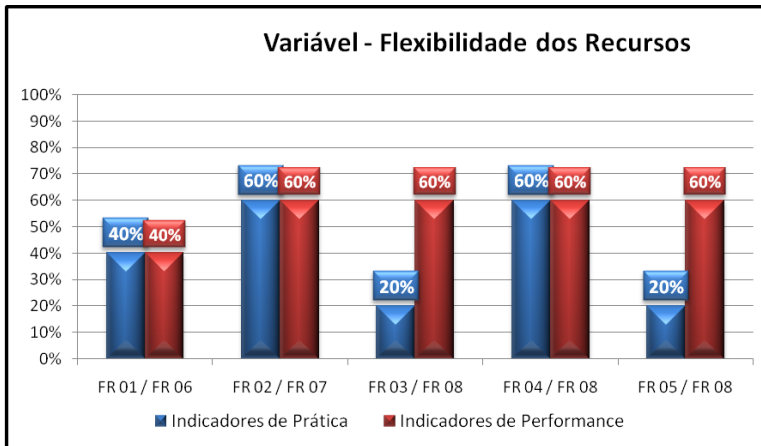
O resultado dos indicadores dessa variável (Gráfico 41) mostra que todos são menores ou iguais ao limite de 60% estabelecido pelo método, devendo assim ser objeto prioritário para as ações de melhoria.

Os indicadores multifuncionalidade dos trabalhadores (FR01) e flexibilidade da mão-de-obra (FR06), ambos com 40%, indicam a necessidade de a empresa implantar de forma efetiva um programa de multifuncionalidade. O cálculo do índice de multifuncionalidade revela para o beneficiamento um valor de 37,93, que corresponde a uma pontuação 2 no questionário (40%) de pesquisa. O nivelamento da produção é favorecido com a ampliação da multifuncionalidade dos funcionários, uma vez que viabilizam a produção de produtos diferentes conforme a demanda, com a mesma mão de obra, nivelando a produção.

O indicador FR02 (prática da troca rápida de ferramentas), com 60%, significa que há um grupo para estudar as melhorias no *setup*, mas de forma não sistemática, o que levou a uma performance de tempo (FR07) de 60%. A redução do tempo de *setup* é uma ação muito importante para conferir flexibilidade dos processos, o que é crítico para que a produção seja realizada de uma forma mais alinhada com a demanda (*heijunka*).

O indicador FR03 (*layout* flexível), com 20%, revela que a empresa limita sua flexibilidade no processo de beneficiamento (FR08), com 60%, pela não utilização efetiva do *layout* celular. A configuração celular é facilitada pelo tipo de equipamento utilizado. Quando estes são de maior porte e mais apropriados para outras configurações de arranjo físico e volume de produção, a implantação da célula fica mais dificultada. Esse contexto também se aplica aos resultados obtidos com as práticas FR04 (automação flexível) e FR05 (máquinas simples, pequenas e dedicadas), com avaliações de 60% e 20%, respectivamente. Esses indicadores de prática também influenciam o resultado obtido com o FR08.

Gráfico 41 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na E6 (beneficiamento).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

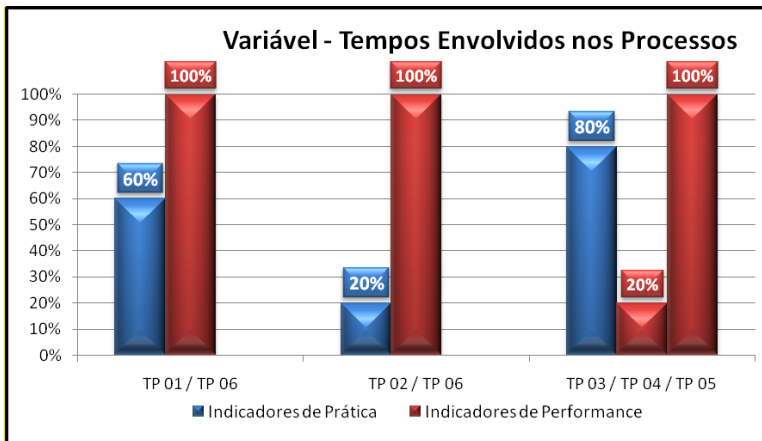
6.1.2 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

Observa-se no Gráfico 42 que os indicadores de prática TP01 (produção puxada) e TP02 (supermercados), com 60% e 20%, respectivamente, estão relacionados com a cobertura dos estoques em processo (TP06), que obteve 100% de avaliação. Esse resultado deve-se a uma cobertura do estoques em processo de um dia ou menos, que está muito ligado ao tipo de processo que é próprio do beneficiamento, o que facilita o balanceamento entre as etapas produtivas em virtude de seu maior grau de mecanização.

O indicador de prática TP03 (agregação de valor ao processo produtivo), com 80%, não possibilitou ainda um fluxo contínuo (TP04), que obteve um resultado de 20%. Nesse sentido, recomenda-se que os esforços de melhoria da prática de mapeamento do fluxo de valor (TP03) procurem ser direcionados na busca do fluxo contínuo, a fim de melhorar o desempenho da produção. A evolução dessa prática deverá gerar melhor desempenho do fluxo contínuo no futuro, contribuindo para uma maior rapidez no atendimento das demandas dos clientes, nivelando a produção.

Observa-se ainda no Gráfico 42, que o beneficiamento apresenta valores de excelência no *lead time* total (TP05). Durante a reunião de consenso foi informado que o tempo líquido de processamento no beneficiamento (tempo sem as atividades que não agregam valor) é de 4,4 dias, enquanto o tempo total é de 5,04 dias, que resulta em um *lead time* igual a 1,145 vezes o tempo líquido de processamento. Esse resultado está compatível com os esforços feitos pela empresa para eliminar atividades que não agregam valor.

Gráfico 42 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos no processo na E6 (beneficiamento).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

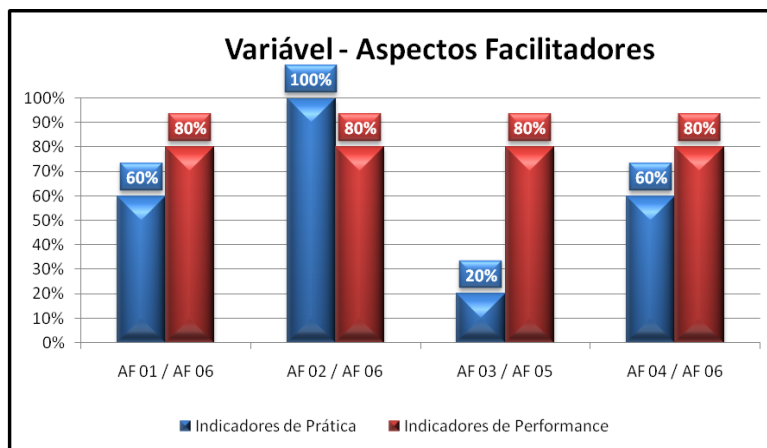
6.1.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

Os indicadores da variável aspectos facilitadores que constam no Gráfico 43 mostram que um uso mais efetivo das práticas de padronização dos processos produtivos (AF01) e estabilidade produtiva (AF04) contribuirão com um melhor nível de eficiência da fábrica (AF06), que é calculada como a razão entre a produção real e a produção esperada, com um valor médio de 77%. Essa eficiência corresponde a uma avaliação 4 (ou 80%) no questionário de pesquisa. A maior estabilidade produtiva pode ser obtida por meio de um controle mais sistemático e de curto prazo dos processos, com indicação das perdas produtivas e estudo das causas para sua eliminação. Uma maior eficiência é importante para que o nivelamento da produção, a fim de que sejam melhor utilizados os recursos produtivos disponíveis para atender as demandas, com menores custos.

Embora a prática da manutenção produtiva total e a quantidade de operadores mantenedores (AF03) estejam com uma avaliação mínima (20%), o setor de beneficiamento possui um bom índice de disponibilidade das máquinas (AF05), com 80%. Isso significa um índice calculado médio de disponibilidade por volta de 90%. Nesse

sentido, recomenda-se que a empresa avalie os custos incorridos para a sustentação dessa disponibilidade.

Gráfico 43 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável aspectos facilitadores na E6(beneficiamento).

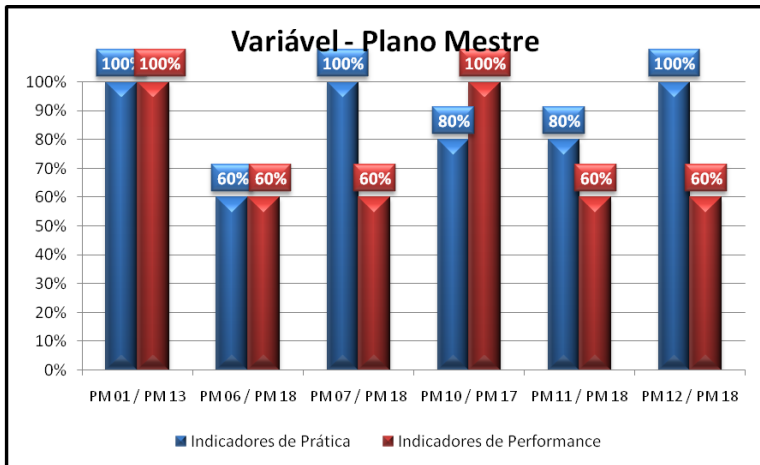


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

6.1.4 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre de produção (PM) na E6 (beneficiamento)

Percebe-se no Gráfico 44 que há oportunidades de melhoria na prática de nivelamento da carga de trabalho (PM06), que está com uma avaliação de 60%. A falta da análise da carga de trabalho a cada planejamento mestre da produção, no sentido de nivelar a utilização dos recursos, contribui para que haja maiores necessidades de variar a capacidade produtiva (PM18), por meio de horas extras, por exemplo. Essa “irregularidade” do uso dos recursos traz transtornos para a produção conseguir produzir de acordo com a demanda, o que onera os custos. As práticas de utilização do quadro seqüenciador de curto prazo (PR07) e a parceria com os clientes (PM12), ambos com 100%, e do planejamento de vendas e operações (PM11), com 80%, não têm sido suficientes para que a performance do PM18 alcance um nível de excelência.

Gráfico 44 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E6 (beneficiamento) (a).

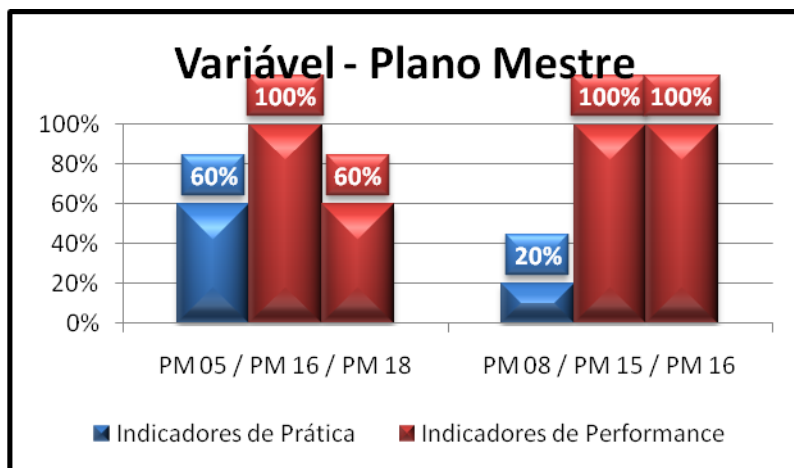


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 45 mostra que a prática de gestão da capacidade para o PMP (PM05), com 60%, poderá ser aprimorada para contribuir com um melhor resultado do PM18. Sugere-se que seja separado nos horizontes de curto e médio prazo a análise da capacidade produtiva para o estabelecimento do PMP, com informações confiáveis no curto prazo. Isso fará com que haja uma maior estabilidade na utilização dos recursos, com ganhos de produtividade e maiores condições de obter-se o nivelamento da produção.

O giro dos estoques (PM15) e o nível de serviços (PM16) possuem valores de excelência, mesmo sem a contribuição do postergamento (PM08). Isso se explica pelo fato da quase totalidade da produção ser destinada para uso do setor de confecções da própria empresa, o que torna a utilização dessa prática pouco aplicável neste caso.

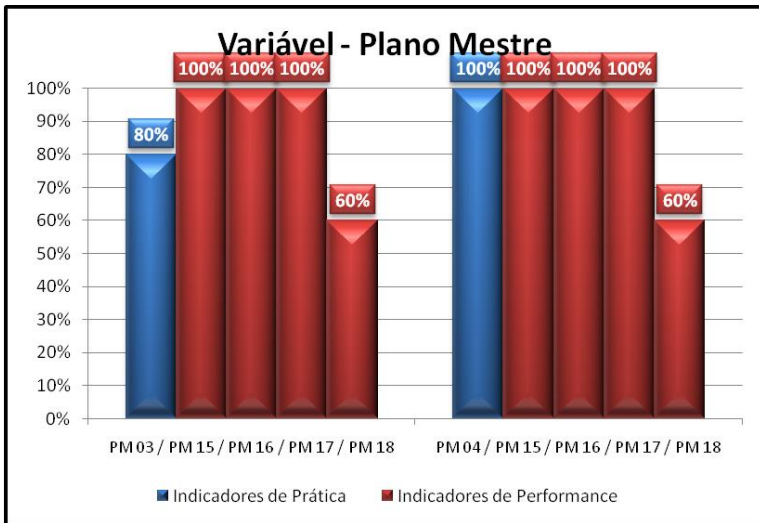
Gráfico 45 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E6 (beneficiamento) (b).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 46 mostra um bom equilíbrio entre os indicadores, com exceção do PM18, já comentado. Destacam-se neste gráfico os bons resultados do poder de negociação com os clientes (PM03) e da utilização efetiva da tecnologia para troca de informações com os clientes (PM04), que contribuem para os resultados das performances relacionadas que constam no gráfico e que são importantes para que a empresa possa produzir de forma nivelada. Dentre elas, uma performance ainda não comentada para o beneficiamento é o tamanho dos lotes, pois é produzido o que o setor de corte pede.

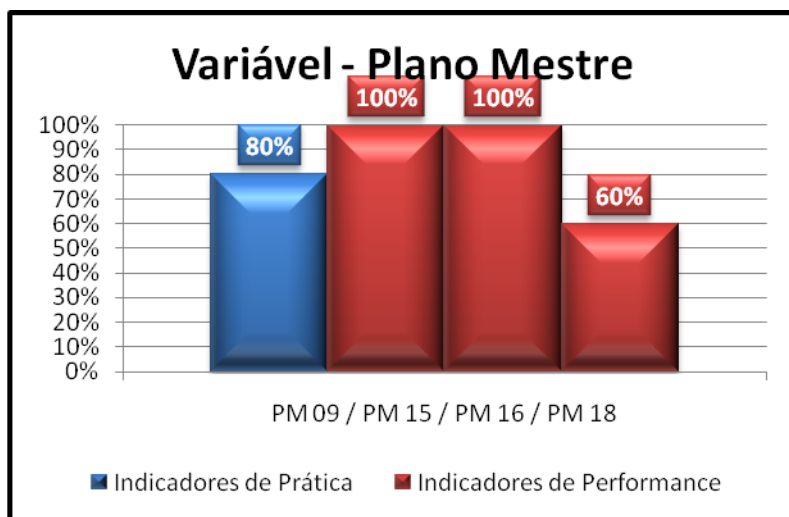
Gráfico 46 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E6 (beneficiamento) (c).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

A prática ainda não comentada PM09 (nivelamento das vendas), com 80%, conforme pode ser verificado no Gráfico 47, colabora para os níveis de excelência obtidos pelas performances PM15 e PM16. Isso significa o compromisso da área de vendas em distribuí-las ao longo do mês e ao bom entrosamento entre o PCP e vendas. Essa prática colabora para que os recursos produtivos possam ser programados de uma forma mais nivelada com a demanda.

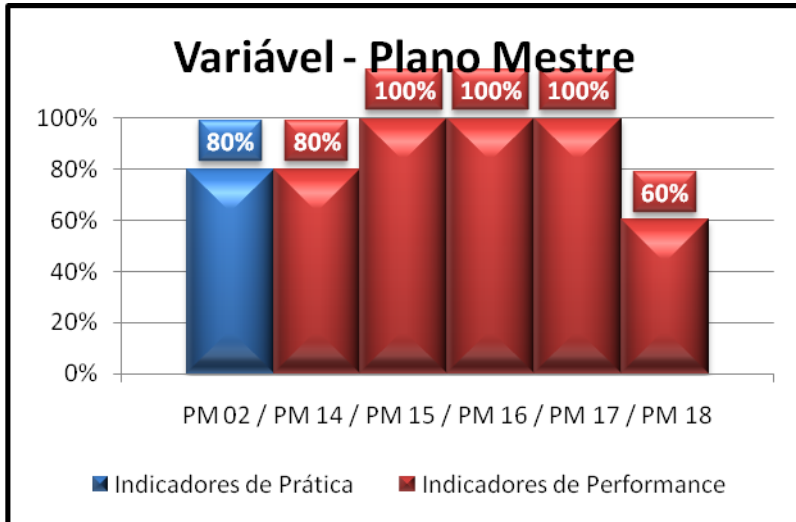
Gráfico 47 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E6 (beneficiamento).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Observa-se no Gráfico 48 a colaboração da prática de relacionamento com os clientes para obtenção da demanda (PM02), que se reflete nos indicadores de performance relacionados. Dentre eles a confiabilidade dos prazos de entrega (PM14), com 80%. Essa confiabilidade, embora possa ser aprimorada, mostra a capacidade que o beneficiamento tem de atender aos prazos estabelecidos, mesmo com menores níveis de estoque, contribuindo para o nivelamento da produção.

Gráfico 48 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E6 (beneficiamento) (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

EMPRESA E7

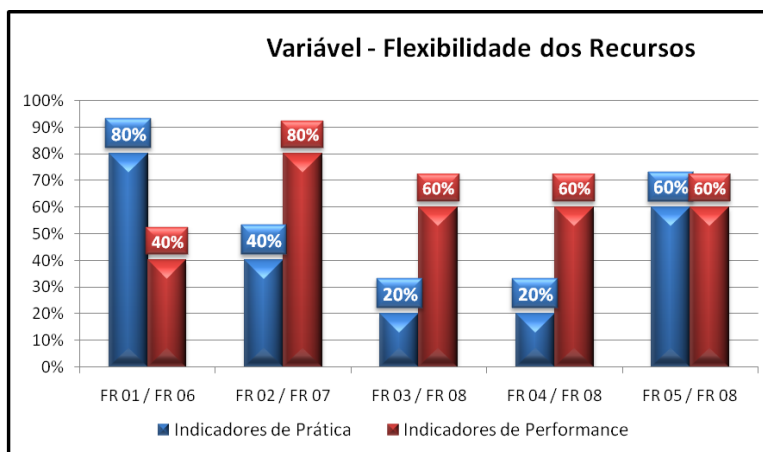
7.1 ANÁLISE DA VARIÁVEL FLEXIBILIDADE DOS RECURSOS (FR)

A análise do Gráfico 49 permite identificar a baixa pontuação dos indicadores. Observa-se que mesmo com um programa de polivalência em vigor (FR01), embora ainda de forma não plena, com avaliação de 80%, a performance correspondente em termos de flexibilidade da mão-de-obra (FR06), está apenas com uma avaliação de 40%. Essa avaliação mostra que ainda não foi possível obter os resultados plenos do programa de polivalência, o que pode ser explicado pela grande quantidade de funcionários que a manufatura possui, com cerca de 500 pessoas. Essa reduzida flexibilidade da mão-de-obra diminui a possibilidade do nivelamento da produção, uma vez que haverá maior

dificuldade dos funcionários produzirem, de forma econômica, a variedade de produtos que são demandados

O indicador FR08 (performance da flexibilidade dos processos), com avaliação de 60%, conforme Gráfico 49 limita a capacidade da empresa em produzir as demandas nas quantidades e momentos certos, dificultando assim, o nivelamento da produção. Esse indicador é influenciado pelas práticas FR03 (*layout* flexível), FR04 (automação flexível) e FR05 (máquinas simples, pequenas e dedicadas), os dois primeiros com 20% e o último com 60%. A implantação do *layout* celular com configuração em “U”, onde ele for possível, tal como o é na confecção, tornará o processo mais ágil para reagir eficazmente às diferentes demandas. Com relação às máquinas, sugere-se uma política de investimento que priorize a flexibilidade no lugar dos altos volumes apenas, bem como uma configuração celular que dedique a produção de um conjunto de máquinas a famílias de produtos onde seja possível obter maiores níveis de produtividade, focalizando a produção, uma vez que atualmente “os nove grupos de produção produzem toda gama de produtos”, conforme relatado na reunião de consenso.

Gráfico 49- Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na E7 (manufatura).



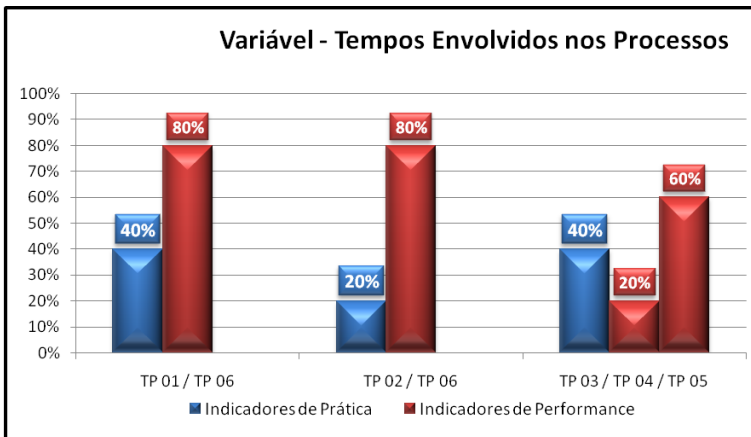
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

7.1.1 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

No Gráfico 50 verifica-se a pouca utilização do mapeamento para identificação e eliminação dos desperdícios (TP03), com 40%. A falta da aplicação efetiva dessa técnica contribui para que não haja um fluxo contínuo na manufatura (TP04), com 20%, e uma avaliação apenas regular (60%) na performance do *lead time* total (TP05). A empresa informou que o *lead time* total da manufatura é de 41,85 dias, com 6,85 dias de operação que agregam valor. Isso representa um *lead time* total de 6,11 vezes o tempo líquido de processamento.

Essa pouca aplicação das práticas que se relacionam aos tempos envolvidos nos processos dificultam o nivelamento da produção, em razão da dificuldade em reagir de forma mais ágil às demandas que surgem.

Gráfico 50 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos na E7 (manufatura).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

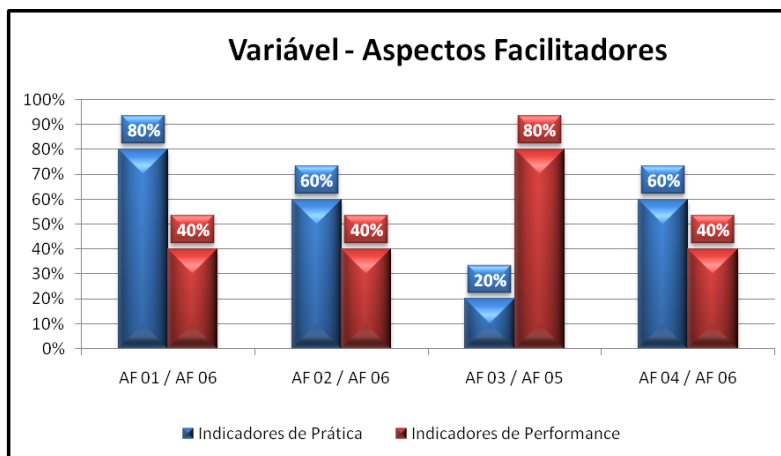
7.1.2 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

O Gráfico 51 mostra que a performance da eficiência da fábrica (AF06) está avaliada em 40%. Conforme foi coletado na empresa, esse resultado é fortemente influenciado pela eficiência da etapa de

confeção que é de apenas 45%. Esse padrão de eficiência dificulta produzir de forma nivelada com a demanda, em virtude do baixo rendimento para produzir lotes menores, compatíveis com as demandas, o que oneraria os custos. A eficiência da fábrica é influenciada pela adoção das práticas de padronização dos processos (AF01), gestão visual (AF02) e estabilidade produtiva (AF04). Esta última poderá ser melhorada pelo controle mais efetivo das paradas de produção e a busca de sua eliminação.

A manufatura está com um índice de disponibilidade de máquinas (AF05) avaliado em 80%, entretanto, tem poucas iniciativas em termos de manutenção produtiva total e da manutenção autônoma (AF03), avaliado em 20%. Pode-se inferir que os custos de manutenção estejam maiores do que os que seriam necessários para de manter esse nível de disponibilidade. A maior disponibilidade de máquinas permite ampliar a flexibilidade dos produtos que estão sendo demandados, contribuindo para nivelar a produção.

Gráfico 51- Relações entre indicadores de prática e performance para a variável aspectos facilitadores na E7 (manufatura).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador

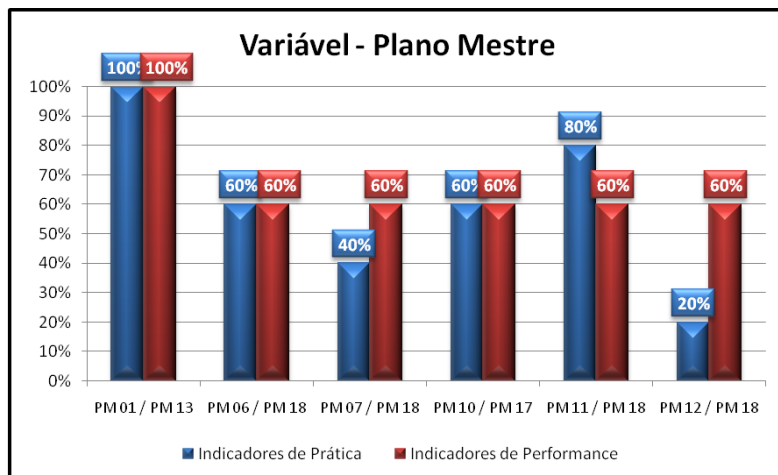
7.1.3 Análise da sistemática para elaboração do plano mestre (PM) de produção na E7 (manufatura)

O Gráfico 52 mostra resultados de excelência para a previsão de demandas (PM01) e confiabilidade da previsão (PM13), ambos com 100%. Entretanto, a performance da variação da capacidade produtiva (PM18), com 60%, pode ser melhorada. A empresa informou que, além das horas extras, a compensação da capacidade é feita por meio de fações, que é uma prática usual neste segmento para melhor atender às flutuações de demanda. Melhores resultados poderão ser obtidos para esse indicador caso a empresa utilize, de forma mais sistemática, o nivelamento da carga de trabalho a cada plano mestre (PM06), de tal forma a minimizar sobrecargas ou ociosidades dos recursos, o que elevaria a avaliação dos 60% atuais.

Além disso, o PM18 será beneficiado com a adoção de quadros sequenciadores de curto prazo no chão de fábrica (PM07), que hoje têm utilização limitada na empresa, com avaliação de 40%. Observa-se também a não existência de parceria com clientes por meio de contratos de fornecimento de longo prazo (PM12), trazendo um maior nível de incerteza em relação à demanda futura, dificultando o nivelamento da produção (Gráfico 52).

Uma melhor sistemática para o nivelamento da produção (PM10), com melhor definição por parte do PCP da sequência, número de ciclos a ser repetida e o número de unidades em cada ciclo contribuirá para que sejam produzidos menores lotes de produção (PM17), contribuindo para nivelar a demanda, e elevando esses indicadores da atual avaliação de 60% (Gráfico 52).

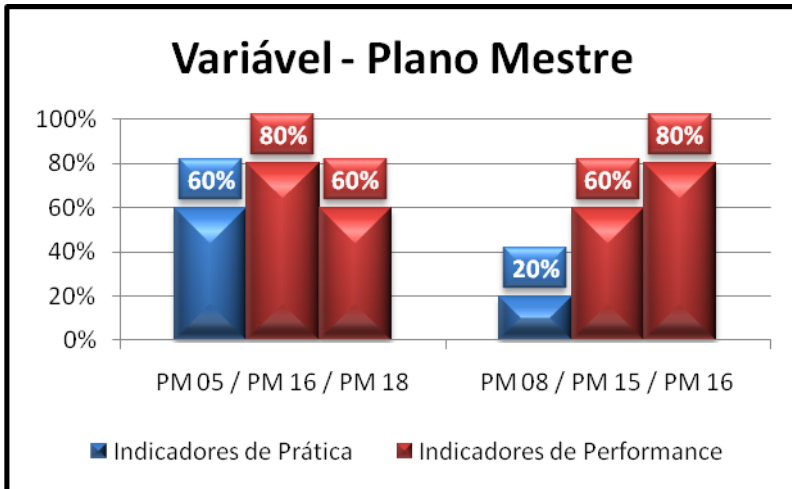
Gráfico 52 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (a).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 53 mostra uma avaliação de 80% para o nível de serviço dos estoques de produtos acabados (PM16) e um giro desses mesmos estoques (PM15) com avaliação de 60%. Pode-se inferir que o nível de serviço está sendo conseguido a partir de um maior nível de estoque, representado por um giro médio de uma vez por mês, o que significa maiores custos de manutenção dos estoques. O nível de serviço será melhorado, sem elevados estoques, caso a empresa aprimore sua prática de gestão da capacidade produtiva (PM05), por meio da separação dos horizontes de planejamento mestre no curto e médio prazo, com informações mais confiáveis no curto prazo. Já para o giro dos estoques dos produtos acabados ele poderá ser melhorado com a utilização da técnica do postergamento (PM08), procurando retardar a definição final da roupa a partir do pedido dos clientes.

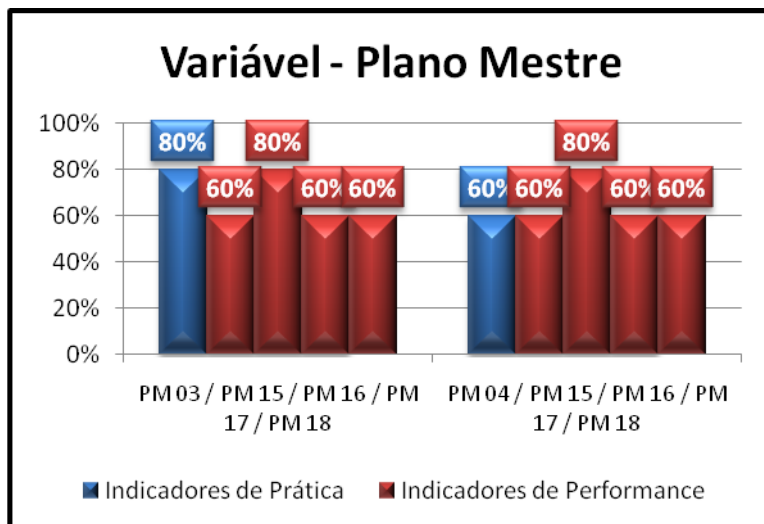
Gráfico 53 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (b).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

Percebe-se no Gráfico 54 que a empresa tem um bom poder de negociação para influenciar a demanda junto aos principais clientes (PM03), o que favorece entregas parceladas e possibilita, por consequência, uma produção mais nivelada. Essa prática influencia o bom nível de serviço (PM16), uma vez que possibilita disponibilizar o que os clientes desejam, entretanto, essa prática não tem sido, por si só, suficiente para fazer com que os indicadores PM15, PM17 e PM18 tenham uma melhor avaliação. Mesmo com essa prática, que ainda pode ser aprimorada para gerar melhores resultados, os tamanhos dos lotes ainda estão distantes da demanda imediata dos pedidos dos clientes. Esses mesmos indicadores de performance poderão ter uma melhor avaliação caso a empresa incremente o uso de tecnologias da informação (PM04), tais como EDI e VMI, a fim de agilizar e intensificar a troca de informações entre a empresa e seus principais clientes.

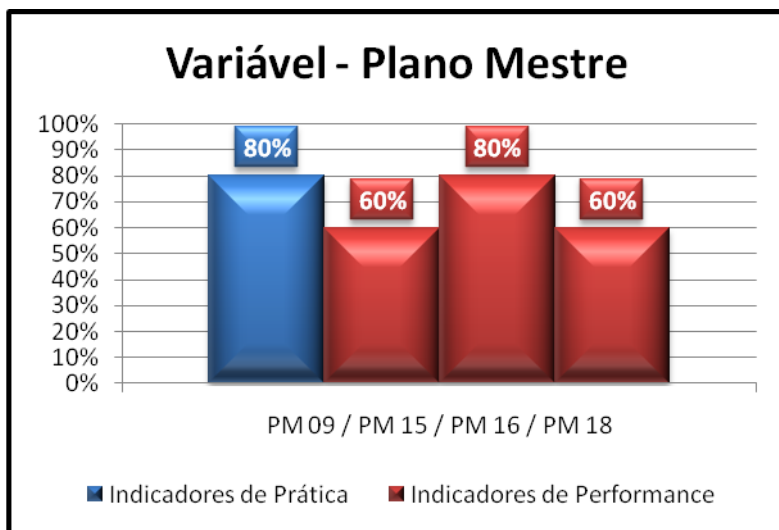
Gráfico 54 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (c).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 55 mostra que a E7 tem uma prática no nível de 80% para realizar o nivelamento das vendas (PM09), significando um maior compromisso do setor de vendas em se esforçar para distribuir as vendas ao longo das semanas do mês, bem como uma boa integração entre o PCP e o setor de vendas. Essa prática pode ser aprimorada para que possam ser obtidos melhores resultados dos indicadores de performance relacionados que estão nesse gráfico.

Gráfico 55 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (d).

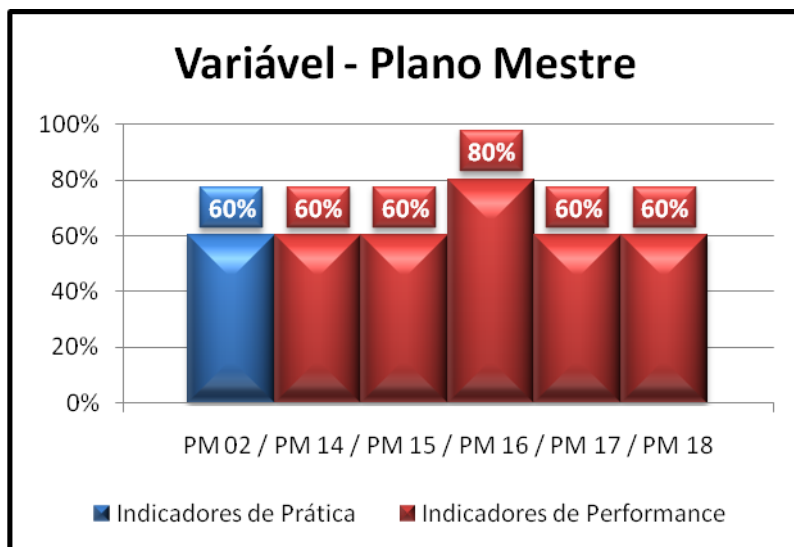


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

O Gráfico 56 mostra que há oportunidades de melhoria na confiabilidade dos prazos de entrega (PM14), por meio da contribuição de uma prática mais aprimorada de relacionamento com os clientes para obtenção das demandas (PM02). Sugere-se que sejam incentivados os relacionamentos frequentes com seus principais clientes para obtenção das demandas e suas alterações com a maior antecedência possível.

O nivelamento da produção precisa estar comprometido com o atendimento dos prazos de entrega, que é uma das medidas da eficácia do nivelamento da produção com a demanda. A melhoria do PM02 influenciará para obtenção de melhores resultados nos outros indicadores relacionados que estão nessa figura e que já foram comentados.

Gráfico 56 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E7 (manufatura) (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

EMPRESA E8

8.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO POR VARIÁVEL

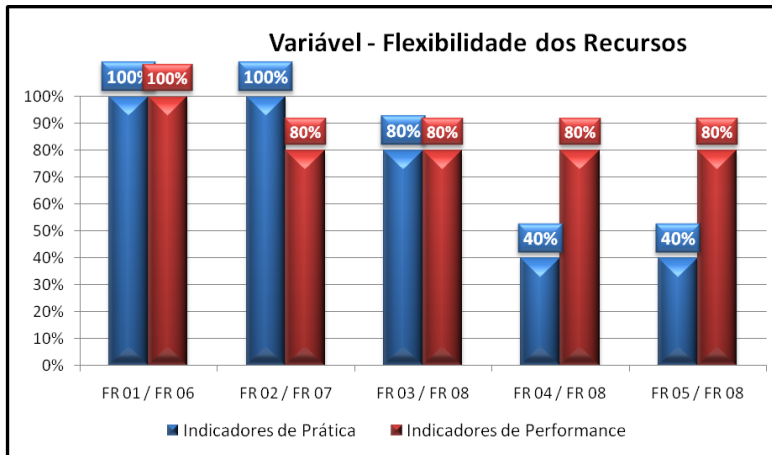
8.1.1 Análise da variável flexibilidade dos recursos (FR)

O Gráfico 57 detalha os resultados obtidos com os indicadores da variável flexibilidade dos recursos, onde se percebe um bom equilíbrio entre práticas e performances relacionadas, com exceção dos indicadores FR04/FR08 e FR05/FR08.

A empresa obtém uma boa performance em termos de flexibilidade dos processos (FR08 - 80%), mas a automação é pouco flexível (FR04 - 40%), e cerca de 60% a 70% do total das máquinas utilizadas são simples, pequenas e dedicadas (FR05 - 40%). O método para avaliação do nivelamento da produção considera um percentual maior ou igual a 90% das máquinas desse tipo como uma condição para

favorecer a flexibilidade. Isso pode ser explicado em virtude da empresa em questão atuar em um segmento de alto volume, sem significativas variações de modelos dos produtos finais, embora trabalhe com cerca de 2000 SKUs, fazendo com que a automação seja enfatizada, entretanto, a busca pela automação flexível possibilitará um melhor uso dos operadores dessas máquinas e maiores alternativas de variação da produção. O plano mestre desta empresa é feito considerando um período firme de três semanas e uma programação para três dias, quando, segundo informações do PCP da empresa, “raramente abre mão para mudanças nesse período”, sob pena de comprometer a produtividade.

Gráfico 57 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável flexibilidade dos recursos na empresa E8.



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

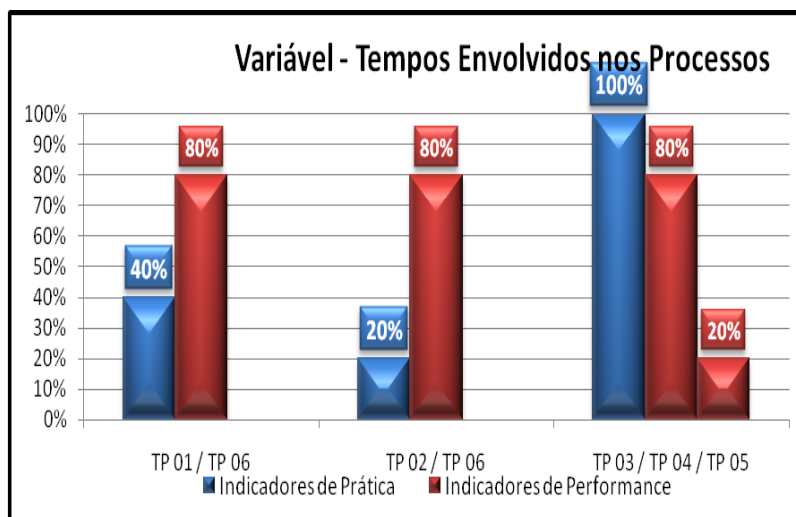
8.1.2 Análise da variável tempos envolvidos no processo (TP)

O Gráfico 58 mostra os resultados da variável tempos envolvidos no processo. Observa-se que o indicador de prática TP01 (produção puxada), que se refere à utilização do *kanban* ou de alguma outra técnica que possibilite a “puxada da produção”, ainda tem uma utilização tímida (40%), pois se limitam a apenas alguns componentes e matérias primas que são fornecidos externamente. Entretanto, o TP06 (cobertura dos estoques em processo) apresentou uma boa avaliação (80%), que significa uma cobertura entre 2 a 9 dias, embora não esteja de acordo

com um perfeito nivelamento (1 dia ou menos). A produção segue uma lógica de “empurrar”, a qual, em sua grande maioria, é “*make to order*”, o que favorece e explica o percentual de 80%. A empresa utiliza muito pouco o supermercado (TP 02 – 20%), o que é uma consequência do TP 01, já comentado.

Já o TP03 (agregação de valor ao processo produtivo) obteve o percentual máximo (100%). Isso é o reflexo da prática habitual da empresa em realizar o mapeamento do fluxo de valor em toda a fábrica, geralmente duas vezes ao ano, o que tem possibilitando a eliminação de desperdícios nos processos. Isso faz com que haja um bom fluxo contínuo (TP04 - 80%), obtido pelo balanceamento das operações, com certo equilíbrio entre o *takt time* e os tempos de ciclo das operações, o que mantém coerência com o indicador relativo à cobertura dos estoques em processo TP 06 (80%), já comentado. Entretanto, o indicador de *performance* TP 05 (*lead time total*) obteve um percentual mínimo (20%). Isso denota que, embora a empresa analise os processos por meio de mapeamentos freqüentes, ainda há ganhos possíveis em termos de redução do *lead time*, uma vez que essa redução é chave para a maior agilidade dos processos e alinhamento da produção com a demanda, favorecendo o *heijunka*.

Gráfico 58 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável tempos envolvidos no processo na E8.

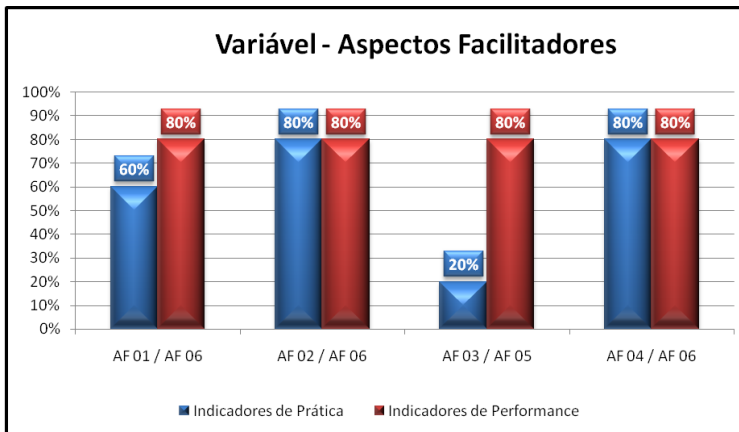


FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

8.1.3 Análise da variável aspectos facilitadores (AF)

Os indicadores desta variável (Gráfico 59) mostram um bom equilíbrio e em percentuais elevados entre práticas e performance, com exceção do par AF03/AF05. A utilização da manutenção produtiva total (AF03) com percentual mínimo de 20%, significando que menos de 40% dos operadores são “operadores-mantenedores”, influencia na pouca confiabilidade das máquinas, podendo fazer com que a empresa passe a utilizar maiores níveis de estoque para não comprometer a demanda, não contribuindo para um equilíbrio entre produção e demanda, que é a meta do *heijunka*, entretanto, o indicador do índice de disponibilidade das máquinas (AF05) está com um bom percentual (mas não de excelência), representado neste método por uma disponibilidade entre 85% e 95%. Credita-se esse resultado à adoção de uma boa gestão da manutenção em termos de suas práticas usuais, porém, a adoção da manutenção produtiva total poderá conduzir a empresa a um patamar de excelência em termos de disponibilidade das máquinas, reduzindo os riscos de não atendimento à demanda, de forma especial quando se trabalha com automação e máquinas de maior porte, como é o caso da empresa em questão.

Gráfico 59 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável aspectos facilitadores na E8.



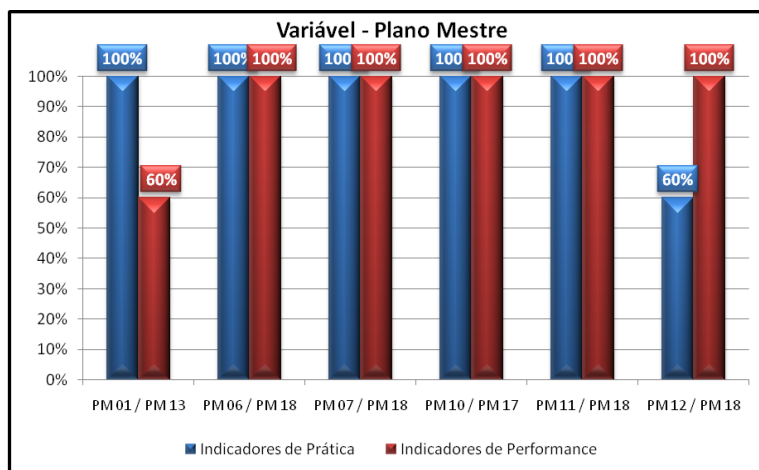
FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

8.1.4 Análise da variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção (PM)

Os Gráficos 60 a 64 trazem os resultados relacionados dos indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E8.

No Gráfico 60, o que merece maior destaque é a relação entre os pares PM01/PM13. A empresa utiliza plenamente as técnicas quantitativas e qualitativas para previsão das demandas (PM01), entretanto, a confiabilidade dessas previsões (PM13) ainda está com erros médios entre 20 a 30%, quando no nível de excelência esses erros deveriam ser menores que 10%. Isso denota que o processo de previsão de demandas pode ser aprimorado, tanto pela utilização de um modelo estatístico mais compatível com o comportamento das demandas, quanto pelas análises qualitativas mais aprimoradas. Esse ponto dificulta o nivelamento da produção, pois dificulta o atendimento da demanda nos prazos estabelecidos, influenciando a adoção de um maior nível de estoque para se prevenir no caso da ocorrência de demandas não esperadas, incorrendo no desperdício da superprodução.

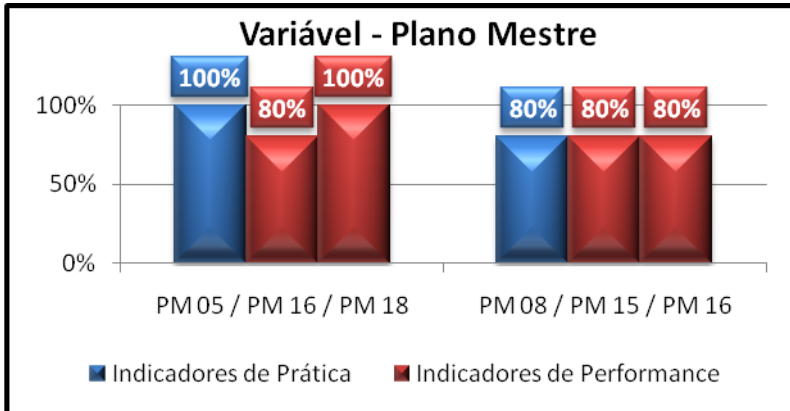
Gráfico 60 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E8 (a).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

A E8 obteve um resultado de excelência para a prática de gestão da capacidade produtiva para o plano mestre de produção (PM05), que se reflete nos bons resultados dos indicadores PM16 e PM18 (Gráfico 61).

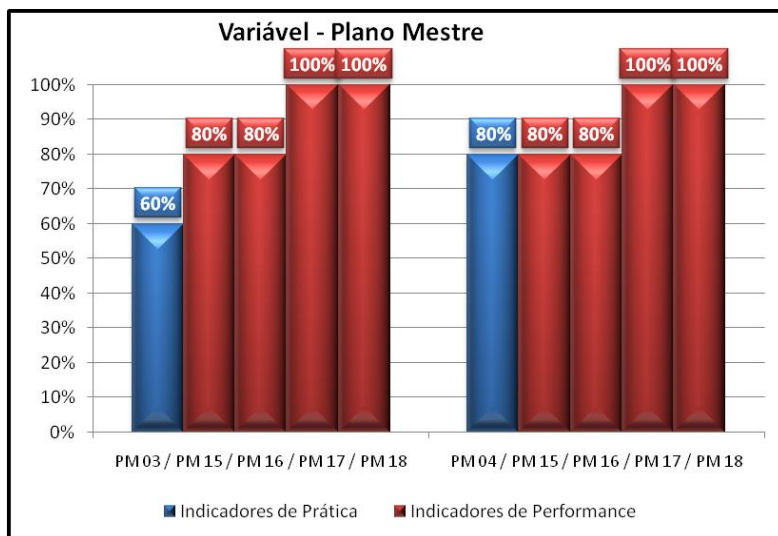
Gráfico 61 - Relações entre indicadores de prática e *performance* para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E8 (b).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

No Gráfico 62 verifica-se que, embora a empresa não possua um alto poder de negociação junto aos clientes (PM3), os indicadores PM15 (giro dos estoques de produtos acabados), PM16 (nível de serviço dos estoques de produtos acabados), PM17 (tamanho dos lotes) e PM18 (variação da utilização da capacidade produtiva) têm uma boa pontuação. Isso se deve às práticas que obtiveram boa pontuação, como a PM04 (tecnologia para troca de informações com os clientes), entre outras aqui constatadas, que também influenciam a performance dos indicadores citados neste parágrafo.

Gráfico 62 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E8 (c).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

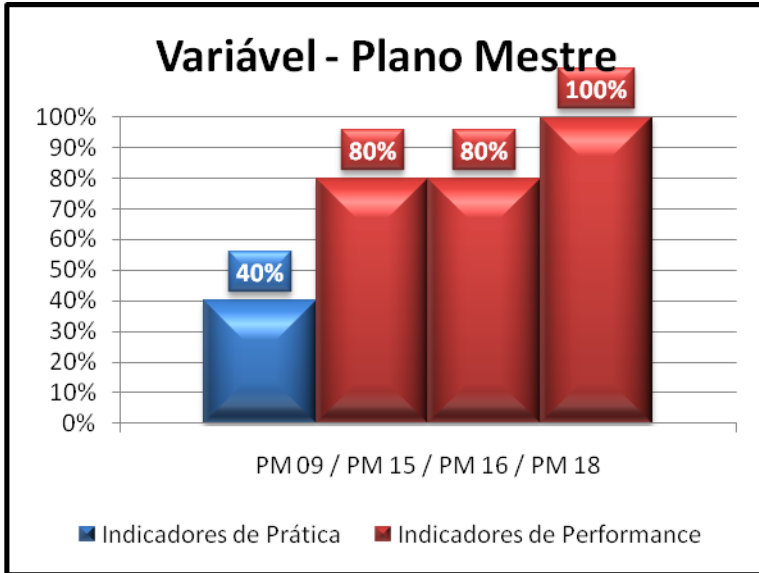
O Gráfico 63 relaciona a prática PM 09 (nivelamento das vendas) com os indicadores de performance PM15 (giro dos estoques dos produtos acabados), PM16 (nível de serviço do estoque de produtos acabados) e PM18 (variação da utilização da capacidade produtiva). Observa-se que a empresa consegue obter bons resultados nesses três indicadores de performance, mesmo sem uma prática aprimorada de nivelamento das vendas.

Essa prática se refere ao esforço da área de vendas em atender as metas ao longo das quatro semanas do mês, no lugar da última semana, bem como uma busca de se integrar com o PCP, fornecendo informações de forma antecipada e confiável. Isso pode ser explicado pelo fato da empresa trabalhar, em sua grande maioria com “*make to order*”, o que diminui as “surpresas” relativas às necessidades de produção, fazendo com que o giro dos estoques de produtos acabados (PM15), nível de serviço (PM16) sejam favoráveis.

A empresa também atua em carga plena em função do aquecimento do mercado, o que faz com que não ocorram significativas necessidades de variação da capacidade produtiva, por meio de horas

extras, por exemplo, denotando estabilidade. Entretanto, o aprimoramento da atuação da área de vendas voltada ao nivelamento possibilitaria um nível de excelência nos indicadores de giro e nível de serviço.

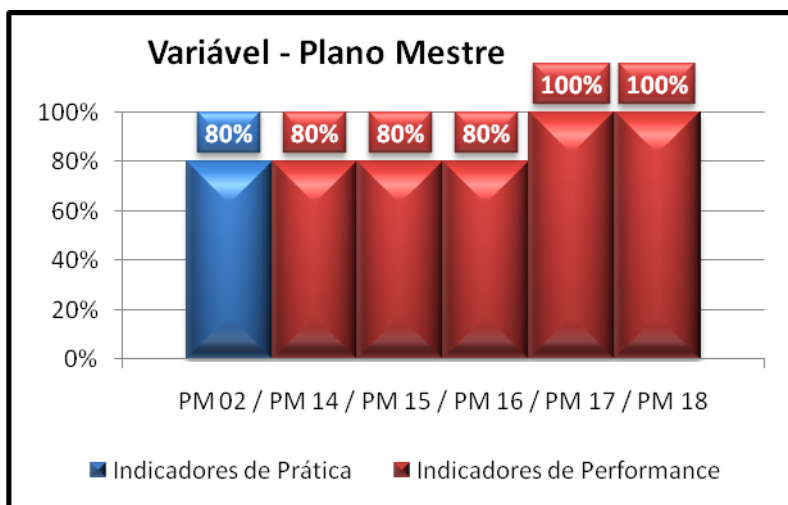
Gráfico 63 - Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E8 (d).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.


A avaliação de 80% do indicador PM02 (relacionamento com os clientes para obtenção de demanda) colabora para os bons resultados pertinentes que estão no Gráfico 64, que estão ligados ao atendimento dos clientes sem custos elevados com estoques ou variações da carga de trabalho.

Gráfico 64- Relações entre indicadores de prática e performance para a variável sistemática de elaboração do plano mestre de produção na E8 (e).



FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

ANEXO A – Coleta de Indicadores BME.

		LSSP - BENCHMARKING ENXUTO					
		COLETA DE DADOS					
Nome da Empresa :							
Cidade:							
Estado:							
Ramo:							
Sector:							
Data da Coleta:							
Sistema Produtivo:							
TABULAÇÃO DOS DADOS							
VARIÁVEL	TIPO	INDICADORES			NOTA	INDIVIDUAL	PARCIAL
		DEM-01	DEM-02	DEM-03			
DEMANDA	PR	geral	Modelo de Previsão de Demanda				
		específico	Gestão ABC da Demanda				
	geral	Análise de mercado					

PRODUTO	PF	geral	DEM-04	Confiabilidade da previsão			
		específico	DEM-05	Grau de concentração			
		específico	DEM-06	Grau de frequência			
		geral	DEM-07	Grau de demanda confirmada			
		geral	DEM-08	Capacidade de resposta à demanda			
		geral	PRO-01	Engenharia simultânea			
		geral	PRO-02	Parametrização de projeto			
		geral	PRO-03	Calendário de desenvolvimento			
	PR	geral	PRO-04	Negociação de pedidos especiais			
		específico	PRO-05	Percentual de defeitos internos			
		geral	PRO-06	Grau de variedade			
		geral	PRO-07	Ciclo de vida			
		geral	PRO-08	Percentual de sobra			

PCP		PR	geral	PCP-01	Planejamento mestre da produção			
			geral	PCP-02	Cálculo das necessidades de materiais			
			específico	PCP-03	Análise de capacidade de produção			
			geral	PCP-04	PCP setorial			
			geral	PCP-05	Sistema Integrado de programação			
		PF	geral	PCP-06	Ciclo de planejamento e programação			
			específico	PCP-07	Percentual de pontualidade			
			específico	PCP-08	Percentual de agregação de valor			
			específico	PCP-09	Giro dos estoques			
			específico	PCP-10	Percentual de horas extras			

CHÃO FÁBRICA		PR	específico	CDF-01	Flexibilidade			
			específico	CDF-02	Troca rápida de ferramentas			
			específico	CDF-03	Focalização da produção			
			geral	CDF-04	Manutenção produtiva total			
			específico	CDF-05	Programa de polivalência			
			específico	CDF-06	Rotinas de operação padrão			
		PF	específico	CDF-07	Índice de nivelamento			
			específico	CDF-08	Percentual de setup			
			específico	CDF-09	Índice de produtividade			
			específico	CDF-10	Índice de paradas não programadas			
			específico	CDF-11	Índice de polivalência			