

Roberto Luiz Tomelero

***BENCHMARKING* ENXUTO AMBIENTAL: UM MÉTODO  
PARA DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS E PERFORMANCES  
APLICADO AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

Florianópolis  
2012

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

T656b Tomelero, Roberto Luiz

Benchmarking enxuto ambiental [dissertação] : um método para diagnóstico de práticas e performances aplicado ao gerenciamento de ferramentas / Roberto Luiz Tomelero ; orientador, João Carlos Espindola Ferreira. - Florianópolis, SC, 2012.

184 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Inclui referências

1. Engenharia mecânica. 2. Benchmarking - (Administração). 3. Usinagem - Ferramentas. 4. Processos de fabricação - Aspectos ambientais - Diagnóstico. I. Ferreira, João Carlos Espindola. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. III. Título.

CDU 621

Roberto Luiz Tomelero

***BENCHMARKING* ENXUTO AMBIENTAL: UM MÉTODO  
PARA DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS E PERFORMANCES  
APLICADO AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS**

Esta Dissertação foi julgada adequada e aprovada, em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 09 de março de 2012.

---

**Prof. Júlio César Passos, Dr. - Coordenador do Curso**

**Banca Examinadora:**

---

**Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D. - Orientador**

---

**Prof. Lourival Boehs, Dr.Eng. (UFSC)**

---

**Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.Eng. (UFSC)**

---

**Prof. Osiris Canciglieri Júnior, Ph.D. (PUC-PR)**

À minha família, pelo apoio em mais esta etapa da minha vida, em especial a minha noiva, Daiane, pelo apoio, incentivo, carinho, e compreensão em todos os momentos dedicados na elaboração deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por mais esta oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

À minha família, por acreditarem que eu alcançaria mais esta conquista na minha vida, e à minha noiva, Daiane, pela compreensão nos momentos em que precisei estar ausente.

Ao meu orientador, o Professor João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D., por todo o tempo e esforço dedicado na orientação deste trabalho, para que os objetivos fossem alcançados.

Ao Professor Lourival Boehs, Dr.Eng., pela colaboração em determinada parte da elaboração deste trabalho.

Aos demais Professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, pelo conhecimento transmitido e convívio durante o cumprimento dos créditos realizados.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela estrutura cedida para realização deste trabalho.

Às empresas que acreditaram e participaram da realização desta pesquisa.

A todos os profissionais das empresas participantes, pelo interesse, informações, atenção e tempo disponibilizado, para que os objetivos da pesquisa fossem alcançados.

Aos colegas de aula, pela amizade e companheirismo durante a realização do Mestrado.

## RESUMO

As indústrias de manufatura, para permanecerem competitivas, produzem uma grande quantidade de produtos diferentes para atender a demanda do mercado, e para isto são necessários inúmeros recursos dentre os quais se incluem as ferramentas de usinagem. O presente trabalho está relacionado aos problemas enfrentados por essas indústrias nas várias atividades que envolvem o uso de ferramentas de usinagem, incluindo aquisição, armazenagem, desenvolvimento de banco de dados, seleção, alocação, inspeção, preparação, controle de inventário, reciclagem, descarte entre outras. O gerenciamento de ferramentas de usinagem é uma estratégia que visa contribuir com todas essas atividades, e um momento importante é a fase inicial do projeto de implantação, onde o reconhecimento da situação atual, através de um diagnóstico, é o ponto de partida para o planejamento de sua implantação e realização de melhorias contínuas. Os gerentes de produção destacam a falta de procedimentos contendo métricas e metas estabelecidas que lhes informem se a empresa está ou não conseguindo fazer um gerenciamento eficiente e capaz de suportar o processo de implantação. Neste contexto, esse trabalho apresenta um método para realização de um diagnóstico de práticas e performances do gerenciamento de ferramentas de usinagem de empresas que trabalham com ferramentas de usinagem em seus meios produtivos, abordando os aspectos estratégicos, técnicos e logísticos, e em especial no que se refere ao gerenciamento focado na Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados a esta estratégia. Foram realizadas pesquisas de campo em nove empresas do setor metal mecânico para a aplicação do método proposto, o qual foi inspirado pelo método *Benchmarking* Enxuto, que já foi aplicado em alguns estudos de caso encontrados na literatura. Das nove empresas pesquisadas, duas são de médio porte e sete de grande porte, onde oito tiveram altos índices de práticas e performance (acima de 60%), e apenas uma empresa teve baixos índices de práticas (abaixo de 60%) e altos índices de performance. Com a aplicação do método desenvolvido pode-se observar que em relação aos aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, a maior parte das empresas pesquisadas teve resultados muito bons, evidenciando que as mesmas possuem uma grande preocupação com a preservação do meio ambiente e também melhor aproveitamento dos recursos gastos na usinagem de peças.

**Palavras-chave:** *Benchmarking*. Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem. Manufatura Enxuta. Aspectos Ambientais. Diagnóstico.

## ABSTRACT

In order for manufacturing industries to remain competitive, they produce a lot of different products to meet market demand, and for that many resources are needed which include cutting tools. This work is related to the problems faced by those industries in the various activities that involve the use of cutting tools, including acquisition, storage, database development, selection, allocation, inspection, preparation, inventory control, recycling and disposal, among others. The management of cutting tools is a strategy that seeks to contribute to all these activities, and an important stage is the initial phase of project deployment, where the recognition of the current situation through a diagnosis, is the starting point for planning both its implementation and execution of continuous improvement. Production managers highlight the lack of procedures containing established metrics and goals that inform them if the company is carrying out or not an efficient management and able of supporting the deployment process. In this context, this paper presents a method for performing a diagnostic of practices and performance of the management of cutting tools by companies that work with cutting tools in their production areas, addressing the strategic, technical and logistical aspects, and in particular that which refers to management focused on Lean Manufacturing, and also on environmental aspects related to this strategy. Field surveys were performed in nine companies in the metal mechanic for the implementation of the proposed method, which was inspired by Lean Benchmarking method, which has already been applied in some case studies in the literature. Of the nine companies surveyed, two are medium-sized and seven large-sized. Eight companies had high levels of practice and performance (above 60%), while only one company had low levels of practices (below 60%) and high performance. Through the application of the proposed method, it was observed that, with regard to the environmental aspects related to the management of cutting tools, most of the companies surveyed had very good results, showing that they have a great concern about preserving the environment and also for a better utilization of resources spent on machining parts.

**Keywords:** Benchmarking. Management of Cutting Tools. Lean Manufacturing. Environmental Aspects. Diagnostics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Gráfico de Práticas <i>versus</i> Performance, utilizado pelo MIE.....	24
Figura 2.2 - Variáveis de pesquisa do BME.....	25
Figura 2.3 - Gráfico de Práticas <i>versus</i> Performance.....	32
Figura 2.4 - Gráfico Radar.....	33
Figura 2.5 - Gráfico de Barras.....	34
Figura 3.1 - Evolução das atividades a serem realizadas para utilização de ferramentas de usinagem.....	37
Figura 3.2 - Setores envolvidos no Gerenciamento de Ferramentas.....	45
Figura 3.3 - Modelo de referência de manufatura.....	49
Figura 3.4 - Modelo de referência de Gerenciamento de Ferramentas.....	50
Figura 3.5 - Modelo de disponibilização de ferramentas junto à máquina-ferramenta.....	54
Figura 3.6 - Modelo de armários e carrinhos para transporte de ferramentas no chão de fábrica.....	55
Figura 3.7 - Dispensadores automáticos de ferramentas.....	57
Figura 3.8 - Características de um sistema especialista de gerenciamento de ferramentas de usinagem.....	58
Figura 4.1 - Um ciclo de melhoria contínua em uma fábrica.....	69
Figura 4.2 - Modelo de armário para armazenamento de ferramentas com controle <i>Kanban</i> .....	72
Figura 6.1 - Distribuição por estado das empresas pesquisadas.....	86
Figura 6.2 - Distribuição por porte das empresas pesquisadas.....	86
Figura 6.3 - Método BEA.....	91
Figura 6.4 - Resultados finais de Prática e Performance.....	93
Figura 6.5 - Gráfico Práticas x Performance.....	96
Figura 6.6 - Gráfico Radar.....	97
Figura 6.7 - Gráfico de Barras.....	98
Figura 6.8 - Parte do arquivo em Excel, utilizado para avaliação dos indicadores que compõem o método BEA.....	130
Figura 7.1 - Gráfico geral de Práticas x Performance das empresas pesquisadas.....	132
Figura 7.2 - Gráfico Radar com a média das empresas pesquisadas.....	134
Figura 7.3 - Gráfico de Barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável Planejamento Estratégico.....	136
Figura 7.4 - Gráfico de Barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável Planejamento Técnico.....	143



Figura 7.5 - Gráfico de Barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável Planejamento Logístico.....151

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Indicadores de Práticas e Performance da variável Demanda.....	26
Tabela 2.2 - Indicadores de Práticas e Performance da variável Produto.....	27
Tabela 2.3 - Indicadores de Práticas e Performance da variável PCP.....	28
Tabela 2.4 - Indicadores de Práticas e Performance da variável Chão de Fábrica.....	30
Tabela 6.1 - Classificação da Pesquisa.....	82
Tabela 6.2 - Principais características gerais das empresas pesquisadas.....	87
Tabela 6.3 - Principais características econômicas das empresas pesquisadas.....	89
Tabela 6.4 - Síntese do nível e quantidade de profissionais entrevistados nas empresas.....	99
Tabela 6.5 - Indicadores de Planejamento Estratégico.....	108
Tabela 6.6 - Indicadores de Planejamento Técnico.....	117
Tabela 6.7 - Indicadores de Planejamento Logístico.....	127
Tabela 7.1 - Diferença entre as duas empresas com melhores resultados x média das empresas.....	158
Tabela 7.2 - Diferença entre as duas empresas com piores resultados x média das empresas.....	160
Tabela 7.3 - Diferença entre as duas empresas com melhores resultados x GFU.....	163

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BEA - *Benchmarking* Enxuto Ambiental  
BME - *Benchmarking* Enxuto  
CAD - *Computer Aided Design* (Projeto Assistido por Computador)  
CAM - *Computer Aided Manufacturing* (Manufatura Assistida por Computador)  
CNC - Comando Numérico Computadorizado  
ERP - *Enterprise Resource Planning* (Planejamento das Necessidades de Recursos)  
GAGEF - Grupo de Avaliação do Gerenciamento de Ferramentas  
GFU - Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem  
GIME - Grupo de Implantação da Manufatura Enxuta  
IBM - *International Business Machines Corporation*  
JIT - *Just in Time*  
LBS - *London Business School*  
LSSP - Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção  
ME - Manufatura Enxuta  
MIB - *Made in Brazil*  
MIE - *Made in Europe*  
MQF - Mínima Quantidade de Fluido  
MRP - *Material Resource Planning* (Planejamento das Necessidades de Materiais)  
PCP - Planejamento e Controle da Produção  
PE - Planejamento Estratégico  
PL - Planejamento Logístico  
PT - Planejamento Técnico  
QRF - Quantidade Reduzida de Fluido  
SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)  
TRF - Troca Rápida de Ferramentas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVAS.....	16
1.2	OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES.....	17
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	18
<b>2</b>	<b><i>BENCHMARKING</i>.....</b>	<b>21</b>
2.1	MÉTODO <i>BENCHMARKING</i> ENXUTO.....	23
<b>3</b>	<b>GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM..</b>	<b>35</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	35
3.2	DEFINIÇÃO DE GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	37
3.3	IMPORTÂNCIA DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM NA INDÚSTRIA.....	38
3.4	PROBLEMAS RELACIONADOS ÀS FERRAMENTAS DE USINAGEM NA INDÚSTRIA.....	41
3.5	OBJETIVOS DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	43
3.6	SETORES ENVOLVIDOS COM O GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	44
3.7	ÁREAS DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	48
3.7.1	Planejamento Estratégico.....	51
3.7.2	Planejamento Técnico.....	52
3.7.3	Planejamento Logístico.....	52
3.8	RECURSOS PARA O GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	53
3.8.1	Organização Física das Ferramentas.....	54
3.8.2	Dispensadores Automáticos de Ferramentas.....	55
3.8.3	<i>Softwares</i> Gerenciadores de Ferramentas.....	57
3.9	TERCEIRIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	59
3.10	GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM ATRAVÉS DE ALIANÇAS ESTRATÉGICAS.....	61
3.11	PROBLEMAS RELACIONADOS À IMPLANTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	63
<b>4</b>	<b>TÉCNICAS DE MANUFATURA ENXUTA APLICADAS AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM..</b>	<b>65</b>
4.1	<i>JUST IN TIME</i> .....	66
4.2	<i>JIDOKA</i> .....	68
4.3	<i>KAIZEN</i> .....	68

4.4	KANBAN.....	70
4.5	TÉCNICA DO 5S.....	72
4.6	PADRONIZAÇÃO DE FERRAMENTAS.....	73
4.7	TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF).....	73
4.8	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM).....	74
4.9	REDUÇÃO DE ESTOQUE.....	74

## **5 ASPECTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.77**

<b>6</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>81</b>
6.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	81
6.2	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	83
<b>6.2.1</b>	<b>Formulação do Problema da Pesquisa.....</b>	<b>83</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Definição da Unidade-Caso e do Número de Casos.....</b>	<b>85</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Instrumento de Coleta de Dados.....</b>	<b>90</b>
6.2.3.1	Método Benchmarking Enxuto Ambiental.....	90
6.2.3.1.1	<i>Etapa de Preparação.....</i>	<i>92</i>
6.2.3.1.2	<i>Etapa de Avaliação.....</i>	<i>92</i>
6.2.3.1.3	<i>Etapa de Análise dos Resultados.....</i>	<i>95</i>
6.2.3.1.4	<i>Indicadores de Planejamento Estratégico.....</i>	<i>99</i>
6.2.3.1.5	<i>Indicadores de Planejamento Técnico.....</i>	<i>108</i>
6.2.3.1.6	<i>Indicadores de Planejamento Logístico.....</i>	<i>116</i>
6.2.3.2	Metodologia para a aplicação do método <i>Benchmarking</i> Enxuto Ambiental.....	125
<b>6.2.4</b>	<b>Análise e Interpretação dos Dados.....</b>	<b>128</b>
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>131</b>
7.1	RESULTADOS GERAIS DE PRÁTICAS E PERFORMANCE.....	131
7.2	RESULTADOS DOS INDICADORES PARA CADA VARIÁVEL DE PESQUISA.....	135
<b>7.2.1</b>	<b>Resultados dos Indicadores da Variável Planejamento Estratégico.....</b>	<b>136</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Resultados dos Indicadores da Variável Planejamento Técnico.....</b>	<b>143</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Resultados dos Indicadores da Variável Planejamento Logístico.....</b>	<b>150</b>
7.3	MAIORES DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS E A MÉDIA DAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	158
7.4	MAIORES DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM PIORES RESULTADOS E A MÉDIA DAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	160

7.5	MAIORES DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS E O GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM.....	162
7.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	164
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>167</b>
8.1	CONCLUSÕES.....	167
8.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	172
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>173</b>
	<b>APÊNDICE A - DOCUMENTO AUXILIAR AO INSTRUMENTO DE COLETA DOS DADOS.....</b>	<b>179</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a abertura dos mercados internacionais no início da década de 1990, a indústria brasileira vem enfrentando, com indústrias de outros países, uma grande competitividade na produção e comercialização de produtos de diferentes ramos e segmentos. Assim como em outros setores da economia, para agradar cada vez mais consumidores exigentes e a forte concorrência de outras empresas, as empresas do setor metal mecânico buscam constantemente a alta qualidade na fabricação de seus produtos aliando processos enxutos e meios flexíveis de fabricação focados na redução de desperdícios, e conseqüentemente na redução dos custos de produção. E um aspecto que tem sido cada vez mais importante a ser considerado é a preservação do meio ambiente. Esse contexto contribuiu para que as indústrias locais buscassem a modernização de seus parques fabris, um alto grau de desenvolvimento tecnológico de seus processos e produtos, e adotassem novas técnicas administrativas.

Entre os processos de fabricação existentes atualmente, os processos de usinagem estão entre os mais importantes na manufatura de componentes. Na mudança de paradigma da produção artesanal para a produção em massa, por exemplo, o desenvolvimento e pesquisas de novos materiais capazes de cortar metais de alta dureza em grandes volumes, e conseqüentemente com menores tempos de preparação, foi de extrema importância.

Até décadas recentes, as máquinas eram equipadas com um conjunto de ferramentas de usinagem ao seu lado. O operador era responsável pela manutenção e utilização dessas ferramentas. Com o desenvolvimento das máquinas CNC, intensificou-se também o desenvolvimento das ferramentas de usinagem, que se caracterizou por uma grande diversidade de formas, materiais e configurações modulares, que proporcionaram uma elevada flexibilidade de uso de componentes individuais das ferramentas.

Conforme Tani (1997), a indústria de manufatura, para permanecer competitiva, produz uma grande quantidade de produtos diferentes para atender a demanda do mercado. Para isto são necessários inúmeros recursos, dentre os quais se incluem as ferramentas de usinagem, que têm um peso significativo também no aspecto financeiro.

Ainda conforme Tani (1997), as ferramentas de usinagem representam só uma pequena parte do custo total de produção de uma peça, aproximadamente de 3% a 5%. Mas isso é relativo apenas ao custo de aquisição. Os verdadeiros custos de utilização destes itens

quase sempre estão ocultos e são desconhecidos pelas empresas. Estes custos indiretos podem fazer com que as ferramentas representem até 30% do custo total de produção de uma peça (CASTRO, 2005).

A importância deste fato é condizente com os estudos mostrados por Marczinski (2002), que apresenta que, do orçamento total de uma fábrica, em torno de 23% é destinado a ferramentas de usinagem.

Neste contexto, o gerenciamento de ferramentas de usinagem aparece como uma necessidade incontestável e como uma filosofia com abordagem disciplinada, que administra informações para a tomada de decisões (BOEHS, 2002). É uma estratégia que visa contribuir com todas as atividades relacionadas ao uso de ferramentas dentro das indústrias.

Há muitas razões para justificar o gerenciamento de ferramentas de usinagem, mas nenhuma delas é tão importante quanto à redução dos custos de produção. O impacto na redução de custos através do gerenciamento de ferramentas é um fator que muitas vezes não é reconhecido, mas este é um dos objetivos principais do gerenciamento de ferramentas de usinagem (PLUTE, 1998).

## 1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVAS

Diante deste cenário, existem muitas pesquisas que mostram de forma evidente o descaso das empresas em relação às ferramentas de usinagem. Apesar de não ser um assunto novo, e dos meios acadêmicos brasileiros trabalharem desde o início dos anos 1990 em pesquisas sobre o gerenciamento de ferramentas de usinagem, para as empresas brasileiras este ainda é algo novo e precisa de um maior amadurecimento e assimilação de técnicas, serviços e soluções que o mercado atualmente apresenta.

Muitas empresas nunca ouviram falar no tema gerenciamento de ferramentas de usinagem, e dentre aquelas que conhecem o tema, muitas acreditam que as atividades associadas ao gerenciamento estão relacionadas apenas a aspectos logísticos. Mas deve-se mencionar que há também muitas empresas que dominam o assunto e aplicam o gerenciamento de ferramentas de usinagem em seus sistemas de produção de maneira eficiente e organizada.

É notável o crescente interesse pelas empresas sobre o tema, porém nota-se também a necessidade de esclarecer melhor ao setor as atividades, estratégias, os pré-requisitos e quais etapas são necessárias para um gerenciamento efetivo de ferramentas de usinagem, que contribua na obtenção de bons resultados para as empresas.



Um momento importante relacionado ao gerenciamento de ferramentas de usinagem é a fase inicial do projeto de implantação, onde o reconhecimento da situação atual, através de um diagnóstico, é o ponto de partida para o planejamento de sua implantação visando garantir a aplicação dos conceitos de forma ajustada às condições encontradas no ambiente fabril.

Para muitas empresas e gerentes de produção, são comuns as interrupções no processo de implantação, isto por não saberem ao certo como prosseguir devido a não terem alcançado os resultados obtidos ou não saberem como sustentar esses resultados. Os gerentes de produção também destacam a falta de procedimentos contendo métricas e metas estabelecidas que lhes informem se a empresa está ou não conseguindo fazer um gerenciamento eficiente e capaz de suportar o processo de implantação.

Neste contexto, este trabalho apresenta uma proposta de um método para o diagnóstico que precederia o processo de implantação do gerenciamento de ferramentas de usinagem propriamente dito, e melhorias contínuas, a fim de garantir um melhor planejamento e acompanhamento da implementação do gerenciamento de ferramentas de usinagem nas empresas. O método proposto é inspirado pelo método *Benchmarking* Enxuto, e aborda os aspectos estratégicos, técnicos e logísticos, e em especial no que se refere ao gerenciamento focado na Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.

## 1.2 OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver um método para realizar um diagnóstico quanto às práticas, performance e potencial de implantação das empresas, quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.

Os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- Abordar no método a ser desenvolvido, os aspectos estratégicos, técnicos e logísticos quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, bem como técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados a esta estratégia;
- Desenvolver um método que seja flexível para a aplicação em empresas de diferentes portes, que realizem atividades com ferramentas de usinagem em seus processos de produção;

- Avaliar algumas empresas de diferentes portes, do setor metal mecânico, quanto às práticas, performances e potencial de implantação do gerenciamento de ferramentas de usinagem, através da aplicação do método desenvolvido.

O trabalho apresenta uma contribuição pioneira por desenvolver um método para diagnóstico aplicado ao gerenciamento de ferramentas de usinagem. Academicamente se espera que o método desenvolvido neste trabalho seja aplicado no futuro em pesquisas e estudos de casos de outras empresas. As contribuições para a indústria são na realização de um diagnóstico quanto às práticas, performances e potencial de implantação do gerenciamento de ferramentas de usinagem considerando-se a aplicação de conceitos enxutos, e o contexto do impacto ambiental.

### 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em oito capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, abordando a apresentação do problema e justificativas, e objetivos e contribuições da pesquisa. Os capítulos 2, 3, 4 e 5 apresentam a revisão bibliográfica necessária ao entendimento e desenvolvimento do trabalho. O capítulo 2 aborda o *Benchmarking* de uma maneira geral e também o método *Benchmarking* Enxuto. O capítulo 3 discorre sobre o gerenciamento de ferramentas de usinagem, apresentando a definição, objetivos, setores e áreas envolvidas, bem como outros temas relacionados a esta prática.

O capítulo 4 aborda as técnicas de Manufatura Enxuta aplicáveis ao gerenciamento de ferramentas de usinagem tais como *just in time*, *jidoka*, *kaizen*, *kanban*, entre outras. O capítulo 5 apresenta os aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem tais como reciclagem, remanufatura, entre outros. Em seguida, o capítulo 6 apresenta a metodologia de pesquisa empregada nesta dissertação, bem como o método *Benchmarking* Enxuto Ambiental desenvolvido para realização do diagnóstico de práticas e performance das empresas quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.

No capítulo 7 é feita a apresentação e análise dos resultados da pesquisa de campo, bem como são propostas ações para que as empresas alcancem resultados melhores de práticas e performances quanto ao gerenciamento das ferramentas de usinagem. Por fim, o

capítulo 8 apresenta as conclusões obtidas com o desenvolvimento do trabalho e propõe sugestões para trabalhos futuros.

O próximo capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre *benchmarking*, abordando também o método *Benchmarking* Enxuto (BME), o qual inspirou o método de diagnóstico quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem desenvolvido neste trabalho.



## 2 BENCHMARKING

O *benchmarking* apareceu no final dos anos 1980, através da *Xerox Corporation*, como uma filosofia que busca as melhores práticas que conduzem uma empresa à maximização da sua performance, culminando com o recebimento pela Xerox do Prêmio Nacional de Qualidade em 1989, nos EUA (GARIBA JÚNIOR, 2005).

Conforme Tubino (2008), *benchmark* é definido como um padrão de referência, a partir do qual outros parâmetros são medidos. Enquanto *benchmark* é definido como sendo o padrão de referência, o termo *benchmarking* representa o processo de comparação. Seguindo uma tendência do enfoque nas melhores práticas utilizadas na indústria, Camp (1998) define que “*benchmarking* é a busca das melhores práticas na indústria que conduzem a uma performance superior”.

Ainda conforme Tubino (2008) existem dois aspectos a serem considerados nesta definição: (a) o foco nas práticas e sua compreensão, antes de medir a performance resultante; e (b) o objetivo final de atingir a performance superior e ser o melhor entre os melhores. Andrade (2006) descreve que o conceito de “práticas” está ligado à implantação de procedimentos, bem como técnicas gerenciais e tecnológicas no sistema produtivo, como o sistema *Kanban*, por exemplo. Já o conceito de performance refere-se aos resultados mensuráveis obtidos dos procedimentos implantados na empresa, tais como tempo de ciclo de produção e níveis de estoque.

A análise relacionando as práticas e performances proporciona uma compreensão mais clara da origem das deficiências mais relevantes, e permite que a empresa priorize suas ações de melhoria. Esta é uma abordagem pró-ativa de um método que a priori foca na descrição e busca de padrões já alcançados, e leva a questionar se uma estratégia de “imitação” pode incentivar a inovação (TUBINO, 2008).

Conforme Silva (2009), o grande *boom* do *benchmarking* ocorreu nos anos 1990, como um processo contínuo, sistemático para medir e comparar produtos, serviços e práticas da gestão empresarial. Durante aquela década, esse conceito enraizou-se em uma nova abordagem de planejamento estratégico, produzindo resultados muito bons em empresas de topo que foram pioneiras como: Xerox, Banco América, TRW, Ford, IBM, American Express, Eastman Kodak, entre outras.

No Brasil, no início da década de 1990, o Governo Federal lançou o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade, destinado a melhorar os níveis de produtividade, confiabilidade e qualidade na indústria. Essa iniciativa alavancou um avanço significativo no

desenvolvimento e crescimento do parque produtivo nacional. Aproveitando-se dessa ação e conhecendo a importância de se realizar o *benchmarking* como estratégia competitiva, o Instituto Euvaldo Lodi de Santa Catarina disponibilizou, desde 1997, um modelo desenvolvido na Inglaterra pela IBM e pela *London Business School* (LBS). Este estudo teve como objetivo o de “identificar as oportunidades de melhoria das condições de competição da indústria europeia ante a superioridade dos produtos importados, sobretudo os japoneses” (SEIBEL, 2004).

Segundo Gariba Júnior (2005), a adaptação desse projeto no Brasil foi realizada pela consultora do Instituto Euvaldo Lodi de Santa Catarina, Silene Seibel, designado de *Made in Brazil* (MIB). O modelo MIB consiste em um diagnóstico rápido e efetivo, que abrange todas as áreas-chave da empresa e permite a comparação dos resultados da empresa com o banco de dados do sistema de produção classe mundial, em relação às práticas gerenciais e tecnologias implantadas, bem como os respectivos resultados obtidos.

Atualmente, o banco de dados internacional conta com mais de mil empresas, de 32 países. O programa *benchmarking Made in Brazil* já atingiu 102 fábricas de 66 empresas brasileiras. Esse programa consiste em coletar informações de maneira a garantir o absoluto sigilo, podendo ser divulgadas somente com uma autorização expressa. A maioria das empresas concentra-se em Santa Catarina, mas o banco de dados brasileiro contém também empresas do Ceará, Minas Gerais, Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul, além de unidades operacionais em todas as regiões do Brasil (SILVA, 2009).

Várias empresas de consultoria empresarial reconhecidas no mercado, assim como instituições acadêmicas, promovem estudos de *benchmarking* onde muitos métodos já têm sido desenvolvidos. Dentre estes métodos é possível citar alguns exemplos como, o *Made in Brazil*, e o *Benchmarking* Enxuto. Esses dois métodos foram desenvolvidos a partir do método *Made in Europe*, o qual é descrito brevemente na seção 2.1. O método *Benchmarking* Enxuto Ambiental, proposto neste trabalho, é inspirado pelo método *Benchmarking* Enxuto, mas poderia ter sido desenvolvido a partir de outros métodos de *benchmarking*, como o *Made in Brazil*, por exemplo, o qual não cabe detalhar neste trabalho. Optou-se por este método, pois, assim como os demais métodos, o mesmo já foi aplicado em muitos estudos de casos em indústrias de diferentes setores da economia, e também por apresentar uma metodologia e estrutura interessante e aplicável ao estudo do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem. A seguir, é apresentado o método *Benchmarking* Enxuto.

## 2.1 MÉTODO *BENCHMARKING* ENXUTO

O *Benchmarking* Enxuto (BME) é um método de diagnóstico desenvolvido pelo Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção (LSSP), do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Esse método é baseado no conceito de *benchmarking*, com objetivo de gerar informações para subsidiar o planejamento estratégico da implantação da Manufatura Enxuta (ME) na empresa, podendo ser usado tanto em nível global da organização, ou seja, no que diz respeito a toda a empresa, assim como em nível setorial, no que diz respeito diretamente à etapa de produção avaliada.

O método BME foi desenvolvido aproveitando a estrutura e dinâmica de análise do método *Made in Europe* (MIE) para ser utilizado como uma ferramenta de diagnóstico de práticas e performances que precede ao processo de implantação e melhoramentos contínuos da ME.

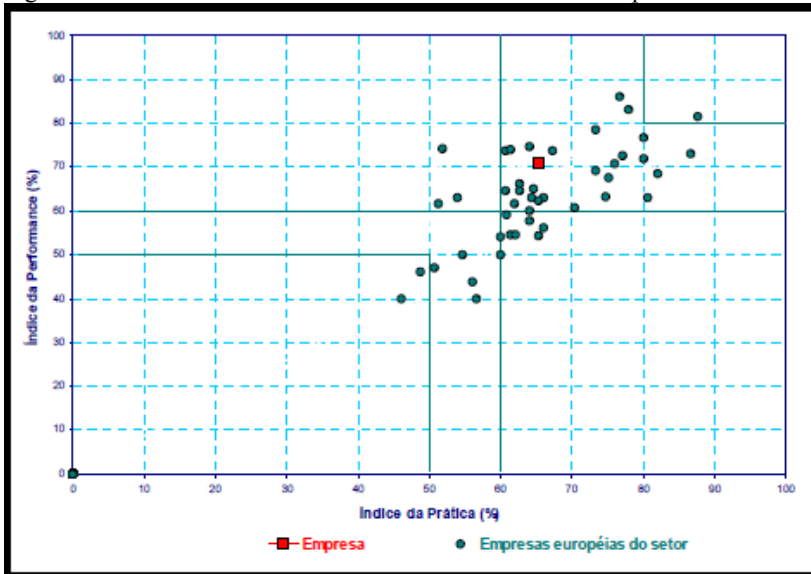
De acordo com Seibel (2004), a motivação para o *Made in Europe* (MIE) advém de um estudo sobre a excelência na gestão da produção industrial europeia, tendo surgido da discussão sobre os desafios e mudanças nas regras de competição internacional no setor industrial, especialmente de como a Europa estaria posicionada em relação ao padrão denominado classe mundial, em aspectos como: custo, qualidade, flexibilidade e atendimento ao cliente. A *London Business School* (LBS) lançou uma iniciativa para realizar o *Made in Europe*, em cooperação com o grupo de consultoria da IBM. Em 1993, o programa foi iniciado para medir o nível de práticas classe mundial e performances operacionais resultante da adoção dessas práticas em empresas européias. Cabe ressaltar que a performance considerada abrange apenas o desempenho operacional, e não financeiro.

No MIE, o questionário é o instrumento principal utilizado para coletar informações nas empresas. Conforme Silva (2009), o questionário é composto por quarenta e oito indicadores de práticas e performances, que são a base para a avaliação do sistema produtivo da empresa estudada. O questionário trabalha com um sistema de pontuação baseado em intervalos que variam entre 1 e 5. Para cada indicador são descritas três situações típicas correspondentes a prática ou a performance das empresas, com 20% do nível considerado classe mundial (pontuação 1), 60% do nível considerado classe mundial (pontuação 3) e 100% do nível considerado classe mundial (pontuação 5). As pontuações 2 e 4 correspondem às situações intermediárias, quando a empresa apresenta algumas práticas em ambas as colunas

vizinhas, ou encontra-se em situação de desenvolvimento das práticas da coluna inferior, sem, no entanto, ter alcançado o estado descrito na coluna superior.

A escala de pontuação de 1 a 5 utilizada no questionário é transformada em porcentagem, que é empregada nos três tipos de gráficos para a análise dos resultados, sendo eles o gráfico de Práticas *versus* Performance, o gráfico Radar e o gráfico de Barras. Dentre os três tipos de gráficos utilizados para análise no método MIE, o principal é o gráfico de Práticas *versus* Performance, que posiciona a empresa dentre as empresas européias de seu setor, conforme ilustrado na Figura 2.1. Na escala de 0 a 100%, o nível classe mundial corresponde a mais de 80% para prática e performance.

Figura 2.1 - Gráfico de Práticas *versus* Performance utilizado pelo MIE.



Fonte: SEIBEL, 2004, p. 82.

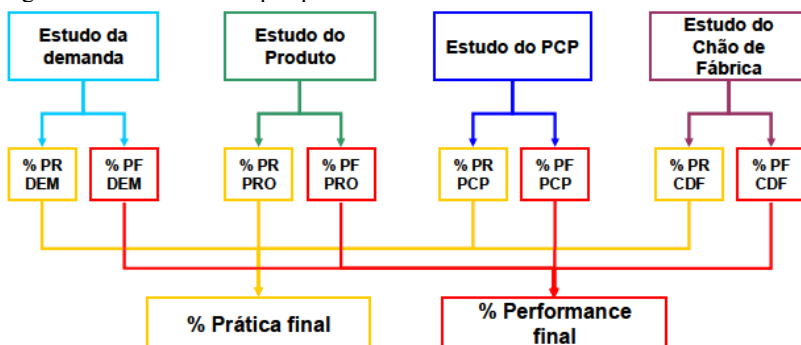
Voltando ao *Benchmarking* Enxuto, este está estruturado em três etapas distintas. Uma etapa inicial de **preparação** onde se forma um Grupo de Implantação da Manufatura Enxuta (GIME) e se criam as condições básicas para iniciar o trabalho. Uma etapa de **investigação** onde são medidos 37 indicadores de práticas e de performance relacionados com a ME, segundo quatro variáveis de pesquisa, divididas em Demanda, Produto, PCP e Chão de Fábrica. E uma etapa de



**interpretação** onde há o tratamento dos dados e a preparação da apresentação para a discussão do diagnóstico (LSSP, 2011).

No processo de **investigação**, após a medição dos 37 indicadores, calcula-se os índices parciais de práticas e performance levantados para cada uma das quatro variáveis de pesquisa, conforme a Figura 2.2. A consolidação ocorre em dois índices finais, um de prática e outro de performance, que virão a representar o estado atual de desenvolvimento do sistema de produção diagnosticado em relação ao gerenciamento da ME. A consolidação dos resultados parciais no resultado final dá-se também pela média simples, com base no percentual dos valores parciais medidos.

Figura 2.2 - Variáveis de pesquisa do BME.



Fonte: LSSP, 2011.

É importante destacar que os indicadores propostos no instrumento de coleta de dados do método para as quatro variáveis de pesquisa, além de classificados entre prática e performance, são classificados como indicadores gerais, que dizem respeito a toda a empresa, e indicadores específicos, que dizem respeito à etapa de produção avaliada.

Assim como no MIE, o questionário, instrumento de coleta de dados, trabalha com um sistema de pontuação que varia de 1 a 5. Este sistema de pontuação descreve três situações para cada item a ser medido, quais sejam:

- Nota 1 - equivale a um nível básico de prática ou performance;
- Nota 3 - equivale a um nível intermediário de prática ou performance;
- Nota 5 - equivale à excelência de prática ou performance.

Baseados na descrição das três situações, os participantes do GIME optam por uma nota, entre 1 e 5, que melhor descreve a situação atual do item investigado na empresa. As notas 2 ou 4 são referentes às posições intermediárias de avaliação do item. Não são usados valores fracionados, tipo 3.5 ou 4.8, preferindo-se sempre trabalhar com valores inteiros a fim de facilitar a leitura dos resultados obtidos. Após a consolidação das notas de cada indicador, procede-se à transformação destas pontuações em valores percentuais, multiplicando-se cada nota por 20% (Ex: 3 multiplicado por 20 é igual a 60%). De posse desses percentuais calcula-se os índices parciais de prática e de performance para cada variável pesquisada, e também os índices gerais, através da média simples, conforme a Figura 2.2. Os índices parciais de cada variável serão utilizados na etapa de interpretação, no gráfico Radar, para análise de desempenho das práticas e performance de cada variável pesquisada. E os índices gerais serão utilizados no gráfico de Práticas *versus* Performance para avaliação do desempenho geral da empresa pesquisada.

Como forma de investigar o desempenho da variável Demanda, o método BME propõe o estudo de oito indicadores, sendo três de práticas e cinco de performance, conforme apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Indicadores de Práticas e Performance da variável Demanda.

<b>Indicadores - Estudo da Demanda</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
DEM-01	Modelo de Previsão da Demanda	Geral	Avaliar se existe uma estrutura para realizar a previsão da demanda.
DEM-02	Gestão ABC da Demanda	Específico	Avaliar se existe uma classificação dos itens segundo volume e frequência de vendas.
DEM-03	Análise de Mercado	Geral	Avaliar quão próximo ou distante do mercado o sistema produtivo se encontra.
<b>Performance</b>		<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
DEM-04	Confiabilidade da Previsão	Geral	Medir a acuracidade dos métodos de previsão adotados pela empresa.

DEM-05	Grau de Concentração	Específico	Medir o grau de concentração de demanda dos itens.
DEM-06	Grau de Frequência	Específico	Medir o grau de frequência em que os itens são produzidos.
DEM-07	Grau de Demanda Confirmada	Geral	Medir qual o grau de demanda confirmada para realizar a programação.
DEM-08	Capacidade de Resposta à Demanda	Geral	Medir a capacidade de atendimento dos pedidos no prazo prometido.

Fonte: Adaptado do LSSP (2008 *apud* Silva 2009, pág. 135).

Para avaliar o desempenho da variável Produto, o método BME propõe o estudo de oito indicadores, sendo quatro de práticas e quatro de performance, conforme apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Indicadores de Práticas e Performance da variável Produto.

<b>Indicadores - Estudo do Produto</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
PRO-01	Engenharia Simultânea	Geral	Avaliar o quanto a empresa pratica os conceitos da Engenharia Simultânea.
PRO-02	Parametrização de Projeto	Geral	Avaliar se existem parâmetros limitadores para o desenvolvimento de produtos.
PRO-03	Calendário de Desenvolvimento	Geral	Avaliar se existe um planejamento para o desenvolvimento de novos produtos.
PRO-04	Negociação de Pedidos Especiais	Geral	Avaliar se a empresa adota políticas de aceitação de pedidos especiais que não prejudiquem o fluxo de produção.

Performance		Tipo	Descrição
PRO-05	Percentual de Defeitos Internos	Específico	Medir o percentual de defeitos, normalmente originados do projeto de produto.
PRO-06	Grau de Variedade	Geral	Medir o grau de variedade de itens existentes no portfólio da empresa.
PRO-07	Ciclo de Vida	Geral	Medir a relação entre o ciclo de vida e o <i>lead time</i> produtivo dos itens.
PRO-08	Percentual de Sobra	Geral	Medir a sobra de produtos em estoque ao final do ciclo de vida do produto.

Fonte: Adaptado do LSSP (2008 *apud* Silva 2009, pág. 136).

Como forma de investigar o desempenho da variável PCP, o método BME propõe o estudo de dez indicadores, sendo cinco de práticas e cinco de performance, conforme apresentados na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Indicadores de Práticas e Performance da variável PCP.

Indicadores - Estudo do PCP			
Práticas		Tipo	Descrição
PCP-01	Planejamento Mestre da Produção	Geral	Analisar se a empresa dispõe de um sistema formal de planejamento de médio prazo.
PCP-02	Cálculo das Necessidades de Materiais	Geral	Avaliar se o PCP da empresa tem um sistema de MRP e se este permite um rápido cálculo da necessidade líquida.
PCP-03	Análise da Capacidade de Produção	Específico	Avaliar se a empresa tem uma ferramenta de análise de capacidade para adequar seu planejamento.

PCP-04	PCP Setorial	Geral	Avaliar se a empresa possui um setor de PCP ágil e adequado para tomadas de decisão.
PCP-05	Sistema Integrado de Programação	Geral	Avaliar se o sistema de PCP está estruturado para gerenciar um fluxo de produção híbrido.
<b>Performance</b>		<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
PCP-06	Ciclo de Planejamento e Programação	Geral	Avaliar qual é a frequência dos ciclos de planejamento e programação da produção adotados no PCP.
PCP-07	Percentual de Pontualidade	Específico	Comparar o prazo de entrega previsto e o <i>lead time</i> total da ordem de produção.
PCP-08	Percentual de Agregação de Valor	Específico	Medir quanto tempo do <i>lead time</i> , em média, os produtos estão agregando valor.
PCP-09	Giro de Estoques	Específico	Medir qual a rotatividade dos estoques no sistema produtivo.
PCP-10	Percentual de Horas Extras	Específico	Medir o percentual de horas extras não planejadas utilizadas para cumprir o programa mensal de produção.

Fonte: Adaptado do LSSP (2008 *apud* Silva 2009, pág. 137).

Finalmente, para avaliar o desempenho da variável Chão de Fábrica, o método BME propõe o estudo de onze indicadores, sendo seis de práticas e cinco de performance, conforme apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Indicadores de Práticas e Performance da variável Chão de Fábrica.

<b>Indicadores - Estudo do Chão de Fábrica</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
CDF-01	Flexibilidade	Específico	Avaliar quão flexível pode ser o sistema produtivo ao atendimento da demanda.
CDF-02	Troca Rápida de Ferramentas	Específico	Avaliar qual o grau de desenvolvimento de práticas relacionadas à diminuição dos tempos para <i>setup</i> .
CDF-03	Focalização da Produção	Específico	Avaliar qual o grau de desenvolvimento da prática de focalização da produção nos equipamentos da empresa.
CDF-04	Manutenção Produtiva Total	Geral	Identificar um programa de manutenção produtiva total (TPM) dentro da empresa.
CDF-05	Programa de Polivalência	Específico	Identificar um programa efetivo para transformação da mão-de-obra monovalente em polivalente.
CDF-06	Rotinas de Operação-Padrão	Específico	Avaliar se existe a prática de distribuição de rotinas de operações-padrão (ROP) para operadores polivalentes, balanceadas ao tempo de ciclo ( $T_c$ ).
<b>Performance</b>		<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
CDF-07	Índice de Nivelamento	Específico	Medir quão próximo ou distante está a produção efetiva da demanda real do mercado.
CDF-08	Percentual de <i>Setup</i>	Específico	Avaliar quanto do tempo total disponível dos equipamentos se gasta com a atividade de <i>setup</i> .

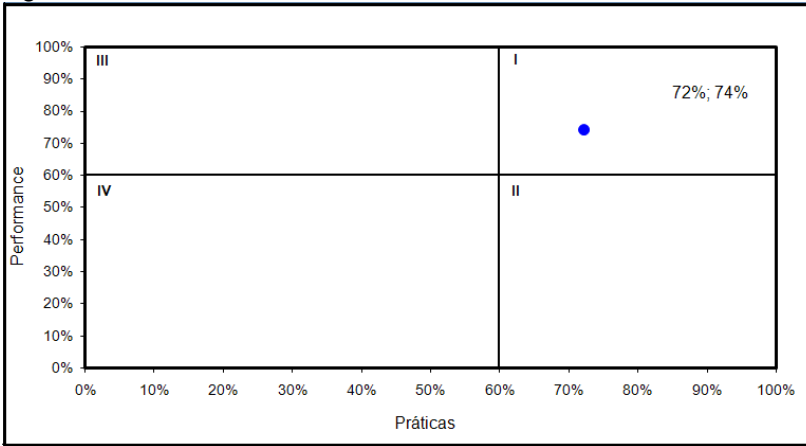
CDF-09	Índice de Produtividade	Específico	Medir quão eficiente é a taxa de produção nos setores da empresa quando comparada à taxa média nominal.
CDF-10	Índice de Paradas não Programadas	Específico	Medir com que frequência a produção é interrompida por quebras de equipamentos ou problemas que inviabilizem a produção de produtos com qualidade.
CDF-11	Índice de Polivalência	Específico	Medir o alcance do programa de polivalência junto aos operadores de chão de fábrica.

Fonte: Adaptado do LSSP (2008 *apud* Silva 2009, pág. 139).

A discussão e apresentação dos resultados levantados são realizadas de maneira gráfica para cada uma das etapas de produção avaliadas na empresa, o que facilita a compreensão do atual estado de desenvolvimento do sistema de produção e subsidia a discussão em relação à adoção dos conceitos e das ferramentas da ME. Para tanto, são usados três tipos básicos de gráficos: Práticas *versus* Performance, Radar e Barras (LSSP, 2011).

O gráfico Práticas *versus* Performance, apresentado na Figura 2.3, posiciona e compara a empresa, ou seus setores em estudo, de acordo com os índices finais de práticas e performance da ME. O eixo das abscissas representa o índice final de práticas instaladas na empresa, enquanto o eixo das ordenadas representa o índice final de performance obtido. A escala varia de 0 a 100% em ambos os eixos. A posição de uma empresa é definida pelos índices finais de prática e performance calculados a partir da consolidação dos valores parciais, por sua vez obtidos pelas respostas às questões dos indicadores propostos para cada uma das variáveis de pesquisa.

Figura 2.3 - Gráfico de Práticas *versus* Performance.



Fonte: Adaptado do LSSP (2011).

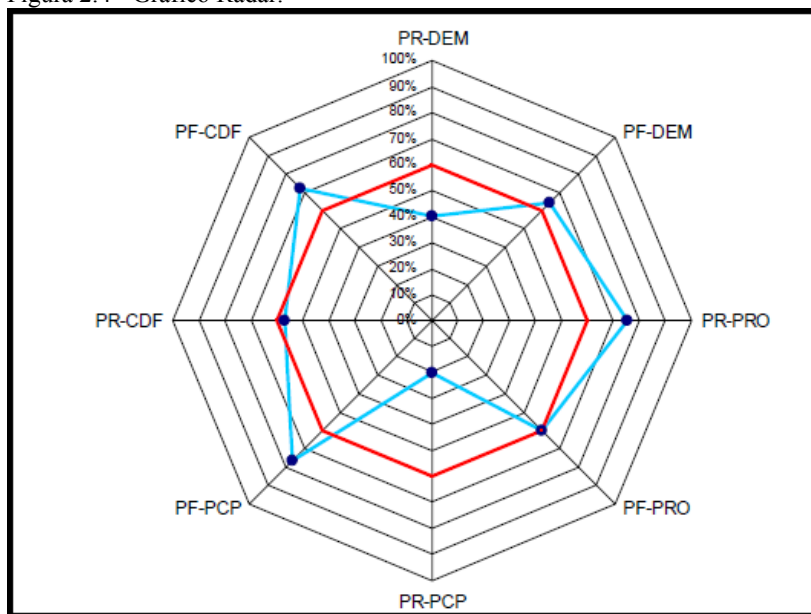
A área do gráfico é dividida em quatro quadrantes principais, usando-se o valor de 60% tanto no eixo das abscissas como no eixo das ordenadas para delimitar os quadrantes apresentados, os quais são:

- I - alta prática e alta performance;
- II - alta prática e baixa performance;
- III - baixa prática e alta performance;
- IV - baixa prática e baixa performance.

O gráfico Radar, apresentado na Figura 2.4, posiciona a empresa, ou o setor de produção, em relação aos padrões de excelência propostos pela ME, em termos de práticas e performance. O gráfico possui oito eixos que representam os índices de prática e performance em cada uma das quatro variáveis de pesquisa estudadas. Cada eixo tem uma escala de 0 a 100%, e a posição de cada variável é definida nesta escala por um ponto, onde um total de oito pontos dispostos em círculo que são unidos por linhas (linha azul), formando um polígono fechado. O padrão de excelência proposto é representado pelo círculo externo do gráfico, ou seja, 100% em todos os índices de prática e performance estudados. Tem-se o valor de 60% (linha vermelha) como um marco de desempenho mínimo favorável que viabilize a utilização de ferramentas e conceitos da ME no ambiente empresarial.



Figura 2.4 - Gráfico Radar.

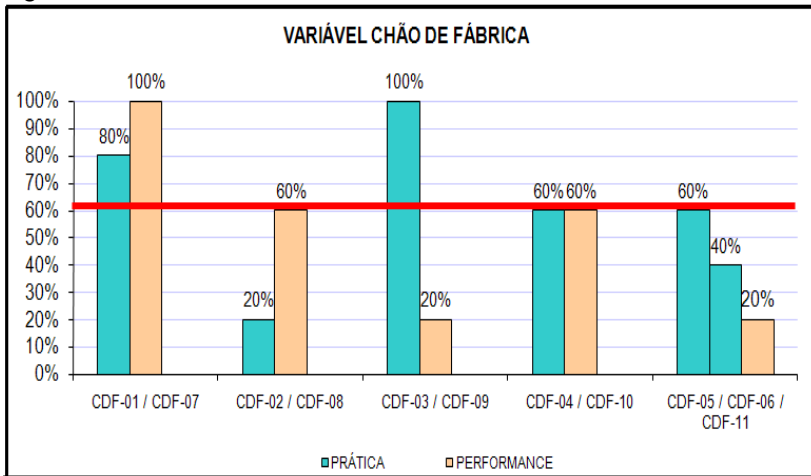


Fonte: Adaptado do LSSP (2011).

Por fim, faz-se uso do gráfico de Barras, apresentado na Figura 2.5 (neste caso, para exemplificar, é apresentado o gráfico da variável Chão de Fábrica), para facilitar o processo de investigação causal de quais são os pontos mais positivos e mais críticos relacionados a cada variável de pesquisa nas diferentes etapas de produção da empresa. Neste gráfico os indicadores de prática e performance são apresentados em conjunto, respeitando a relação de causa e efeito existente entre eles.

Conforme já comentado anteriormente, o método *Benchmarking* Enxuto apresenta uma metodologia e estrutura bastante interessante e que pode ser aplicada ao estudo do gerenciamento de ferramentas de usinagem, assim como o mesmo já foi aplicado em muitos estudos de casos em empresas de diferentes setores da economia. Portanto, este método foi utilizado como inspiração para o desenvolvimento do método *Benchmarking* Enxuto Ambiental, proposto neste trabalho e que é apresentado no capítulo 6. A seguir, no capítulo 3 é apresentada a revisão bibliográfica sobre gerenciamento de ferramentas de usinagem.

Figura 2.5 - Gráfico de Barras.



Fonte: Adaptado do LSSP (2011).

### 3 GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica sobre o gerenciamento de ferramentas de usinagem, onde são abordados os fundamentos relacionados a esta técnica.

#### 3.1 INTRODUÇÃO

O termo gerenciamento iniciou-se com a primeira definição clássica apresentada por Henry Fayol: “Gerenciar é prever e planejar, organizar, comandar, coordenar e controlar” (FAYOL, 1942). Apesar de não existir uma aceitação geral sobre o termo “gerenciamento” como atividade, a definição geral apresentada continua se mantendo válida após muitos anos, porém ela tem sido adaptada por escritores mais recentes, como apresentado a seguir:

- "Gerenciamento é um processo social... o processo consiste em... planejamento, controle, coordenação e motivação” (BRECH, 1957 *apud* ZONTA, 2007).
- "As cinco funções essenciais para gerenciamento são: planejamento, organização, direção, liderança e controle” (KOONTZ, 1976 *apud* ZONTA, 2007).

A crescente demanda pela variedade de produtos e a necessidade de menores tempos de produção e em pequenos lotes, são características da produção enxuta, e exige que as ferramentas de usinagem estejam disponíveis no local e momento necessários a sua utilização, na qualidade adequada e ao menor custo.

A diversidade e complexidade dos modernos sistemas de manufatura indicam que o controle do ferramental não pode ser ignorado. Ao mesmo tempo em que se busca extrair o máximo das máquinas e ferramentas de usinagem, busca-se diminuir os custos diretos e indiretos relativos ao seu uso e minimizar o impacto que os problemas relativos à sua utilização têm no processo de produção. Ao mesmo tempo em que se busca minimizar os estoque de ferramentas, e reduzir assim o custo financeiro com estoque e obsolescência de materiais, busca-se também eliminar a falta de ferramentas (FAVARETTO, 2005).

Conforme pesquisa realizada por Perera (1995), 60% das empresas entrevistadas declarou que o controle das ferramentas é um

importante problema operacional. As empresas foram solicitadas a ordenar, por ordem de importância, seus seis principais problemas com ferramentas de usinagem, e o resultando é apresentado abaixo:

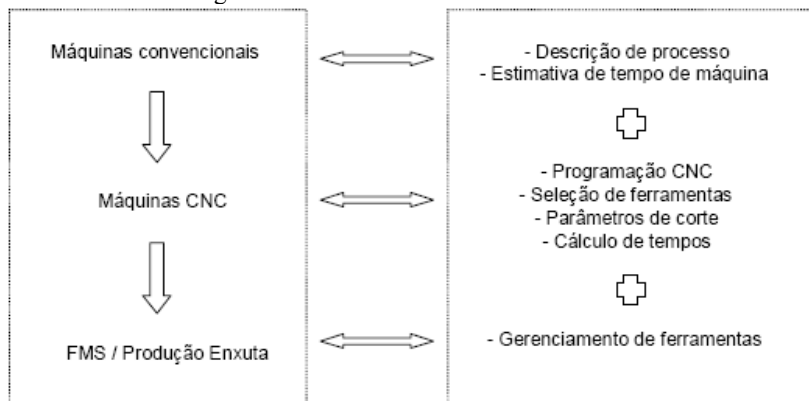
1. Alta variedade de ferramentas no processo;
2. Indisponibilidade de ferramentas;
3. Rastreamento e controle de ferramentas;
4. Alto inventário;
5. Falta de serviços de reafiação e manutenção;
6. Custo do ferramental.

Perera (1995) salienta que, embora problemas como a falta de ferramentas afetem diretamente o desempenho do sistema de produção como um todo, ainda há uma falta de entendimento sobre o papel do ferramental na manufatura hoje. Vários autores têm escrito sobre a importância do gerenciamento de ferramentas em Sistemas Flexíveis de Manufatura (FSM), porém, a escala e natureza dos problemas com ferramentas na indústria tradicional, seu impacto na produtividade e como minimizá-los, ainda não foram suficientemente estudados.

A disponibilidade de bibliografias sobre gerenciamento de ferramentas de usinagem é escassa, confirmado também por autores como Boogert (1994), Turino (2002) e Goldoni (2003). Isso se deve, em parte, ao fato de que só recentemente tem-se despertado para a necessidade do gerenciamento de ferramentas. Boogert (1994) afirma que o interesse no assunto cresceu na década de 1980, quando as ferramentas passaram a ser vistas como uma importante restrição à eficiência da produção. Poucos autores abordam o gerenciamento de ferramentas de forma sistêmica, envolvendo desde a compra até o descarte de ferramentas.

Dentro deste contexto, torna-se clara a crescente importância de um gerenciamento eficiente das ferramentas de usinagem, que surge como necessidade em empresas com pensamento enxuto, como forma de combate aos desperdícios que envolvem ferramentas de usinagem. A Figura 3.1 ilustra a evolução das atividades a serem realizadas para aplicação eficiente de ferramentas de usinagem.

Figura 3.1 - Evolução das atividades a serem realizadas para utilização de ferramentas de usinagem.



Fonte: Adaptado de Boogert (1994), p.14

### 3.2 DEFINIÇÃO DE GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

O termo gerenciamento de ferramentas de usinagem começou realmente a ser discutido somente na década de 1980. De acordo com Plute (1998), no início da década de 1980 o gerenciamento de ferramentas era aplicado apenas ao projeto de ferramentas, controle de uso e controle de inventário. Na década de 1990 havia empresas que ampliaram a aplicação do gerenciamento de ferramentas.

Para Masine (1998 *apud* Favaretto 2005), o gerenciamento de ferramentas é uma estratégia que visa à solução dos problemas relacionados às várias atividades que envolvem o uso de ferramentas, incluindo aquisição, armazenagem, desenvolvimento de base de dados de ferramentas, seleção e alocação de ferramentas, inspeção, preparação (*preset*), entrega às linhas, troca, monitoramento e controle de inventário.

Boehs (2002) descreve o gerenciamento de ferramentas como uma filosofia com abordagem disciplinada, que administra informações para a tomada de decisão, fornecendo as ferramentas na quantidade necessária, no local desejado, no momento certo e na qualidade especificada.

De acordo com Cury (2002) o gerenciamento de ferramentas é uma filosofia que objetiva possibilitar a utilização de todo o potencial que uma ferramenta de usinagem pode oferecer.

Buyurgan (2004) destaca que a necessidade do Gerenciamento de Ferramentas decorre da alta variedade e número de ferramentas de usinagem que são tipicamente encontradas em sistemas de manufatura.

Masine (1998 *apud* Favaretto, 2005) aponta ainda que o gerenciamento de ferramentas é uma abordagem organizada que busca garantir as ferramentas disponíveis para atingir os objetivos da produção, contribuindo para o aumento da produtividade e eficiência.

Como resultado do gerenciamento busca-se (CURY, 2002):

- Reduzir o tempo de preparação das máquinas produtivas;
- Reduzir os estoques e eliminar ferramentas obsoletas ou desnecessárias;
- Controlar o fluxo das ferramentas no chão de fábrica;
- Eliminar controle manuscritos, sistematizar dados gerenciais (quebras, localização, reposição, etc.);
- Definir eficientemente os parâmetros de corte e conseqüentemente a vida da ferramenta;
- Reavaliar procedimentos operacionais;
- Integrar todos os aspectos de gerenciamento da produção.

Os benefícios e funções do gerenciamento de ferramentas são válidos para qualquer tipo de empresa que utiliza processos de usinagem. Porém, as estratégias adotadas em campos específicos desta filosofia podem diferir com os tipos de produtos usinados, tipo do maquinário, tamanhos de lote, com a variação e volume de produção e com a estratégia de planejamento da produção (FAVARETTO, 2005).

### 3.3 IMPORTÂNCIA DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM NA INDÚSTRIA

As ferramentas de usinagem contemplam uma infinidade de formas, tamanhos, materiais e aplicações diferentes. Gerenciar estas informações e saber aplicá-las de maneira correta é uma atividade complexa.

Através de um estudo realizado por Marcondes (2002), podem-se constatar as diversas opções para seleção e aplicação de ferramentas de usinagem. Em seu estudo, foi especificada uma peça a ser usinada e, através de uma amostragem de processistas de diferentes empresas, foi pedido aos mesmos que selecionassem as ferramentas para fabricar a peça. O resultado foi que, por exemplo, para a seleção de pastilha para desbaste, dos 26 processistas entrevistados apenas 3 selecionaram a

mesma pastilha, os demais selecionaram geometrias e tamanhos diferentes. Este resultado mostra a elevada dificuldade na seleção e uso das ferramentas de usinagem devido à grande gama de possibilidades.

Segundo Plute (1998), as ferramentas afetam a estabilidade financeira de qualquer empresa, pois o seu uso, eficiente ou não, contribui para os custos de produção. Sendo isso verdadeiro, como pode um gerente de manufatura, gerente de produto, gerente geral ou até mesmo um diretor ignorar o impacto desse recurso perecível na empresa? Mesmo sendo uma boa pergunta, para a maioria das empresas as ferramentas de usinagem são uma entidade desconhecida ou “alguma coisa” que é de responsabilidade de “alguém”.

O mesmo autor cita que atualmente, com o aumento do custo de ferramentas e a necessidade das mesmas estarem disponíveis de maneira cada vez mais imediata, o valor e a disponibilidade das ferramentas no estoque estão se tornando fatores importantes. As ferramentas podem representar uma fatia substancial do investimento de capital anual. O controle destes gastos não somente repercute na economia em compra de ferramentas, mas também exerce impacto em todas as áreas de produção através de potenciais reduções de custo e aumento da eficiência.

Segundo Adept (2001), “o não gerenciamento de recursos que formam as ferramentas de usinagem pode ser considerado como um crime culposo por negligência. Se as matérias-primas ou trabalhos em curso fossem manipulados da mesma maneira, os administradores seriam considerados maus profissionais ou incompetentes”. Talvez isto não seja uma verdade absoluta, mas o fato é que a grande maioria das empresas nacionais enfrenta sérios problemas devido à falta de maiores cuidados com ferramentas e outros recursos que não estão presentes na produção. Isto tudo independentemente do grau de qualificação que conquistaram satisfazendo as normas de qualidade.

Existem muitas razões para o controle das ferramentas, mas nenhuma é tão dramática quanto à redução dos custos de manufatura. O impacto da redução destes custos através do gerenciamento de ferramentas é bastante elevado e difícil de ser reconhecido. Porém, um estudo realizado em 1987 nos Estados Unidos chamado de *Metalworking Production Survey* (Pesquisa sobre o setor produtivo metal mecânico) revelou alguns fatos significativos relativos ao percentual do custo de ferramentas na fabricação (PLUTE, 1998), os quais são:

- Na produção em larga escala, como veículos e produtos da linha branca, o custo com ferramentas varia de 2 a 4% do custo de manufatura;
- Na produção com tamanho de lote médio, o custo com ferramentas varia de 6 a 8% dos custos de manufatura;
- Na produção em baixa escala e elevada tecnologia, como aviões, o custo de ferramentas varia de 8 a 12% dos custos de manufatura.

Segundo Akturk (2002), aproximadamente 50% dos custos anuais de fabricação da indústria norte-americana estão na indústria metal mecânica, e dois terços desses custos estão relacionados a ferramentas de usinagem.

Estudos europeus anteriores ao estudo americano sugerem que o custo de ferramentas na produção é de aproximadamente 33%, e que o restante dos custos divide-se entre mão-de-obra e máquina-ferramenta (PLUTE, 1998).

Uma das hipóteses sobre a significativa diferença entre o estudo norte-americano e o europeu é que o primeiro possivelmente baseou-se somente nos custos de aquisição de ferramentas, enquanto o segundo focalizou os impactos do custo total de produção levando em consideração outros aspectos como, por exemplo, a parada de máquina por falta de ferramenta.

As empresas em geral não estão a par do fato que ferramentas, principalmente as usadas em processos de usinagem, representam aproximadamente 4 bilhões de dólares por ano. Este valor corresponde aproximadamente à metade do mercado mundial de máquinas-ferramenta (PLUTE, 1998). Qualquer redução nesses valores é bem-vinda não somente para o caixa das empresas, mas também para o valor repassado no produto para o cliente.

Ainda, cabe aqui uma análise comparativa entre o valor da ferramenta em relação à máquina que a utiliza (MASON, 1993):

- De 20 a 25% do custo inicial de um equipamento é investido em ferramentas para que o equipamento possa entrar em condições de operação para a produção;
- No final da vida útil do equipamento, um valor que corresponde de 7 a 10 vezes o seu valor será gasto em ferramentas.

Estes valores indicam que há uma necessidade de enfatizar a importância das ferramentas no que diz respeito ao seu reflexo sobre os custos totais de produção. Buscar a otimização da sua utilização,



explorando ao máximo sua vida útil, não é apenas questão de racionalidade, como se pensa atualmente, mas principalmente de competitividade e sobrevivência. Resultados expressivos podem e devem ser almejados por uma estratégia eficaz de organização. Assim se apresenta e se justifica a implantação das técnicas de gerenciamento de ferramentas (ADEPT, 2001).

### 3.4 PROBLEMAS RELACIONADOS ÀS FERRAMENTAS DE USINAGEM NA INDÚSTRIA

Originalmente, a maioria das máquinas-ferramenta era equipada com um jogo de ferramentas. O operador da máquina era o responsável pela montagem e preparação da ferramenta e do uso da ferramenta de usinagem. Porém, as máquinas convencionais mudaram para comandos CNC versáteis, o que iniciou o desenvolvimento de uma extensa variedade de ferramentas de usinagem. Este desenvolvimento, envolvendo também novos materiais de corte, tinha a intenção de atender as melhorias na tecnologia da fabricação. Por outro lado, fatores relacionados às máquinas como os diversos fusos e magazines de ferramenta resultaram no desenvolvimento de sistemas modulares, oferecendo maior flexibilidade para o uso dos componentes da ferramenta. Devido a este desenvolvimento, os custos com ferramentas crescem constantemente. Análises de investimento confirmam esta tendência e revelam o crescimento contínuo do capital investido em ferramentas (BOOGERT, 1994).

Estudos na área de gerenciamento de ferramentas constataram que as ferramentas de usinagem podem representar até 25% do custo total de fabricação. Este percentual envolve, além do consumo normal de ferramentas (MASON, 1993):

- Perdas por uso indevido ou inadequado;
- Perdas atribuídas ao uso de ferramentas obsoletas ou improdutivas;
- Gastos com recondicionamento das ferramentas;
- Investimentos em estoques de tamanhos inadequados;
- Despesas com armazenamento e transporte, muitas vezes envolvendo falta de critérios;
- Perda de tempo devido à dificuldade de localização de ferramentas no chão-de-fábrica;
- Dificuldades envolvendo o projeto e o planejamento de processos, pela falta de informações para a produção.

A principal característica de uma empresa que não emprega o gerenciamento de ferramentas é a grande quantidade de pedidos de compra emergenciais. Ao observar um estoque típico de uma grande empresa, encontram-se aproximadamente 15.000 itens diferentes, e para uma ou até mesmo duas pessoas tentar manter isso atualizado em um sistema manual, seria simplesmente impossível. No caso de 20 ou 30 pessoas no chão de fábrica talvez isso seja possível. Porém, se forem 100 pessoas, será difícil não só manter o estoque atualizado, mas também ter informações atualizadas sobre o consumo e as mudanças que ocorrem no estoque (HARPER, 2003).

A seguir são apresentados alguns valores que ilustram quantitativamente a importância do gerenciamento de ferramentas (MASON, 1993):

- Nas indústrias dos Estados Unidos, 16% da produção programada não é realizada porque as ferramentas não estão disponíveis para a produção no momento e local de uso;
- 50% do estoque de ferramentas é considerado obsoleto.

Para solucionar parte destes problemas, deve-se também analisar as ferramentas no momento da liberação pela engenharia de processo, e não tratar o gerenciamento de ferramentas como simplesmente um problema logístico (MARCZINSKI, 2002). Seguindo esta linha de pensamento, pode-se identificar algumas fontes de ineficiência, tais como (MARCZINSKI, 2002):

- Grande número de componentes distintos que o chão de fábrica necessita gerenciar;
- Diferentes geometrias de ferramentas;
- Erros de cadastramento de informações nos sistema de controle do chão de fábrica.

Esta lista sugere que muitas das decisões que afetam diretamente o gerenciamento de ferramentas são tomadas antes do início do controle físico das ferramentas. De fato, 70% das dificuldades encontradas no chão de fábrica são criadas na Engenharia de Processo, onde a geometria da ferramenta é desenvolvida juntamente com os fornecedores e as operações do processo (MARCZINSKI, 2002).

Tendo em vista estes problemas, torna-se evidente que as empresas precisam tomar medidas eficazes e urgentes com o intuito de reduzir os custos dos seus meios de produção, principalmente em relação às ferramentas de usinagem.

### 3.5 OBJETIVOS DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

Os objetivos principais do gerenciamento de ferramentas devem ser reduzir os custos e eliminar os distúrbios no processo produtivo que podem ser causados por problemas relativos ao uso de ferramentas de usinagem, contribuindo para alcançar um fluxo contínuo da produção (FAVARETTO, 2005).

Boogert (1994) definiu os seguintes objetivos principais do Gerenciamento de Ferramentas:

- Minimizar distúrbios no processo de produção;
- Maximizar a utilização dos recursos (máquinas e ferramentas);
- Minimizar a quantidade de refugos;
- Reduzir os custos gerais com ferramentas pela padronização e racionalização.

Favaretto (2005), baseando-se nos objetivos gerais mencionados acima, resumiu os objetivos específicos do Gerenciamento de Ferramentas da seguinte forma:

- Reduzir estoques e obsolescência;
- Padronizar as ferramentas utilizadas;
- Eliminar a falta de ferramentas;
- Aumentar a produtividade;
- Reduzir o custo com ferramentas;
- Controlar a localização e fluxo de ferramentas no chão de fábrica;
- Reduzir os tempos de preparação de máquinas;
- Reduzir quebras de ferramentas;
- Garantir a disponibilidade de informação precisa e atualizada;
- Fortalecer relacionamento com fornecedores;
- Garantir a qualidade dos serviços de recondicionamento e preparação de ferramentas;
- Garantir a qualidade da peça produzida;
- Garantir atualização tecnológica;
- Garantir o uso ecologicamente correto de ferramentas de usinagem.

Goldoni (2003) afirma que o propósito primordial do gerenciamento de ferramentas é aumentar a produtividade, eliminar os

desperdícios e melhorar a qualidade dos produtos mediante a redução das interrupções no fluxo normal, que ocorrem quando há desgastes prematuros de ferramentas, quebras inesperadas, indisponibilidade e baixa qualidade nas peças, entre outros distúrbios que podem ocorrer nas linhas produtivas.

O planejamento para atingir estes objetivos é dividido em três grandes áreas: Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, os quais são abordados na seção 3.7.

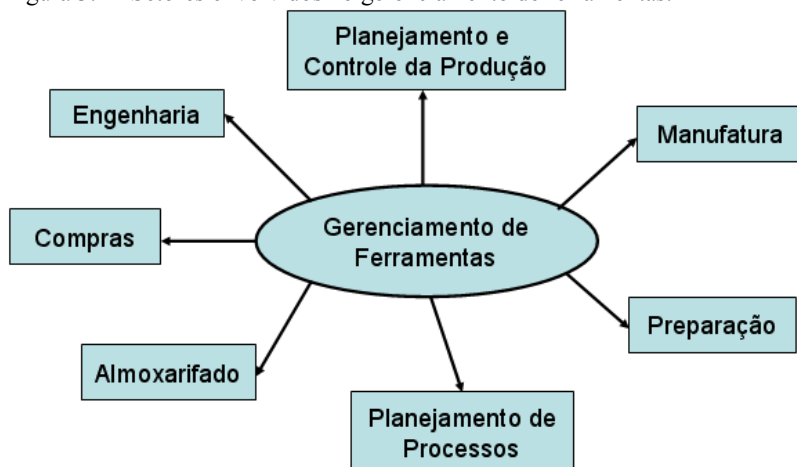
### 3.6 SETORES ENVOLVIDOS COM O GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

Numa empresa metal-mecânica, diversos são os setores que podem obter benefícios com a aplicação efetiva do gerenciamento de ferramentas de usinagem. A integração entre estes setores é potencializada através da aplicação de um *software* de gerenciamento. O sucesso do emprego de um sistema gerenciador de ferramentas está no envolvimento e participação dos diversos setores da empresa, os quais devem contribuir no âmbito de suas responsabilidades para a manutenção das informações cadastradas (STEVAN, 1999).

Conforme Adept (2001), o gerenciamento de ferramentas deve se relacionar, de uma forma ou de outra, com quase todos os setores da fábrica. Entretanto, alguns setores são especialmente envolvidos e beneficiados com esta filosofia de trabalho. Favaretto (2005) afirma que o gerenciamento de ferramentas deve ser tratado como uma estratégia interdepartamental, tendo o apoio e comprometimento da alta gerência. Os objetivos somente serão plenamente atingidos através do pleno entendimento, cooperação e compartilhamento de objetivos e informações entre todos os departamentos da empresa envolvidos com o gerenciamento.

A Figura 3.2 apresenta os diferentes setores envolvidos com o gerenciamento de ferramentas. Deve-se observar que estes setores se inter-relacionam de acordo com as informações obtidas ou fornecidas para com os demais.

Figura 3.2 - Setores envolvidos no gerenciamento de ferramentas.



Fonte: Adaptado de Boogert (1994), p.24

A seguir são apresentadas as atividades para cada setor envolvido dentro de uma empresa no gerenciamento de ferramentas, bem como cada setor se relaciona com os demais.

### Planejamento de Processos

É um dos principais usuários deste sistema, tendo como principal atividade a elaboração de documentos destinados à seleção de ferramentas e dispositivos adequados ao tipo de peça a ser usinada. Para esta atividade, os processistas não apenas tem de conhecer todos os detalhes técnicos das ferramentas e dos processos, mas também que ferramentas a fábrica possui, fazer a seleção dos *setups* e elementos de fixação, seleção dos processos de usinagem e as ferramentas correspondentes, determinação da trajetória das ferramentas e dos parâmetros de usinagem, geração de dados de saída CNC, projeto de ferramentas especiais e a composição dos conjuntos de ferramentas, e poderão também avaliar quais são as melhores ferramentas para cada tipo de peça, de menor custo ou maior disponibilidade.

Além disso, responsabiliza-se pelo cadastramento técnico dos dados e a inserção de novas ferramentas, dispositivos e máquinas. As informações geradas serão disponibilizadas ao setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) na geração das ordens de fabricação, bem como para o setor de Engenharia no auxílio de desenvolvimento de novos produtos.

### Planejamento e Controle da Produção

Tem como principal função a geração das ordens de produção, tendo em vista a disponibilidade das ferramentas e outros recursos no setor de almoxarifado ou em uso na produção no chão de fábrica, ou seja, pode haver a previsão de uma possível troca de ferramentas entre as máquinas.

Após o planejamento técnico dos trabalhos atribuídos a um dado período de planejamento ter sido concluído, a seqüência de execução e os horários de partida dos trabalhos devem ser determinados, ao verificar a disponibilidade dos recursos auxiliares e tendo em conta a situação real do chão-de-fábrica. Se houver indisponibilidade da ferramenta necessária, é fundamental que seja consultada a existência de pedidos desta ferramenta junto à área de compras. As ordens de produção e as informações geradas por este setor serão disponibilizadas para o controle do chão de fábrica executar e controlar a produção. O chão de fábrica faz um *feedback* do desempenho das ferramentas para os setores de Planejamento de Processos e Engenharia.

### Almoxarifado

É um dos setores mais beneficiados pelo gerenciamento, onde grandes melhorias poderão ser obtidas. Com uma eventual aplicação de um *software* de gerenciamento, o almoxarife será capaz de localizar com o auxílio do computador, a qualquer momento, onde está cada ferramenta. Além disto, poderá criar uma cultura na empresa sobre como executar e substituir componentes de uma montagem.

A implantação pode levar a uma reorganização física e nova disposição de ferramentas e dispositivos nos locais de armazenagem, eliminação de documentos obsoletos e/ou controles manuscritos, identificação de locais de armazenagem, dinamização do processo de busca e seleção, controle de estoques e aquisições. O almoxarifado poderá ser responsabilizado no recebimento pela inspeção das ferramentas novas e também pelas ferramentas encaminhadas para a manutenção. Ele disponibilizará também informações ao setor de Planejamento e Controle da Produção da existência de ferramentas disponíveis a produção, e também ao setor de Compras da necessidade de aquisição de novas ferramentas ou encaminhamento a serviços terceirizados, como reafiação e revestimento.

### Compras

Deve ser frequentemente informado, pelo Almojarifado ou pelo Planejamento e Controle da Produção, das ferramentas que devem ser encomendadas. Para que isso ocorra é necessário que o setor tenha acesso a informações dos fornecedores da empresa, código da ferramenta do fornecedor e o número de componentes necessários.

O histórico de compra de cada ferramenta (como por exemplo, preço e prazos de entrega) também são informações muito importantes que devem ser consideradas em um novo processo de aquisição. As aquisições das ferramentas podem ser feitas permitindo a seleção rigorosa de fornecedores. É de fundamental importância que as ordens de compra sejam liberadas para os vendedores com tempo suficiente para garantir a sua entrega.

As compras devem ser fundamentadas em características comerciais e técnicas, disponibilizadas pelo banco de dados. Tais informações vêm da análise do setor de Planejamento de Processos quanto ao desempenho de determinadas ferramentas e quanto às quantidades a serem adquiridas para atender o almojarifado. No recebimento, a presença das ferramentas deve ser registrada no banco de dados do sistema de gerenciamento de ferramentas.

### Engenharia

Antes de elaborar o projeto, os projetistas poderão conhecer as ferramentas, dispositivos de fixação, máquinas-ferramentas e outros elementos da produção disponíveis na empresa. Com isto, pode-se definir a forma e selecionar o material adequado ao produto em desenvolvimento, evitando-se também o projeto de detalhes nas peças que impliquem em aquisições de novas ferramentas. A ligação estreita entre as dimensões de formas de projeto e ferramentas padronizadas reduz a quantidade de perturbações referente ao desenvolvimento e seleção de ferramentas.

Partindo deste princípio, será possível ao almojarifado padronizar suas ferramentas, reduzindo custos de aquisição e de manutenção. Um *feedback* das informações provenientes do chão de fábrica deve ser analisado, a fim de melhorar o conhecimento sobre o desempenho das ferramentas.

### Preparação

Responsável pela montagem das ferramentas conforme as folhas de preparação geradas pelo setor de Planejamento de Processos. Realiza o *presetting* (preparação) e envia os valores de correção para as máquinas-ferramenta. Recebe as montagens e as inspeciona, gerando os relatórios de falhas que podem ser registrados no sistema de gerenciamento de ferramentas em tempo real, o qual é utilizado para todas as atividades deste setor.

### Manufatura

Inicia-se quando as informações de recursos de ferramentas e matérias-primas estiverem disponíveis. É realizado o recebimento de dados sobre a utilização das ferramentas, dos setores de Planejamento de Processos e Planejamento do Controle da Produção, como instrução de preparação da máquina, da peça e da montagem, e também dos parâmetros de usinagem para as ferramentas.

Além disto, cada máquina pode ser considerada um ponto de controle sobre a movimentação, motivando uma organização de *layout* dos locais de armazenagem junto às máquinas. No retorno da ferramenta ao estoque, informações como o tempo de usinagem, velocidade de corte, forças, entre outros, devem ser monitorados e armazenados junto com a ferramenta para posteriores avaliações de desempenho, pelos setores de Engenharia e Planejamento de Processos.

## 3.7 ÁREAS DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

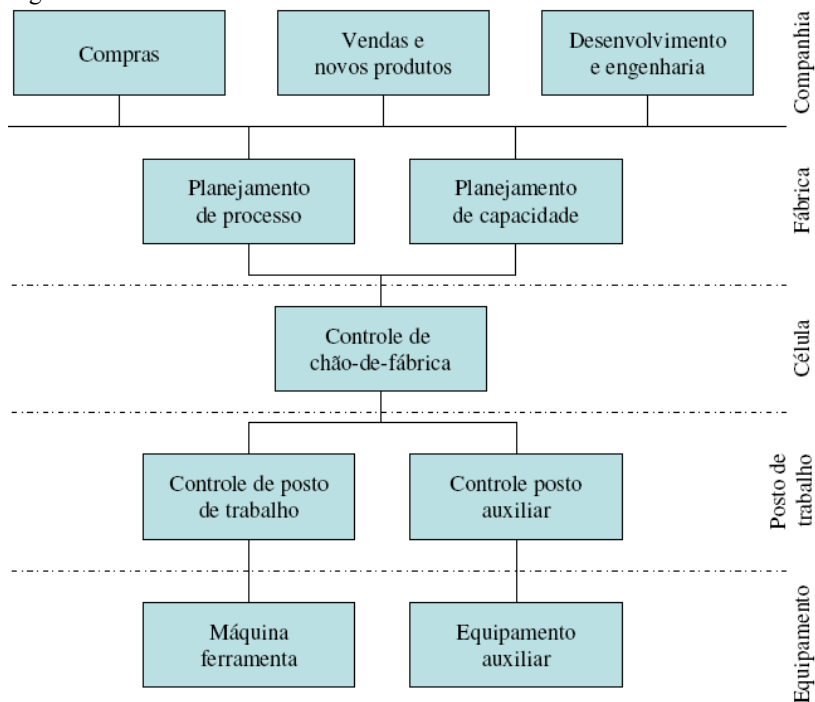
Para a maioria das pessoas do setor metal mecânico, a primeira coisa que vem à mente quando se trata de gerenciamento de ferramentas é o controle logístico de ferramentas no chão de fábrica. Tal constatação se justifica pelo fato que a aplicação de um controle logístico é normalmente a primeira etapa para a implantação do gerenciamento de ferramentas em uma empresa, causada pelo fato que os problemas relacionados ao controle de estoque de suas ferramentas serem normalmente prioritários aos demais (ZONTA, 2007).

Boogert (1994) afirma que para ambos os tipos de produção, seja com tamanho de lote pequeno ou grande, a disponibilidade de ferramentas e a exatidão de informações técnicas de usinagem são fatores críticos para a confiabilidade do processo de produção.



Vários autores apresentam quais devem ser as funções do gerenciamento de ferramentas, e dentre eles Boogert (1994) descreve um modelo de manufatura, conforme apresentado na Figura 3.3.

Figura 3.3 - Modelo de referência de manufatura.



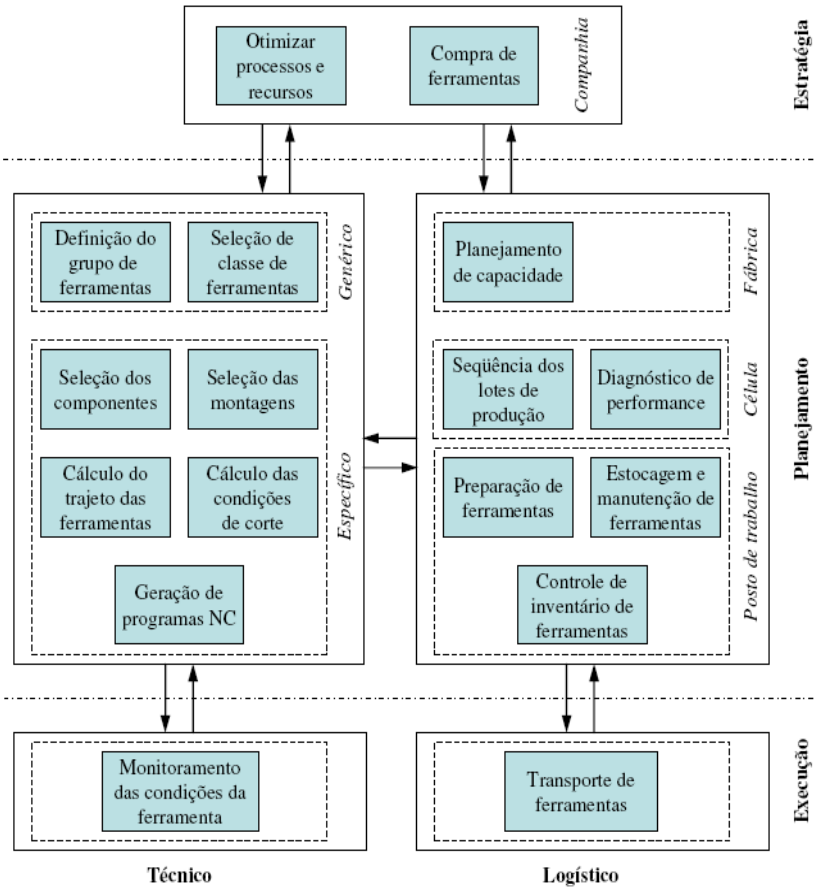
Fonte: Adaptado de Boogert (1994), p.3

A partir deste modelo, o mesmo autor desenvolve um modelo teórico para o gerenciamento de ferramentas, apresentado na Figura 3.4.

O modelo de referência de gerenciamento de ferramentas (Figura 3.4) consiste basicamente de três áreas, as quais são:

- Planejamento Estratégico;
- Planejamento Técnico;
- Planejamento Logístico.

Figura 3.4 - Modelo de referência de gerenciamento de ferramentas.



Fonte: Adaptado de Boogert (1994), p.44

De acordo com Boogert (1994), cada \u00e1rea \u00e9 respons\u00e1vel por um conjunto de a\u00e7\u00f5es que, agrupadas, ir\u00e3o formar um modelo completo, com todas as funcionalidades necess\u00e1rias para a obten\u00e7\u00e3o dos resultados esperados pelo gerenciamento de ferramentas.

Conforme Goldoni (2003), de maneira sucinta, o Planejamento Estrat\u00e9gico envolve a padroniza\u00e7\u00e3o, diminui\u00e7\u00e3o de variedades e compra de ferramentas, al\u00e9m de redu\u00e7\u00e3o dos componentes em estoque com a administra\u00e7\u00e3o eficiente do consumo. O Planejamento T\u00e9cnico \u00e9 respons\u00e1vel pela sele\u00e7\u00e3o e uso dos recursos das ferramentas, enquanto o Planejamento Log\u00edstico responsabiliza-se pelo fluxo de informa\u00e7\u00f5es

(capacidade, diagnóstico de desempenho e seqüenciamento) e fluxo físico das ferramentas (armazenamento, manutenção, disponibilização, preparação e transporte até a máquina-ferramenta).

Para se obter os resultados almejados se deve abranger, em médio prazo, todas as áreas para garantir o sucesso da implantação, pois todos os setores de uma empresa que necessitam de informações sobre as ferramentas de usinagem podem ser beneficiados, conforme já comentado na seção 3.6.

Nas seções a seguir serão apresentadas de forma mais detalhada as três grandes áreas de atuação para a implantação de um gerenciamento de ferramentas eficiente: o Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico.

### **3.7.1 Planejamento Estratégico**

O planejamento estratégico está relacionado à normalização das ferramentas, diminuição da variedade, aquisição de ferramentas novas, redução dos componentes em estoque e ao acompanhamento preciso do consumo (ZONTA, 2007).

Boogert (1994) afirma que as decisões estratégicas negociam a possibilidade de expandir ou reduzir a capacidade dos recursos, ou seja, são responsáveis por definir a ferramenta correta para cada máquina.

Favaretto (2005) relaciona algumas atividades ao planejamento estratégico:

- Definição de indicadores de desempenho e metas;
- Gerenciamento do relacionamento com fornecedores de ferramentas de usinagem;
- Questões ambientais;
- Padronização de ferramentas.

Algumas atividades que também podem ser relacionadas ao planejamento estratégico são:

- Inventário de ferramentas e máquinas;
- Racionalização de ferramentas;
- *Software* de apoio ao gerenciamento de ferramentas;
- Terceirização.

### 3.7.2 Planejamento Técnico

Conforme Boogert (1994), o planejamento técnico tem como meta selecionar as ferramentas de usinagem que possibilitam um processo mais econômico e que atendam as necessidades requeridas para a qualidade do produto. Portanto, um planejamento técnico eficiente ocasiona uma redução de paradas de máquina, além da diminuição no número de ferramentas a serem utilizadas na usinagem, resultando em um processo mais confiável. No planejamento técnico se define a ferramenta mais adequada para cada operação de usinagem.

Favaretto (2005) menciona que o planejamento técnico engloba diversas atividades relacionadas à seleção, otimização e resolução de problemas com ferramentas de usinagem. Dentre essas atividades tem-se:

- Criação e manutenção de uma base de dados para ferramentas;
- Sistema de identificação de ferramentas;
- Seleção de ferramentas, parâmetros de corte, e geração de programas CNC;
- Controle e minimização de distúrbios no processo devido a problemas com ferramentas;
- Controle, prevenção e redução de quebra de ferramentas;
- Redução de custo por peça;
- Redução de tempos de processo;
- Procedimento sistêmico para teste e substituição de ferramentas;
- Capabilidade do processo;
- Controle de vida de ferramentas;
- *Jidoka*;
- Manutenção de documentos atualizados;
- Desenvolvimento de novos produtos;
- Qualificação da mão-de-obra;
- Trabalho padronizado;
- *Kaizen*.

### 3.7.3 Planejamento Logístico

Para Zonta (2007), se constituem funções importantes no planejamento logístico do gerenciamento de ferramentas, a preparação e armazenamento de componentes e montagens de ferramentas, assim como o transporte destes para as máquinas para contribuir na

diminuição nos tempos secundários da usinagem. O planejamento logístico possibilita a disponibilização da ferramenta correta no local correto e dentro do prazo determinado.

O planejamento logístico é dividido em fluxo de informações e fluxo físico. O fluxo de informações é responsável pelas funções de planejamento da capacidade, diagnóstico de performance e sequenciamento dos lotes de produção. No fluxo físico, dentre as ações destacam-se o armazenamento de ferramentas, o tratamento das ferramentas com relação à manutenção e disponibilização das mesmas à produção, montagem, preparação, desmontagem e transporte até os locais de utilização. Desta forma, o planejamento logístico envolve tudo o que diz respeito à movimentação física das ferramentas.

Algumas atividades que também podem ser relacionadas ao planejamento logístico são:

- Armazenamento de ferramentas;
- Estoque de porta-ferramenta e componentes de reposição;
- Estratégia de alocação de ferramentas para as linhas de produção;
- Quantidade de *sets* em giro;
- Determinação do fluxo de ferramentas dentro do setor de ferramentas;
- Estratégias de movimentação de ferramentas;
- Manutenção de ferramentas;
- Afiação e *preset*;
- Inspeção no recebimento;
- Determinação da quantidade e tipo de componentes em estoque;
- Troca rápida de ferramentas.

### 3.8 RECURSOS PARA O GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

Existem diversos recursos oferecidos no mercado que auxiliam na maximização dos resultados do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Estes recursos vão de simples melhorias na identificação e organização das ferramentas no chão de fábrica, até o uso de um *software* específico para gerenciar ferramentas.

### 3.8.1 Organização Física das Ferramentas

Conforme Zonta (2007), uma das etapas primordiais para uma empresa que queira iniciar a implantação de um Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem efetivo é garantir o mínimo de organização exigido, realizando uma boa identificação, alocação e condicionamento das ferramentas para que possam ser facilmente localizadas e que não ocorra um desgaste prematuro devido às más condições de armazenamento.

Quanto ao armazenamento de ferramentas, existem diversos sistemas práticos que permitem criar no chão de fábrica um ambiente organizado. Uma solução é apresentada na Figura 3.5, onde as ferramentas que estão na posição verde estão prontas para o uso na máquina-ferramenta, porém quando estiverem na posição vermelha elas já foram usadas e necessitam de manutenção. Neste caso, o armário é utilizado para a disponibilização de ferramentas presetas junto às máquinas-ferramenta.

Figura 3.5 - Modelo de disponibilização de ferramentas junto à máquina-ferramenta.



Fonte: Matoso (2003), p.5

Além disso, é necessária a preocupação quanto ao transporte e alocação das montagens de ferramentas nas máquinas-ferramenta. A Figura 3.6 ilustra um modelo de carrinho para transporte das ferramentas entre as máquinas e o estoque ou sala de ferramentas.

Figura 3.6 - Modelo de armários e carrinhos para transporte de ferramentas no chão de fábrica.



Fonte: DFM (2004)

É possível observar que no próprio carrinho existe a separação entre ferramentas prontas para o uso e ferramentas usadas, evitando enganos quanto às mesmas. De acordo com o porte da empresa, a forma e a disposição do armazenamento das ferramentas nos carrinhos podem mudar, mas se mantém a diferenciação das ferramentas entre novas e usadas.

A simples implantação de uma dessas soluções não faz com que os problemas organizacionais quanto as ferramentas sejam resolvidos. Certamente poderão ser amenizados, mas isto dependerá do porte da empresa, do nível de organização atual e da maneira como estes recursos serão utilizados. De nada adianta implementá-los em um ambiente em que os procedimentos de trabalho continuam favorecendo a desorganização e o descontrole (CASTRO, 2005).

### 3.8.2 Dispensadores Automáticos de Ferramentas

Já bastante difundido hoje em dia pelos fornecedores de ferramentas, a eficácia ou não destes equipamentos depende de fatores que vão desde o porte da empresa, volume e característica da produção, as ferramentas a serem armazenadas e a quantidade a ser instalada. Recomenda-se que os seguintes questionamentos sejam feitos antes de se partir para a implantação deste recurso (CASTRO, 2005):

- Qual o nível de segurança necessário?

- Qual o tamanho e formato dos itens a serem estocados?
- Serão armazenados itens consumíveis e/ou não consumíveis?
- Qual a quantidade de itens e de dispensadores necessários?
- O estoque é central e/ou descentralizado?

Castro (2005) cita que as situações em que o dispensador pode ser um bom apoio na administração das ferramentas são:

- Quando há necessidade de grandes deslocamentos ao almoxarifado central para solicitar ferramentas;
- Há excesso de itens mantidos em estoques de apoio no chão de fábrica (como em armários ao lado das máquinas-ferramenta);
- Nem todos os turnos de trabalho possuem um almoxarife encarregado;
- É necessário limitar a retirada diária de ferramentas;
- O almoxarifado é aberto (dificultando a manutenção e definição de níveis corretos de estoque, a localização de itens, entre outros).

Os principais recursos tecnológicos apresentados pelos dispensadores de ferramentas são (CASTRO, 2005):

- O fornecedor e o responsável podem checá-lo remotamente (via Internet) e reabastecê-lo conforme a necessidade;
- O usuário pode acessar via Internet as informações sobre as retiradas, inventário, gastos e compras;
- São compatíveis com leitores de código de barras;
- Possibilitam a integração com sistemas de gerenciamento de ferramentas.

Castro (2005) cita que os resultados que podem ser esperados utilizando este recurso são:

- Reduções de consumo após 4 meses;
- Eliminação de estoques de segurança;
- Minimização da falta de ferramentas;
- Eliminação do deslocamento até o almoxarifado central;
- Acesso à informação em tempo real sobre utilização das ferramentas.

Outra vantagem está relacionada ao processo de compra de itens, pois os mesmos poderão estar consignados garantindo a redução dos



valores de estoque da mesma. Recomenda-se a utilização das dispensadoras como sendo uma solução otimizada para itens de estoque que têm rápida movimentação.

A Figura 3.7 apresenta um modelo de dispensador de ferramentas o qual funciona conectado à internet. As informações sobre cada transação realizada nesta máquina são enviadas via internet em um servidor central, bastando ao funcionário ter um simples acesso à internet, estando dentro da empresa ou não, para obter relatórios sobre o uso e consumo das ferramentas de sua empresa. Além disso, este recurso permite o envio de mensagens de texto via telefone celular, informando necessidade de compras emergenciais e falta de ferramentas no estoque.

Figura 3.7 - Dispensadores automáticos de ferramentas.



Fonte: Sandvik Coromant (2004).

### 3.8.3 Softwares Gerenciadores de Ferramentas

Conforme Zonta (2007), gerenciar de maneira eficiente todos os dados técnicos e logísticos que envolvem as ferramentas de usinagem tem sido um problema crescente para as indústrias do setor metal mecânico. As discussões e o desenvolvimento de um *software* especialista começaram no início dos anos 80 e atualmente encontra-se em constante evolução.

O *software* de gerenciamento de ferramentas atua diretamente na organização das ferramentas. Primeiro, porque ele induz a uma

reavaliação de procedimentos e de layout buscando sempre uma maior funcionalidade. Segundo, porque é sua função mostrar o que realmente acontece no chão de fábrica, ou seja, integrar bem todos os aspectos de gerenciamento da produção (ADEPT, 2001).

Conforme Harper (2003), estudos feitos por pesquisadores franceses levantaram a uma série de funções que foram relacionadas através de características que devem ser esperadas de um sistema especialista de gerenciamento de ferramentas de usinagem. A Figura 3.8 cita estas características.

Figura 3.8 - Características de um sistema especialista de gerenciamento de ferramentas de usinagem.



Fonte: Adept (2001), p.10

Para Zonta (2007), a constante evolução dos sistemas gerenciadores de ferramentas trouxe ao mercado uma linha de *softwares* com maior flexibilidade e capacidade de integração em diversos pontos da manufatura. Atualmente existem no mercado sistemas capazes de realizar interface com máquinas de *presetting*, sistemas CAD/CAM, simuladores de usinagem, sistemas ERP, catálogos eletrônicos de fabricantes, sistemas de códigos de barras, controle logístico via chip e sistema de armazenamento automático.

Castro (2010) descreve alguns dos principais resultados obtidos ao longo de sua experiência no assunto:

- Redução em 90% no tempo necessário para localizar uma ferramenta, pois o sistema passou a indicar exatamente onde ela está;
- 75% de redução de ferramentas perdidas;
- 40% de redução dos custos com ferramentas consumíveis;
- 20% de redução dos custos com ferramentas reutilizáveis;
- 20% de redução nos custos anuais médios de estoque de ferramentas;
- Fornecimento *just in time* para as máquinas;
- Aumento da utilização das máquinas;
- Aumento da velocidade dos trabalhos;
- Melhoria do controle;
- Itens redundantes passaram a ser facilmente identificados;
- Entre outros.

Para Castro (2010), o fato mais importante que vem sendo revelado por empresas que utilizam um sistema gerenciador de ferramentas são as economias obtidas (maiores que 20%) em compras de novas ferramentas e substanciais economias no tempo de produção e no planejamento do processo. Os sistemas de gerenciamento de ferramentas são uma das poucas tecnologias que dão bom retorno em troca de um pequeno investimento como já afirmaram alguns usuários que já tiveram esta experiência.

### 3.9 TERCEIRIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

A falta de mão-de-obra especializada disponível para a implantação do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem, e o aumento do número de empresas focadas em seu produto e não nos recursos indiretos, trouxe a terceirização do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem como uma alternativa para a implantação desta filosofia.

Tendência mundial, o *outsourcing* (o qual designa a ação que existe por parte de uma organização em obter mão-de-obra de fora da empresa, ou seja, mão-de-obra terceirizada) está se integrando cada vez mais à paisagem industrial brasileira. Isto se explica porque, no Brasil assim como no mundo, as corporações passaram a entender que para

serem competitivas, é preciso concentrar-se no seu negócio principal (*core business*), terceirizando atividades nas quais empresas parceiras possam apresentar melhor desempenho (OMU, 2003).

Leiria (1995) afirma que com a terceirização, a empresa pode concentrar toda a sua energia na atividade-fim. Mais agilidade empresarial significa maior produtividade e qualidade do produto final, atendendo às exigências de competitividade nos mercados interno e externo. A médio e longo prazo, a contratação de terceiros implica também uma economia significativa de recursos. Está provado, o terceiro sempre encontra soluções mais criativas e menos onerosas para o seu negócio. O desperdício por comodismo, vício comum a qualquer empresa, tende a desaparecer.

De modo geral, Polônio (2000) afirma que os principais benefícios observados na terceirização são:

- Redução de custos operacionais;
- Redução de despesas administrativas;
- Redução de encargos trabalhistas e previdenciários;
- Melhor qualidade no resultado dos trabalhos.

A redução de custos operacionais decorre, substancialmente, da eliminação da ociosidade, quase sempre presente, em maior ou menor grau, na mão-de-obra que se pretende terceirizar.

A redução de despesas relacionadas à administração das atividades que se pretende terceirizar concentra-se, basicamente, na administração de recursos humanos relacionada aos empregados locados na atividade, podendo estar presentes ainda nas atividades administrativas de compra de insumos e materiais de produção, entre outros.

Por fim, é de se esperar maior eficiência no processo de produção/comercial ou de prestação de serviços da empresa terceirizada, relativas às atividades essenciais do seu ramo de negócio, resultando, em decorrência, em melhoria da qualidade e produtividade dos bens e/ou serviços por ela vendidos. Isto resulta de dois fatores principais: o primeiro está relacionado com a melhoria dos produtos/serviços terceirizados, e o segundo, como consequência, permite a empresa terceirizada concentrar suas energias na atividade principal.

Segundo Polis (2005), os serviços prestados por empresas que terceirizam o gerenciamento de ferramentas de usinagem são divididos em quatro grandes funções:

- **Função Suprimentos/Logística:** aquisição/compra de ferramentas e serviços; logística, análise e controle do estoque; desenvolvimento de fornecedores; controle e redução dos materiais obsoletos.
- **Função Presetting ou Preparação:** recolhimento das ferramentas desgastadas na linha de usinagem; distribuição nos pontos de utilização; análise do estado geral das ferramentas, inclusive dos meios de fixação; preparação antecipada de kits de ferramentas; organização dos locais de guarda; controle da movimentação de ferramentas; montagem e *presetting* das ferramentas (em equipamentos de *preset*).
- **Função Reafiação:** avaliação do desgaste das ferramentas; renovação do fio de corte em afiadoras convencionais e/ou CNC; realização de sugestões e testes para melhoria das geometrias de corte; administração da logística para reafiação externa e/ou aplicação de novos revestimentos (envio, recebimento, prazo de entrega, etc.); orientação técnica aos fornecedores de ferramentas.
- **Função Engenharia de Aplicação:** análise, acompanhamento e suporte técnico das ferramentas na produção por técnicos qualificados; apoio ao cliente para o desenvolvimento de ferramentas para novos produtos; coordenação dos trabalhos técnicos dos fornecedores; elaboração de indicadores de performance com foco na redução contínua de custos; trabalhos para melhorias de produtividade; acompanhamento de testes de ferramentas; emissão de relatórios de testes técnico-econômicos de ferramentas; acompanhamento da vida útil das ferramentas; atualização de planos de processos; entre outras.

### 3.10 GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM ATRAVÉS DE ALIANÇAS ESTRATÉGICAS

Além da própria terceirização do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem, um novo modelo vem ganhando espaço no setor metal mecânico. As chamadas alianças estratégicas visam o apoio mútuo e o estreitamento da relação cliente-fornecedor. Com o objetivo de fidelização de seus clientes, os fabricantes de ferramentas oferecem modelos de parceria onde os mesmos concedem benefícios aos seus clientes como, por exemplo, um *software* especialista gerenciador de ferramentas ou dispensadores automático de ferramentas (*tool*

*dispenser*). Em contrapartida, os fabricantes exigem prioridade na compra de seus produtos desde que atenda tecnicamente as necessidades e com a relação custo x benefício satisfatória.

Para trabalhar efetivamente, a parceria deverá ser criada na base do total comprometimento de ambas as partes baseados em alguns objetivos pré-determinados. Os principais objetivos são (*Metalworking Production*, 2004):

- Redução do custo total da cadeia de produção através da resolução dos problemas observados;
- Garantir o contínuo desenvolvimento através do emprego das técnicas e sistemas mais atualizados existentes no mercado;
- Promover informações gerenciais que possam conduzir de maneira eficiente através do aumento do conhecimento ao longo de toda a estrutura organizacional;
- Maximizar a competitividade do aumento de qualidade e redução de custos;
- Garantir da melhor forma os termos comerciais que tenham vantagens para ambas as partes.

A formação de alianças cooperativas tem sido uma excelente estratégia para a implantação do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem. As empresas precisam ser flexíveis, altamente inovadoras, eficientes nos custos e cada vez mais focadas no seu negócio principal. Alguns números mostram o que podem representar as atividades relacionadas com ferramentas à empresa (MARCZINSKI 2002):

- Equipe de desenvolvimento de ferramentas: a consulta aos fornecedores de ferramentas de usinagem e das máquinas-ferramenta pode consumir até 50% do tempo da equipe de ferramentas;
- O processamento do pedido (desde a identificação da necessidade até a efetivação do mesmo) pode levar até 3 dias por pacote de ferramentas;
- 60% do tempo dos engenheiros de ferramentas é utilizado na criação de documentação.

Por estas e outras razões, tem sido crescente a busca por parceiros para que a empresa possa adquirir ou manter a vantagem competitiva. A escolha do parceiro correto adiciona habilidades complementares, conhecimento técnico e soluções tecnológicas à equipe da empresa cliente, transformando a cadeia tradicional de

suprimentos em uma cadeia de valor. As empresas parceiras dividem informações, compromissos, oportunidades, riscos e objetivos buscando o sucesso no mercado (MARQUEZ, 2003). O tempo mostrou que as melhores parcerias em gerenciamento de ferramentas são aquelas feitas com os fabricantes de ferramentas (MUMM, 2001).

### 3.11 PROBLEMAS RELACIONADOS À IMPLANTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

A implantação do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem é considerada o momento mais difícil e decisivo ao sucesso dessa filosofia em uma empresa. É importante ressaltar a necessidade de um estudo aprofundado da situação atual da empresa, identificando suas fontes de desperdício e retrabalhos antes de qualquer aplicação de estratégias e/ou técnicas. Através dessa análise será possível identificar a melhor ferramenta/técnica para a necessidade exclusiva de cada empresa, potencializando os possíveis benefícios.

Segundo Castro (2005), não se deve esperar por soluções milagrosas, este é um projeto que requer muito trabalho, comprometimento e seriedade para que sejam gerados os resultados esperados. Não se deve acreditar que como em um passe de mágica, um histórico todo de gerenciamento incorreto de ferramentas seja resolvido.

Perera (1995) considera a falta de conhecimento do que significa gerenciamento de ferramentas, como o maior obstáculo a sua implantação. O gerenciamento de ferramentas de usinagem descreve todas as atividades requeridas para uma efetiva utilização das ferramentas durante toda sua vida útil. Contudo, muitas empresas abordam o tema somente sob a perspectiva ou da engenharia, ou da produção, ou da logística. O gerenciamento de ferramentas de usinagem é multidisciplinar e interdepartamental, e somente pode ser bem sucedido se aplicado de forma sistêmica.

Favaretto (2005) considera que a integração e cooperação entre os diversos departamentos envolvidos no gerenciamento de ferramentas de usinagem é um elemento de grande importância. A troca de informações essenciais deve ser constante e as metas devem ser compartilhadas, de forma a não incentivar a ação visando somente interesses próprios.

A revisão bibliográfica apresentada neste capítulo mostra que o gerenciamento de ferramentas de usinagem pode ser conduzido de diversas formas, indiferente do tamanho e da situação financeira das empresas. Pôde-se observar que a pequena mudança de hábitos no chão-

de-fábrica pode ser o começo para o aprofundamento do tema na empresa, podendo levar a um elevado nível de organização e desempenho quanto à gestão das ferramentas de usinagem.

O próximo capítulo apresenta as técnicas de Manufatura Enxuta que podem ser aplicadas ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, e como estas técnicas se relacionam com a gestão dessas ferramentas.



#### 4 TÉCNICAS DE MANUFATURA ENXUTA APLICADAS AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

O termo “enxuta”, do inglês “*lean*”, foi utilizado por John Krafcik, do Massachusetts Institute of Technology, em meados de 1980, para descrever as técnicas do sistema de produção, o sistema de trabalho e a política de recursos humanos do Sistema Toyota de Produção (SPT - *System Production Toyota* (WOMACK, 2006). Krafcik chamou o sistema de enxuto pela redução de tudo em relação à produção em massa: menos esforço de funcionários, menos espaço para a fabricação, menos investimento em ferramentas, menos tempo em planejamento, estoques menores no local de fabricação, menos fornecedores, além da redução de defeitos, com uma maior variedade de produtos (WOMACK *et al.*, 2004).

Atualmente existem várias definições para a Manufatura Enxuta (ME). Womack & Jones (1998), por exemplo, definem Manufatura Enxuta como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamentos, menos esforço humano, menos tempo, etc.).

Ghinato (2000 *apud* Vieira, 2006) considera a Manufatura Enxuta uma filosofia de gerenciamento a qual procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e a moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização.

Para Monden (1984 *apud* Vieira, 2006) o Sistema de Produção da Toyota é um método racional de fabricar produtos pela completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o propósito de reduzir custos. A idéia básica neste sistema é produzir os tipos de unidades necessárias no tempo necessário e na quantidade necessária.

Drickhamer (2006) afirma que pensar em Manufatura Enxuta é pensar em redução na variabilidade do processo – homens, máquinas e procedimentos.

Para Black (1998), muitas empresas concordam com os princípios da Manufatura Enxuta, mas a diferença está na profundidade com que os japoneses as praticam: (1) os japoneses acreditam firmemente que a indústria precisa eliminar desperdícios; (2) eles têm

um grande respeito pelas pessoas. Liker (2005) concorda e afirma que o modelo de gestão Toyota está baseado no respeito às pessoas e melhoria contínua.

A Manufatura Enxuta envolve a aplicação de técnicas visando a redução ou eliminação de desperdícios, e que garantam a produtividade e a otimização dos recursos no chão de fábrica. Dentre essas técnicas, o gerenciamento de ferramentas também está envolvido no que se refere às ferramentas de usinagem, mas não deve ser tratado de forma isolada, como uma técnica adicional no ambiente produtivo, mas sim como um conjunto de diversas técnicas administrativas relacionadas ao controle das ferramentas.

Dentre as várias técnicas de Manufatura Enxuta que estão relacionadas e podem ser aplicadas ao gerenciamento de ferramentas, destacam-se:

- *Just in Time*;
- *Jidoka*;
- *Kaizen*;
- *Kanban*;
- 5S;
- Padronização de Ferramentas;
- Troca Rápida de Ferramentas (TRF);
- Manutenção Produtiva Total (TPM);
- Redução de Estoque.

A seguir é apresentada uma breve descrição e o relacionamento de cada uma dessas técnicas com o gerenciamento de ferramentas.

#### 4.1 *JUST IN TIME*

O *Just in Time* (JIT) surgiu no Japão, na década de 1960, sendo aplicado inicialmente na empresa automobilística Toyota Motor Company, pelo ex-vice presidente da empresa Taiichi Ohno (TUBINO, 1997 *apud* TURINO, 2002).

*Just in Time* significa que, em um processo de fluxo, as peças alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabelece este fluxo integralmente pode chegar a estoque zero (OHNO, 1997).

Similar à definição do gerenciamento de ferramentas, Standard & Davis (1999 *apud* Turino, 2002) citam que “o princípio da filosofia JIT é ter o item certo, no lugar certo, na quantidade certa e no tempo certo”.

Pode-se tomar o elevado inventário de ferramentas de usinagem como analogia ao lago de pedras, onde a água representa o estoque, as pedras representam os problemas das organizações e a empresa é o barco atravessando a água. Quanto menor o nível da água (estoque) maior o número de pedras (problemas) expostas e maiores as dificuldades do barco (empresa) em atravessar o rio (TURINO, 2002). Porém, melhores serão as evidências sobre os problemas a serem enfrentados que antes estavam omitidos pelo excesso de estoque, causando uma conseqüente melhora através da eliminação destes problemas.

O *Just in Time* está diretamente relacionado ao gerenciamento de ferramentas, pois propicia, dentre outros benefícios, o enxugamento dos estoques de ferramentas, além de tornar mais ágil o suprimento das mesmas para a produção. Algumas vantagens obtidas com o uso da filosofia JIT na gestão de ferramentas de usinagem são:

- Custos reduzidos com a manutenção dos estoques;
- Menor custo dos itens fornecidos devido à parceria com fornecedores;
- Menor quantidade de refugos devido à rápida descoberta dos defeitos e correção mais rápida dos defeitos;
- Melhor qualidade dos itens fornecidos;
- Menor variedade de itens devido à redução da quantidade de fornecedores;
- Menor burocracia interna e externa;
- Itens fornecidos de maneira padronizada, organizada e com quantidades exatas;
- Menor número de retrabalhos;
- Reduzido atraso de entrega por parte dos fornecedores;
- Menor número de itens obsoletos;
- Melhor organização da área de ferramentas.

Um conceito que precisa ficar claro é que o *Just in Time* não tem como conseqüência o estoque zero, mas a eliminação dos desperdícios. A redução dos estoques ao nível “zero” é conseqüência do tratamento da eliminação dos desperdícios (PEINADO, 1999).

No ambiente produtivo, a aplicação da técnica *Just in Time* é mais observada no suprimento das linhas de produção com suas matérias primas. Porém, a analogia é a mesma na aplicação para o controle do fluxo e do estoque de ferramentas no chão de fábrica.

Portanto, o *Just in Time* está diretamente correlacionado com o gerenciamento de ferramentas, pois propicia, dentre outros benefícios, o enxugamento dos estoques de ferramentas além de tornar mais ágil o suprimento das mesmas para a produção.

#### 4.2 JIDOKA

O *Jidoka*, palavra que significa autonomação, consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia para interromper o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade. Conforme Favaretto (2005), a separação entre homem e máquina é um importante elemento do *Jidoka*. Separar o trabalho da máquina e o trabalho do homem consiste em identificar atividades e capacidade de julgamento dos operadores, que podem ser transferidas para a própria máquina, dotando-as de “inteligência”. Quando implementado, o *Jidoka* libera os operadores da função de acompanhar as máquinas em tempo integral, deixando-os livres para focar na solução de problemas (detectados pelas máquinas) e operar mais de uma máquina simultaneamente.

No intuito da aplicação do *Jidoka* nos processos, atualmente existem diversos sistemas para assegurar a integridade das ferramentas, como monitoramento das forças de corte pelo consumo de potência ou controle de emissões acústicas ou vibrações. A utilização de apalpadores que verificam a ferramenta ou superfície usinada (como profundidade de um furo usinado, por exemplo), são exemplos de *Poka-Yokes* (dispositivos à prova de erros) freqüentemente utilizados.

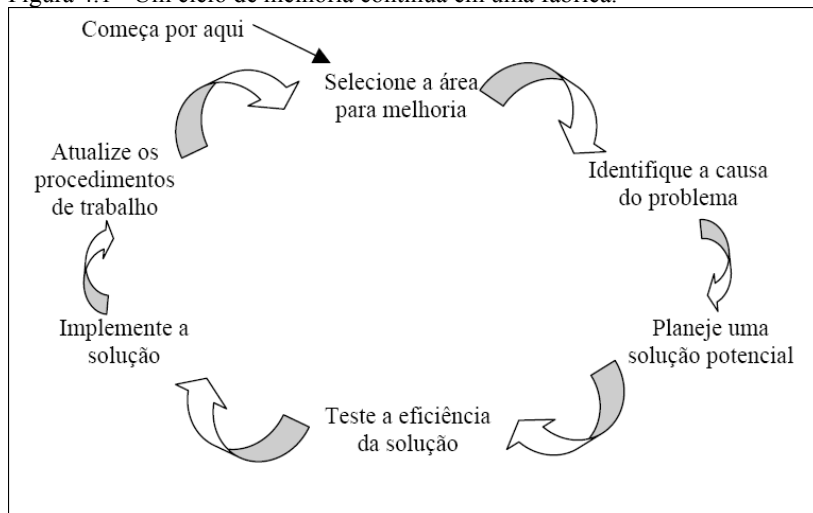
#### 4.3 KAIZEN

O significado da filosofia *Kaizen* denota das palavras japonesas *Kai* que significa “contínuo” e *Zen* que significa “melhoramento”. A filosofia de gerenciamento *Kaizen*, portanto, é definida como a realização de um “melhoramento contínuo”, lento, porém incrementado constantemente. Surpreendentemente, a mesma palavra japonesa (*Kaizen*) denota “a ação para corrigir” em mandarim (WCM, 2007).

O *Kaizen* encoraja um processo de pequeno melhoramento diário, porém contínuo e sem fim, envolvendo qualquer pessoa de gerentes a operários utilizando um dos fundamentos mais básicos para sobrevivência: senso comum (WCM, 2007). O *Kaizen* pode contribuir com a redução do nível de inventário de ferramentas de usinagem, pois

o ponto de partida para se realizar o *Kaizen* é a descoberta de um problema, como mostra a Figura 4.1 (TURINO, 2002).

Figura 4.1 - Um ciclo de melhoria contínua em uma fábrica.



Fonte: Adaptado de TURINO (2002).

A aplicação do *Kaizen* no controle das ferramentas de usinagem permite o aprimoramento contínuo e a eliminação de perdas no processo de controle, trazendo soluções criativas ao gerenciamento de ferramentas e motivando as pessoas envolvidas.

Conforme Turino (2002), algumas das vantagens atribuídas à aplicação do *Kaizen* na área de gerenciamento de ferramentas são:

- Diminuição de inventário;
- Diminuição de custo de ferramentas;
- Aumento do comprometimento dos funcionários;
- Redução de espaços desnecessários;
- Eliminação de desperdícios;
- Transformação de ferramentas obsoletas;
- Otimização de processos de usinagem para utilização de ferramentas *standard* em lugar das especiais.

Conforme citado acima, a filosofia envolvida no *Kaizen* tem um relacionamento estreito com o gerenciamento de ferramentas, pois a melhoria diária necessária em um ambiente que lida com ferramentas de

usinagem não é uma exceção. Além disso, a aplicação dessa técnica ocasiona um envolvimento da equipe beneficiando um senso comum de melhora contínua.

#### 4.4 KANBAN

O termo *Kanban* significa “cartão” em japonês. É a ferramenta para implementar o “sistema de puxar”. Age como ordem de produção para centros produtivos em estágios anteriores do processo de produção, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos acabados, prevenindo a superprodução, considerada o pior dos desperdícios (CORRÊA, 1996).

No sistema *Kanban* mais básico, um cartão é fixado em cada caixa de itens que foram produzidos. A caixa contém uma determinada porcentagem das necessidades diárias do item. Quando o usuário das peças esvazia a caixa, o cartão é removido e colocado em um painel. A caixa vazia é levada para a área de armazenagem. O cartão sinaliza a necessidade de produzir outra caixa da peça. Após a caixa ter sido reabastecida, o cartão é colocado nela, e então retorna para uma área de armazenagem (RITZMAN, 2004).

Algumas empresas podem confundir o conceito de *Kanban* com o conceito de *Just in Time*, já que ambos relacionam-se a estoques. Na verdade, o sistema *Kanban* pode ser considerado como sendo uma parte do ambiente *Just in time* (PEINADO, 1999).

Segundo Turino (2002), as vantagens que podem ser obtidas no controle de estoque com o uso do *Kanban* são relatadas por vários autores, entre eles Ribeiro (1989), Shingo (1996) e Tubino (1997):

- Limita o estoque em um nível máximo estipulado pelos cartões;
- Proporciona o controle visual;
- Promove a redução do nível de inventário através da diminuição gradual na quantidade colocada nos cartões *Kanban*;
- Aceita uma variação de demanda da produção na ordem de 10 a 30%;
- Pode ser operacionalizado pelos próprios funcionários da área onde se encontra o estoque, devido à sua simplicidade de manutenção e controle;
- Facilita o controle de estoque circulante;
- Ajuda a melhorar a organização e limpeza da área onde está sendo implantado;

- Melhora gradualmente a qualidade dos itens que circulam no *Kanban*, pois os problemas de qualidade exigem imediata interrupção do processo de fabricação.

Turino (2002) também cita que, além das vantagens já citadas, Schonberger (1984) e Shingo (1996) salientam algumas limitações existentes no uso do *Kanban*:

- Não se deve aplicar o *Kanban* em itens de alto valor, de grandes dimensões e baixo consumo, por exemplo, na área de ferramentas de usinagem que possui cabeçotes de fresa, eixos para fresas, barras de mandril e ferramentas não perecíveis que possuem vida útil maior que um ano;
- É necessário que todos os itens administrados pela técnica do *Kanban* possuam qualidade dentro das exigências estipuladas, para não ocorrerem paradas de produção;
- O *Kanban* deve ser aplicado como uma técnica da filosofia *Just in Time*, para que todas as vantagens sejam evidenciadas, nunca isoladamente;
- Será mais bem utilizado em empresas com produção repetitiva, ou seja, não é recomendado para organizações que trabalham sob encomenda ou projeto, onde os pedidos são sem frequência definida, como por exemplo, em ferramentarias.

A aplicação do *Kanban* no estoque de ferramentas de usinagem auxilia no controle da quantidade de itens de estoque e promove a aplicação do recurso visual para controle das ferramentas de usinagem. A Figura 4.2 apresenta um exemplo de como o *Kanban* pode ser útil no controle das ferramentas de usinagem.

Figura 4.2 - Modelo de armário para armazenamento de ferramentas com controle *Kanban*.



Fonte: Sandvik Coromant (2004).

#### 4.5 TÉCNICA DOS 5S's

Segundo Zonta (2007), a implantação do gerenciamento de ferramentas no chão de fábrica está intimamente relacionada à aplicação da técnica dos 5S's. Isto porque trabalhar com o gerenciamento de ferramentas requer muita disciplina e organização física dos estoques. É muito difícil esta filosofia funcionar em empresas que não tiverem um programa nos moldes dos 5S's implantado. Antes de qualquer implantação de *softwares*, dispensadores automáticos de ferramentas ou aplicação de qualquer outra prática, os 5S's são a base para identificar-se a situação atual dos itens em estoque. É necessária a presença de uma cultura de preocupação com os aspectos de limpeza, organização e disciplina para que o gerenciamento de ferramentas tenha êxito.

Para que seja possível caminhar rumo ao *Just in Time*, é indispensável que sejam observadas as condições mínimas de limpeza, identificação e organização na empresa. Como o sistema *Kanban* trabalha com o critério de controle visual do estoque, esses três aspectos são fundamentais para seu perfeito funcionamento (PEINADO, 1999).



#### 4.6 PADRONIZAÇÃO DE FERRAMENTAS

Conforme estudos realizados por Perera (1995), a alta variedade de ferramentas usadas (tipos, geometrias, materiais e revestimentos) aparecem como um dos maiores problemas associados às ferramentas de usinagem, o qual ocorre porque as ferramentas não são consideradas durante as fases de projeto do produto, além de métodos inadequados de seleção de ferramentas. A busca pela padronização das ferramentas utilizadas no chão de fábrica pode reduzir significativamente o inventário de ferramentas de usinagem.

A padronização das ferramentas também visa reduzir o número de ferramentas duplicadas que realizam a mesma tarefa em que uma delas é muito mais utilizada do que a outra, levando à obsolescência desta última. Zonta (2007) afirma que as principais técnicas para a padronização das ferramentas são:

- Redução dos fornecedores;
- Documentação de processos;
- Padronização da codificação dos itens;
- Aplicação de sistemas computacionais para o gerenciamento de ferramentas.

#### 4.7 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

Conforme Favaretto (2005), a essência da TRF é a redução dos tempos de preparação de máquina (*setup*). A flexibilidade das operações produtivas e do sistema como um todo está atrelada à capacidade de mudar de um produto para outro no menor tempo, proporcionando responsividade às alterações de demanda.

As operações de preparação podem ser divididas em elementos internos (exigem máquina parada) e externos (podem ser feitos com a máquina em funcionamento). O ponto chave da TRF é converter o máximo de trabalho interno em trabalho externo, o que possibilita grande redução dos tempos de máquina parada para preparação.

A TRF proporciona velocidade de resposta ao sistema, viabiliza a fabricação em pequenos lotes e a produção puxada, contribuindo para o estabelecimento do fluxo contínuo e da redução dos estoques (FAVARETTO, 2005).

#### 4.8 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Ohno (1997) dizia que se o que se deseja é manter estoques para prevenir problemas de máquina, porque não considerar a prevenção destes problemas antes que ocorram? A TPM é uma filosofia que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo dos operadores com o equipamento e suas funções, objetivando a eliminação de perdas, através do melhoramento contínuo das habilidades das pessoas e do desempenho de seus equipamentos.

Na TPM os operadores deixam de ser responsáveis apenas pela operação dos equipamentos, tornando-se também envolvidos na responsabilidade pela sua manutenção e por melhorias que venham a trazer maior confiabilidade, disponibilidade e redução de custos. Os operadores passam a executar atividades como limpeza, lubrificação, ajustes e simples calibrações, liberando os técnicos de manutenção para focar em atividades de manutenção preventiva que requerem maior experiência (FAVARETTO, 2005).

#### 4.9 REDUÇÃO DE ESTOQUE

A redução de estoques é considerada como um dos grandes objetivos da produção enxuta. Assim como os altos estoques de material produtivo, o alto estoque de ferramentas de usinagem também gera grandes perdas, esconde ineficiências e influencia no custo total do produto acabado (FAVARETTO, 2005).

Turino (2002) comenta que uma das formas de disponibilizar capital de giro e aumentar a competitividade da empresa é minimizar o desembolso com o estoque em excesso de ferramentas de usinagem, tomando-se o cuidado para que não ocorra um dimensionamento equivocado, a ponto de provocar paradas de produção pela falta de ferramentas e conseqüente perda de produtividade e competitividade.

Com a constante evolução tecnológica das máquinas e ferramentas de usinagem, e com a redução do ciclo de vida dos produtos, aumenta a possibilidade de componentes e ferramentas de usinagem tornarem-se obsoletas rapidamente. Os altos níveis de inventário agravam o problema. Desta forma, o gerenciamento e dimensionamento eficientes dos níveis de estoque podem minimizar o desperdício com ferramentas obsoletas (FAVARETTO, 2005).

Neste capítulo foram apresentadas técnicas de Manufatura Enxuta que podem ser aplicadas ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, e como as mesmas se relacionam com o gerenciamento de

ferramentas. A aplicação de uma ou mais dessas técnicas poderá auxiliar muito as empresas em termos de organização e melhor aproveitamento dos recursos gastos com a usinagem de peças.

O próximo capítulo apresenta os aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, apontando-se a preocupação com a preservação do meio ambiente e o melhor aproveitamento dos recursos gastos com processos de usinagem.



## 5 ASPECTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

As indústrias buscam de forma incessante acompanhar as pressões exercidas pelo aumento da competitividade e pela necessidade de atenderem às demandas dos consumidores. Como consequência, as empresas adotam diferentes estratégias com o objetivo de aumentarem sua produtividade focando, principalmente, nos aspectos econômicos sem dar a devida importância aos aspectos ambientais. Essa situação faz com que o aumento da produtividade se relacione também ao aumento da poluição e impactos ambientais (CASTRO, 2010).

Diante disso, na metade dos anos 1980, as atenções se voltaram para o desenvolvimento de tecnologias limpas e o desenvolvimento de conceitos como, por exemplo, reciclagem, remanufatura, *ecodesign* e engenharia reversa, considerando todo o ciclo de vida de um produto como um sistema fechado, contribuindo-se, desta forma, para a redução da emissão de resíduos ao meio ambiente e do consumo de recursos naturais.

A questão ambiental é hoje tema prioritário em empresas socialmente responsáveis. De acordo com Castro (2010), uma produção mais limpa auxilia as empresas a minimizarem a geração de resíduos. Neste sentido, ela pode ser vista como uma forma de se utilizar os recursos eficientemente reduzindo os impactos gerados sobre o meio ambiente e o homem, e como uma forma de aumentar a competitividade, eficiência e lucratividade das empresas de uma maneira ambientalmente sustentável.

Dentre as diversas normas criadas para gestão ambiental, a mais universalizada é a ISO 14001, que busca orientar empresas com a preocupação em desenvolver e fabricar produtos respeitando os recursos naturais, o meio ambiente, e a saúde do ser humano. De acordo com Favaretto (2005), essas diversas normas de gestão ambiental descrevem que produtos como ferramentas de usinagem, potencialmente danosos ao meio ambiente se descartados de forma inadequada, devem ter descarte adequado ao fim de sua vida útil.

As ferramentas de usinagem têm uma participação muito importante em relação a impactos ambientais, devido aos altos consumos pelas empresas de manufatura. Muitos conceitos e técnicas podem ser usados para a redução dos possíveis impactos ambientais que as ferramentas de usinagem possam vir a causar. Alguns conceitos e técnicas que podem ser praticadas no gerenciamento de ferramentas de usinagem são: redução ou eliminação dos fluidos de corte durante o

processamento de produtos; seleção de ferramentas que proporcionem o uso de quantidades mínimas possíveis ou reduzidas de fluido de corte, ou ainda proporcionem usinagem a seco; descarte e reciclagem das ferramentas após o término da vida útil; reaproveitamento de ferramentas; remanufatura de ferramentas e adaptadores; entre outras. É importante destacar que para o sucesso da aplicação de qualquer um dos conceitos e técnicas citadas, recomenda-se fazer experimentos e análises iniciais antes da aplicação definitiva, para que a adoção de algum desses conceitos ou práticas não venha a: (a) comprometer a qualidade final dos produtos processados; (b) reduzir o desempenho e vida útil da própria ferramenta que está sendo utilizada; (c) aumentar os custos de fabricação.

O fluido de corte sempre interfere no processo de usinagem, seja poluindo o ambiente de trabalho, seja impregnando a peça ou componentes da máquina-ferramenta. Tanto o manuseio como o descarte de fluidos de corte gera perdas, que podem chegar a 30%. Parcelas de fluido de corte podem ser perdidas para o ar, solo e água, na forma de vapores, névoas, respingos, vazamentos nas máquinas e elementos de tratamento, no transporte de cavacos e nos resíduos para descarte. Os respingos, vapores e névoa produzidos nas operações de usinagem podem ser transportados pelo ar e aspirados pelos operadores e funcionários situados próximos ao local de usinagem, o que podem causar doenças respiratórias, irritações nas mucosas do nariz, garganta e olhos, assim como diversos tipos de câncer e dermatites devido ao contato (KLAUBERG, 2009).

De acordo com Klauberg (2009), é fácil perceber que a completa eliminação dos fluidos de corte é a situação ideal do ponto de vista ambiental e de saúde ocupacional. Apesar das pressões pela eliminação dos fluidos de corte, em muitas situações não é economicamente ou tecnicamente possível eliminá-los. Surgiram então concepções de aplicação de fluidos em quantidades reduzidas, ou que ao menos prolonguem a durabilidade destes quando a redução não é possível.

Controles mais eficientes da qualidade do fluido de corte durante a sua utilização têm sido estimulados pelos crescentes custos envolvidos em seu tratamento para descarte. Desta forma, todo cuidado é tomado para que o fluido seja reutilizado o maior número de vezes, garantindo a qualidade e produtividade dos componentes fabricados (KLAUBERG, 2009).

Mesmo com um sistema eficaz de filtração e recuperação dos fluidos de corte, a sua contínua utilização gera um acúmulo de contaminação até atingir um estado que inviabiliza o seu

aproveitamento, exigindo a aplicação de procedimentos legais e técnicos para o descarte de fluidos inadequados ao uso. O volume de fluidos de corte que necessita de reciclagem e/ou descarte adequado traz consigo um risco potencial ao homem e ao meio ambiente.

Com relação às ferramentas de usinagem desenvolvidas para a aplicação de mínimas quantidades de fluidos, pode-se dizer que momentaneamente existem poucas informações. Ainda não existem estudos que abranjam o vasto campo de ligas e materiais e as faixas de utilização dos parâmetros de usinagem com redução de fluido que permitam que o trabalho se desenvolva em situação estável (ZEILMAN, 2003).

Em relação ao descarte e reciclagem, a tendência mundial mostra a necessidade de reciclar tudo o que possa ser aproveitado, e o estabelecimento de relações junto aos fornecedores torna-se uma boa opção na hora de descartar as ferramentas. O descarte das ferramentas e adaptadores usados na empresa necessita de devidos cuidados visando aproveitar corretamente o investimento inicial de aquisição. Muitas destas ferramentas podem ser recicladas dentro da própria empresa, separando o metal nobre (como por exemplo, insertos de cobre, bronze e ligas de titânio), e serem vendidas como sucatas. Algumas ferramentas podem ser utilizadas por empresas de pequeno porte que fabricam produtos próprios, assim o descarte destes itens pode também contribuir para o faturamento da empresa, onde o dinheiro obtido com a venda pode retornar para a própria central de ferramentas, como investimento em equipamentos.

É importante que o gerenciamento de ferramentas inclua o conhecimento das características dos materiais que utiliza e de seu potencial risco ao meio ambiente, de forma a poder dispô-los de forma adequada (FAVARETTO, 2005).

O reaproveitamento de ferramentas não é um assunto muito abordado na literatura referente à usinagem e gerenciamento de ferramentas. Para determinadas aplicações, na usinagem de peças, algumas ferramentas podem ser descartadas por não terem mais a capacidade de proporcionar a qualidade da superfície que a peça exige, mas isso não significa que a mesma chegou ao fim de sua vida útil. Essa mesma ferramenta poderá ser usada para o processamento de outros produtos que não exijam um acabamento melhor, porém é preciso avaliar os demais parâmetros de usinagem exigidos pela peça como, por exemplo, a velocidade de corte e o avanço, para não comprometer sua qualidade final. O reaproveitamento de ferramentas obsoletas também é

um aspecto muito importante, principalmente na diminuição de custos com ferramentas novas.

A remanufatura de ferramentas também não é muito abordada na literatura referente ao gerenciamento de ferramentas. A execução de reafiações e revestimentos podem prolongar a vida útil das ferramentas, contribuindo com a redução no descarte e compra de ferramentas, mas isto sempre deve ser feito não comprometendo a qualidade exigida pelo produto.

Com este capítulo, se encerra a revisão bibliográfica que compõe os temas abordados neste trabalho. Este capítulo buscou brevemente mostrar a importância que se deve dar para os processos de usinagem em relação a preservação do meio ambiente e os recursos gastos com estes processos, os quais incluem principalmente as ferramentas de usinagem e os fluídos de corte.

O próximo capítulo apresenta a metodologia de pesquisa adotada para este trabalho, abordando a classificação da pesquisa, as etapas de desenvolvimento da mesma, bem como o método *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA) desenvolvido.



## 6 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa pode ser entendida como um conjunto de ações e propostas para encontrar a solução para um problema que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo (SILVA, 2001).

O conceito de pesquisa pode ser respondido de diversas maneiras. Minayo (1993), vendo por um prisma mais filosófico, considera a pesquisa como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

Demo (1996) insere a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”.

Para Gil (1999), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Este capítulo tem como objetivos, apresentar e justificar as classificações de pesquisa definidas para este trabalho, bem como apresentar as etapas de desenvolvimento dessa pesquisa.

### 6.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A seguir, são apresentadas na Tabela 6.1 quais as classificações da pesquisa realizada neste trabalho de acordo com as formas clássicas, referente os diferentes pontos de vistas, conforme Silva (2001), juntamente com justificativas para cada uma das formas de classificação definidas.

Tabela 6.1 - Classificação da Pesquisa (com base em Silva, 2001).

<i>Classificação da Pesquisa</i>		
<i>Pontos de Vista</i>	<i>Classificação</i>	<i>Justificativa</i>
Natureza	Pesquisa Aplicada	Aplica na prática conhecimentos já definidos e publicados referente ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, juntamente com técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais.
Forma de abordagem do problema	Pesquisa Qualitativa	Através dos resultados obtidos com a aplicação do método BEA desenvolvido, procedeu-se uma análise comparativa entre as empresa participantes do estudo de caso, bem como foram sugeridas ações para que as empresas melhorem os resultados obtidos.
Objetivos	Exploratória	É empregado como procedimentos técnicos a pesquisa bibliográfica dos temas abordados neste trabalho, bem como a realização de entrevistas com profissionais experientes de uma população de empresas, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, como o questionário (ver Apêndice A) e a observação sistemática, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o tema proposto.
	Descritiva	Visa descrever as características de determinada população, no caso a indústria metal mecânica, e estabelecer relações entre variáveis de práticas e performance dessa indústria com relação aos conceitos a atividades do gerenciamento de ferramentas

		de usinagem.
Procedimentos técnicos	Pesquisa Bibliográfica	Aborda o <i>Benchmarking</i> , gerenciamento de ferramentas de usinagem, e técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.
	Estudo de Caso	Envolve a aplicação do método BEA desenvolvido, para realização do diagnóstico de práticas e performances desenvolvidas nas empresas quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.
	Pesquisa Participante	O método BEA desenvolvido emprega um questionário que exige uma grande interação entre o pesquisador e os membros das empresas pesquisadas.

## 6.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nesta seção são apresentadas as etapas de desenvolvimento da pesquisa desta dissertação, com o intuito de entender como os objetivos deste trabalho foram alcançados. Esta seção aborda a formulação do problema da pesquisa, a definição da unidade-caso e do número de casos, o instrumento de coleta de dados, bem como a metodologia para a aplicação do método BEA, e a forma como os resultados foram analisados e interpretados.

### 6.2.1 Formulação do Problema da Pesquisa

Segundo Gil (2002), a formulação do problema geralmente decorre de um longo processo de reflexão e de imersão em fontes bibliográficas adequadas. Tal delineamento torna-se recomendável exatamente para proporcionar maior nível de profundidade, para transcender ao nível puramente descritivo proporcionado pelo levantamento.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica preliminar sobre os temas que compõem a pesquisa, ou seja, sobre *benchmarking*, gerenciamento de ferramentas de usinagem, e técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, com o objetivo de averiguar os estudos realizados até o momento e verificar a disponibilidade de material bibliográfico sobre os temas abordados.

Na pesquisa bibliográfica preliminar verificou-se que, conforme já citado no capítulo 1, gerentes de manufatura destacam a falta de procedimentos contendo métricas e metas estabelecidas que lhes informem se a empresa está ou não conseguindo fazer um gerenciamento eficiente e capaz de suportar ao processo de implantação do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Além disso, as empresas não conhecem todas as atividades que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem com enfoque na Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados a esta filosofia.

A partir do levantamento destes problemas, o objetivo desta pesquisa, conforme já descrito no capítulo 1, consiste em desenvolver um método para realizar um diagnóstico quanto às práticas, performance e potencial de implantação das empresas, quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem. O método deverá abordar os aspectos estratégicos, técnicos e logísticos dessa filosofia, abordando técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais. Para o desenvolvimento da pesquisa, as questões abaixo foram utilizadas para o delineamento deste trabalho:

- Que tipo de método poderia ser usado para medir quanto de prática e performance as empresas possuem quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem?
- Que atividades deverão compor o método desenvolvido, de maneira que abrangem todos os objetivos do gerenciamento de ferramentas de usinagem?
- O método desenvolvido poderá ser aplicado em empresas de diferentes portes?
- Como os dados serão compilados e como os resultados serão apresentados?
- De que maneira será a aplicação do método desenvolvido nas empresas pesquisadas?
- Como os resultados serão analisados?

## 6.2.2 Definição da Unidade - Caso e do Número de Casos

Conforme Gil (2002), em sua acepção clássica, a unidade-caso refere-se a um indivíduo num contexto definido. No entanto, o conceito de caso ampliou-se a ponto de poder ser entendido como uma família ou qualquer outro grupo social ou pequeno grupo, uma organização, um conjunto de relações, um papel social, um processo social, uma comunidade, uma nação ou mesmo toda uma cultura.

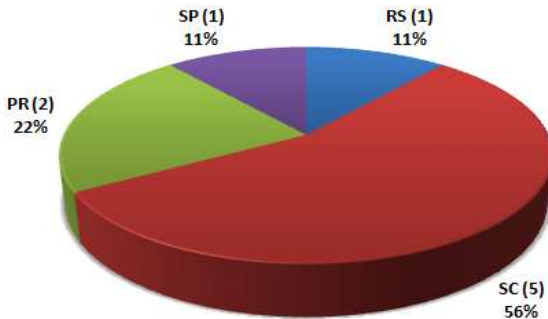
Este trabalho trata do desenvolvimento e aplicação de um método de diagnóstico voltado ao gerenciamento de ferramentas de usinagem em empresas que trabalham com ferramentas de usinagem em seus meios produtivos. Neste caso, a unidade-caso pesquisada é a empresa do setor metal mecânico que tem como processo mais evidente os processos de usinagem.

Quanto à definição do número de casos, os estudos de casos podem ser tratados como estudos de caso único ou de casos múltiplos. Yin (2005) afirma ser provável que a maioria dos projetos de casos múltiplos seja mais relevante do que os projetos de caso único. Tentar usar até mesmo um projeto de “caso duplo” é, portanto, um objetivo mais valioso do que fazer um estudo de caso único.

A maneira adotada para selecionar as empresas participantes desta pesquisa foi a escolha de empresas que, preferencialmente, possuem experiência e conhecimentos desenvolvidos na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem. Conseqüentemente, essas empresas normalmente são de médio ou grande porte, e, portanto não se contempla nesta pesquisa empresas de pequeno porte. O motivo para isso teve o intuito de: conseguir resultados melhores e mais interessantes; verificar na prática que atividades essas empresas estão desenvolvendo, como estão aplicando e que resultados têm alcançado; e também verificar a opinião dos profissionais que trabalham nessas empresas, e que possuem experiência na gestão de ferramentas de usinagem, quanto ao método proposto neste trabalho, a fim de validá-lo e poder defini-lo como uma ferramenta de diagnóstico para ser utilizada por empresas de diferentes portes.

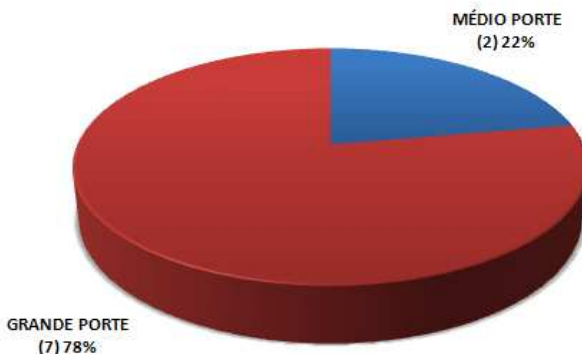
Como resultado, das 16 empresas selecionadas e convidadas para participar da pesquisa, 9 (56,25%) aceitaram e participaram, onde as mesmas localizam-se nos seguintes estados: Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Paraná (PR) e São Paulo (SP). A Figura 6.1 sintetiza a distribuição das empresas pesquisadas por estado.

Figura 6.1 - Distribuição por estado das empresas pesquisadas.



Referente ao porte das empresas, a pesquisa contemplou unidades fabris de médio e grande porte. O critério utilizado para definir o porte das empresas é o mesmo adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo SEBRAE. De acordo com estes órgãos, as empresas são estratificadas da seguinte maneira: microempresa - até 19 funcionários; pequena empresa - de 20 a 99 funcionários; média empresa - de 100 a 499 funcionários; e grande empresa - acima de 500 funcionários. Na Figura 6.2 é apresentada a distribuição das empresas pesquisadas em relação ao porte das mesmas, podendo-se observar que 78% são empresas de grande porte e 22% de médio porte, ou seja, das nove empresas pesquisadas apenas duas são de médio porte e sete são de grande porte.

Figura 6.2 - Distribuição por porte das empresas pesquisadas.



Juntamente com as informações de localização e porte, foram coletados mais dados das empresas pesquisadas, a fim de apresentar o perfil das empresas que participaram deste trabalho. Os dados coletados foram: número de funcionários; certificações implantadas; faturamento anual (R\$); tipo de capital; porcentagem de produção para o mercado externo; leiaute(s) de produção utilizado(s) para os processos de usinagem; tipos de produtos fabricados; principais processos de usinagem utilizados; número de máquinas convencionais; número de máquinas CNC; orçamento anual (R\$) para a aquisição de ferramentas de usinagem considerando os últimos doze meses; e consumo anual (R\$) com ferramentas de usinagem considerando os últimos doze meses.

A razão social das empresas pesquisadas, bem como os dados de localização como cidade e estado, não são informados neste trabalho a fim de preservar a identidade das empresas participantes. Para identificação de cada empresa, as mesmas foram sorteadas de forma aleatória e colocadas em ordem alfabética, de A ao I.

A Tabela 6.2 apresenta as principais características gerais das empresas pesquisadas. Pode-se observar que o número de funcionários das empresas varia de 350 a 23.800, desconsiderando a empresa que não forneceu esta informação. Quanto as certificações implantadas, 100% possuem ISO 9001, e apenas uma não possui a certificação ISO 14001, a qual refere-se a gestão ambiental. Todas as empresas que fabricam peças automotivas, representando 67%, possuem certificação ISO TS-16949. A maior parte das empresas (89%) possui leiaute de produção para os processos de usinagem através de células de manufatura. Quanto ao número de máquinas, observa-se que 100% das empresas que informaram, as mesmas utilizam máquinas convencionais, além das máquinas CNC.

Tabela 6.2 - Principais características gerais das empresas pesquisadas.

<i>Empresa</i>	<i>Nº de funcionários</i>	<i>Certificações implantadas</i>	<i>Leiautes de produção para os processos de usinagem</i>	<i>Nº de máquinas convencionais</i>	<i>Nº de máquinas CNC</i>
A	964	ISO 9001 ISO TS-16949 ISO 14001	Células de Manufatura	Não informou	Não informou
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Impulsores de partida, atuadores hidráulicos de embreagem, mancais do alternador, tensionadores, ...					

B	2.800	ISO 9001 ISO TS-16949 ISO 14001	Células de Manufatura	200	180
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Peças automotivas, compressores de ar, motobombas, lavadoras, ferramentas, ...					
C	23.800	ISO 9001 ISO 14001	Células de Manufatura e Linha de Produção	Não informou	Não informou
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Motores elétricos, painéis elétricos, drives, controls, tintas e vernizes, geradores, transformadores, turbinas hidráulicas, ...					
D	9.000	ISO 9001 ISO TS-16949 ISO 14001	Por Produto, Células de Manufatura e Linha de Produção	Não informou	Não informou
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Peças automotivas, conexões de ferro, granalhas de aço, ...					
E	350	ISO 9001 ISO TS-16949 ISO 14001	Linha de Produção	8	450
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Motores de combustão interna.					
F	Não infor- mou	ISO 9001 ISO TS-16949 ISO 14001	Células de Manufatura e Linha de Produção	Não informou	Não informou
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Veículos de passeio e de carga.					
G	+ de 500	ISO 9001 ISO TS-16949 ISO 14001	Células de Manufatura	175 (incluindo bancadas)	55
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Servo-acionamentos, bombas e motores de engrenagem, de pistões, redutores planetários, sensores, válvulas e cilindros hidráulicos, ...					
H	700	ISO 9001 ISO 14001	Células de Manufatura	20	40
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Centros de usinagem, máquinas-ferramenta especiais, sistemas transfer, sistemas flexíveis, soluções de sistemas, máquinas de montagem, ...					
I	492	ISO 9001	Células de Manufatura	18	10
<b>Tipos de produtos fabricados:</b> Plataformas de descarga de granéis, equipamentos para empilhadeira, guas florestais, niveladoras de docas, empilhadeira manual, trucklift, ...					



Os principais processos de usinagem utilizados pelas empresas pesquisadas são: torneamento, fresamento, furação, mandrilamento, alargamento, rosqueamento, brochamento, retificação, brunimento, corte a laser e polimento.

A Tabela 6.3 apresenta as principais características econômicas das empresas pesquisadas.

Tabela 6.3 - Principais características econômicas das empresas pesquisadas.

<i>Empresa</i>	<i>Faturamento anual (R\$)</i>	<i>Tipo de capital</i>	<i>Produção para o mercado externo</i>	<i>Orçamento anual para aquisição de ferramentas (R\$) considerando os últimos 12 meses</i>	<i>Consumo anual de ferramentas (R\$) considerando os últimos 12 meses</i>
A	Não Informou	Nacional	49%	Confidencial	Confidencial
B	950 milhões	Nacional	20%	6 milhões	5,8 milhões
C	Não Informou	Multinacional	Não informou	Confidencial	Confidencial
D	Não Informou	Nacional	Não informou	Confidencial	Confidencial
E	Confidencial	Multinacional	0%	Confidencial	Confidencial
F	Confidencial	Multinacional	Não informou	Confidencial	Confidencial
G	Não Informou	Multinacional	35%	Não informou	7 milhões
H	120 milhões	Multinacional	40%	2,5 milhões	2 milhões
I	120 milhões	Nacional	7%	600 mil	500 mil

Pode-se observar que, para as empresas que informaram, o faturamento anual varia de 120 até 950 milhões de reais, sendo que 45% são de capital nacional e 55% multinacional. A média de exportações das empresas, considerando as que informaram, é de 25,17%. Da mesma forma, considerando as empresas que informaram, o orçamento anual para aquisição de ferramentas de usinagem, considerando os últimos 12 meses, varia de 600 mil até 6 milhões de reais, tendo uma média de 3,03 milhões de reais, e o consumo com ferramentas de usinagem, também considerando os últimos 12 meses, varia de 500 mil até 7 milhões de reais, tendo uma média de 3,83 milhões de reais. Os dados apresentados até este ponto serão utilizados no capítulo 7 como forma de embasamento ao tema. A seguir é feita uma abordagem sobre o instrumento de coleta de dados utilizado na presente pesquisa, bem como é apresentada a metodologia para a aplicação do método BEA, e a quantidade e o nível dos entrevistados nas empresas.

### 6.2.3 Instrumento de Coleta de Dados

Conforme Gil (2002), em termos de coleta de dados, o estudo de caso é o mais completo de todos os delineamentos, pois se vale tanto de “dados de gente” quanto de “dados de papel”. Com efeito, nos estudos de caso os dados podem ser obtidos mediante análise de documentos, entrevistas, depoimentos pessoais, observação espontânea, observação participante e análise de artefatos físicos.

Para Yin (2001), uma das mais importantes fontes de informações para um estudo de caso são as entrevistas. Nesta pesquisa foram realizadas entrevistas com os profissionais das empresas, análise de documentos, bem como observação espontânea e observação participante.

Como instrumento de coleta de dados para ser utilizado nas empresas para realização do diagnóstico quanto às práticas e performances do gerenciamento de ferramentas de usinagem, foi desenvolvido o método *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA), o qual é apresentado a seguir.

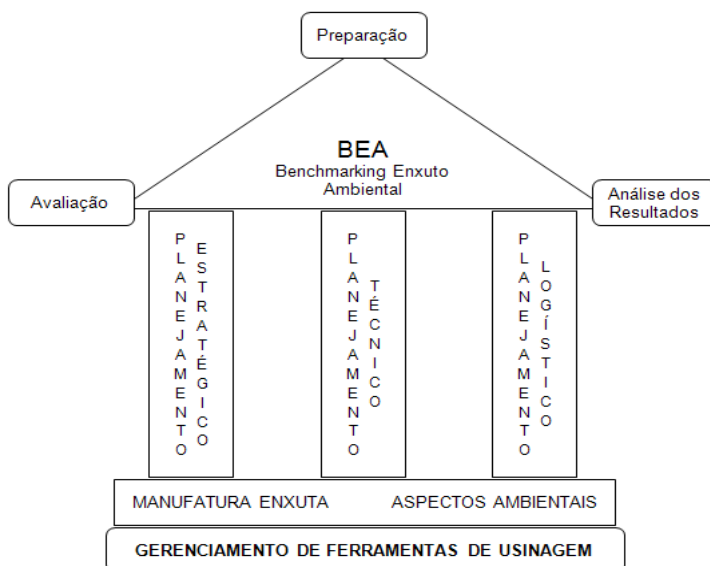
#### 6.2.3.1 Método *Benchmarking* Enxuto Ambiental

O método *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA) é um método inédito, desenvolvido com base no conceito de *benchmarking*, aproveitando a estrutura e forma de análise do método *Benchmarking* Enxuto (BME), conforme apresentado no Capítulo 2, com objetivo de

ser utilizado como um procedimento de diagnóstico de práticas e performances, que precede ao processo de implantação e melhoramentos contínuos do gerenciamento de ferramentas de usinagem.

O *Benchmarking* Enxuto Ambiental fornece um conjunto de informações básicas sobre práticas e performances para auxiliar empresas, que trabalham com ferramentas de usinagem em seus meios produtivos, na realização do planejamento da implantação e melhoramentos contínuos do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Conforme a Figura 6.3, o método BEA está estruturado em três etapas distintas: Preparação, Avaliação e Análise dos Resultados, onde é apoiado pelas três diferentes áreas que envolvem o Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem, sem elas: Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, e tem como base a abordagem de técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais, relacionados a esta filosofia. Vale destacar que a proposta do método BEA não consiste em dizer às empresas como elas devem fazer as atividades relacionadas ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, mas sim em fazer um diagnóstico para verificar se as empresas efetivamente as realizam ou não, e qual o seu desempenho nessas atividades.

Figura 6.3 - Método BEA.



A seguir, é detalhada cada etapa do método BEA.

#### *6.2.3.1.1 Etapa de Preparação*

Esta etapa objetiva estabelecer todas as condições necessárias, em termos de formação da equipe de trabalho e treinamento deste grupo no procedimento de avaliação, para que se possa aplicar o método BEA. A equipe de trabalho poderá ser composta pelas seguintes opções:

- (a) apenas pelo(s) gestor(es) do setor de gerenciamento de ferramentas de usinagem, caso a empresa já trabalhe com esta filosofia;
- (b) pelo(s) gestor(es) da(s) linha(s) e/ou célula(s) de usinagem e o(s) gestor(es) do(s) setor(es) de preparação de ferramentas e também do estoque de ferramentas;
- (c) por um grupo multidisciplinar, com pessoas dos diferentes setores que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem (Planejamento de Processos, PCP, Engenharia, Almoxarifado, Compras, Preparação e Manufatura).

As pessoas que compõem a equipe formada farão parte do Grupo de Avaliação do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem (GAGEF), que deve estar sob a responsabilidade de um líder. O líder deve estar relacionado diretamente com a gestão da manufatura e/ou processos de usinagem, ter uma boa visão interdepartamental, assim como outras características desejáveis para exercer a liderança do grupo, tais como: organização, competência técnica, visão ampla dos processos de usinagem da empresa, capacidade analítica, além de inspirar confiança e saber cativar e motivar o grupo.

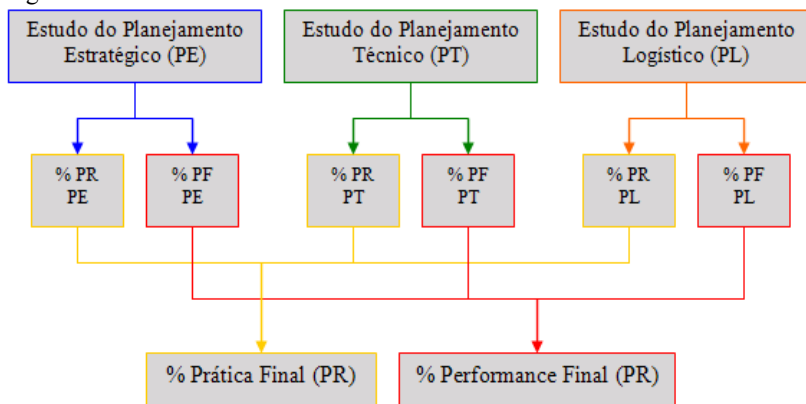
#### *6.2.3.1.2 Etapa de Avaliação*

A etapa de avaliação tem como objetivo realizar a medição dos 35 indicadores que compõem o método BEA, relacionados às diferentes atividades que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, realizando um diagnóstico que envolve as três variáveis que compõem esta filosofia, ou seja, o Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, por meio da aplicação de um procedimento de coleta de dados, o qual se apresenta na forma de questionário. De acordo com o formato adotado para o método, os indicadores a serem medidos dentro de cada uma das três variáveis estão divididos entre indicadores de práticas gerenciais e operacionais

(PR) e indicadores de performances obtidas (PF), conforme ilustrado na Figura 6.4.

Uma vez apuradas as notas de desempenho para cada um dos indicadores das três variáveis que compõem o método BEA, realiza-se a consolidação dos resultados. Inicialmente, como mostrado na Figura 6.4, esses indicadores são resumidos em um índice parcial de prática (PR) e em um índice parcial de performance (PF) para cada uma das variáveis de pesquisa. Este resumo, em valores parciais, é feito por intermédio do uso da média simples com base no percentual individual dos indicadores.

Figura 6.4 - Resultados finais de Prática e Performance.



A partir do cálculo dos índices parciais de prática e performance levantados para cada uma das três variáveis de pesquisa, tem-se a consolidação destes em dois índices finais, um de prática e outro de performance, que irão representar o estado atual diagnosticado em relação ao gerenciamento de ferramentas de usinagem. A consolidação dos resultados parciais no resultado final dá-se também pela média simples com base no percentual dos valores parciais medidos.

A coleta de dados é importante para a credibilidade dos resultados do diagnóstico, isto é, os resultados obtidos e as suas análises orientarão o planejamento da implantação e melhoramentos contínuos do gerenciamento de ferramentas de usinagem na empresa.

Nas seções 6.2.3.1.4, 6.2.3.1.5 e 6.2.3.1.6 são apresentados respectivamente os indicadores das variáveis no Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, onde cada indicador representa uma atividade que envolve o gerenciamento de

ferramentas de usinagem. Para cada indicador há uma breve descrição da importância da atividade na gestão das ferramentas de usinagem, bem como uma orientação para cada opção de nota a ser dada. A definição dos indicadores que compõem o método BEA, bem como a descrição para cada opção de nota, foram definidos a partir da revisão bibliográfica sobre os temas que compõem este trabalho, abordados nos capítulos 2, 3, 4 e 5, e também de estudos já publicados na área, pela experiência do autor deste trabalho e também do orientador do mesmo, e foram validadas através das visitas realizadas em empresas para a aplicação do método BEA. Estas empresas trabalham há anos com o gerenciamento de ferramentas de usinagem, e alcançaram bons resultados. Na aplicação do método contou-se com o *feedback* dos responsáveis que fazem a gestão das ferramentas de usinagem nessas empresas.

Na avaliação de cada indicador se trabalha com um sistema de pontuação que varia de 1 a 5. Este sistema de pontuação advém do Método *Benchmarking* Enxuto, que por sua vez advém do Método *Made In Europe*, e descreve três situações para cada indicador a ser medido, conforme descrito abaixo:

- Nota 1 - Equivale a um nível básico (20%) de prática ou performance;
- Nota 3 - Equivale a um nível intermediário (60%) de prática ou performance;
- Nota 5 - Equivale a excelência (100%) de prática ou performance.

Baseados na descrição das três situações, o(s) gestor(es) do setor de gerenciamento de ferramentas de usinagem, caso a empresa já trabalhe com esta filosofia, ou o(s) gestor(es) da(s) linha(s) e/ou célula(s) de usinagem e o(s) gestor(es) do(s) setor(es) de preparação de ferramentas e também do estoque de ferramentas, ou ainda os integrantes do GAGEF, devem optar por uma nota, entre 1 e 5, que melhor descreva a situação atual do indicador investigado na empresa. As notas 2 (equivalente a 40% de prática ou performance) e 4 (equivalente a 80% de prática ou performance), as quais referem-se às posições intermediárias de avaliação do item, são selecionadas quando a empresa apresenta algumas práticas ou performances em ambas as colunas vizinhas ou encontra-se em situação de desenvolvimento das práticas da coluna inferior, sem, no entanto, ter alcançado o estado descrito na coluna superior. Não podem ser usados valores fracionados

como, por exemplo, 2.5 ou 3.9, devendo-se trabalhar sempre com valores inteiros a fim de facilitar a leitura dos resultados obtidos.

É importante que a nota dada seja definida em função da realidade atual em que a empresa se encontra, e não considerar a situação almejada quando planos ou projetos em andamento alcançarem os resultados esperados ou mesmo aplicações piloto.

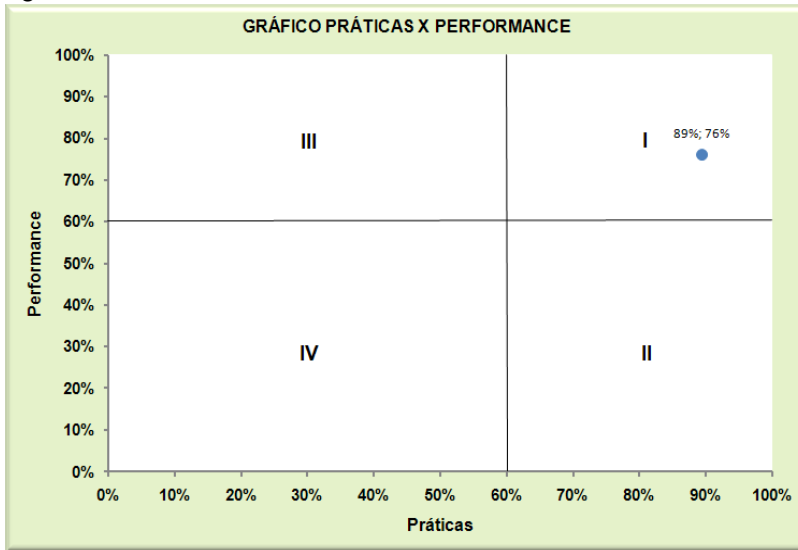
#### 6.2.3.1.3 Etapa de Análise dos Resultados

O objetivo da etapa final do método BEA é o de apresentar os resultados dos índices coletados na empresa para cada uma das variáveis que compõem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, com subsídio gráfico para a discussão em relação à adoção das práticas implantadas e das performances obtidas. Para tanto, são usados três tipos básicos de gráficos: Práticas *versus* Performance, Radar e de Barras. A decisão de usar esses tipos de gráfico também advém do Método *Benchmarking* Enxuto.

O gráfico de Práticas *versus* Performance, conforme ilustrado na Figura 6.5, posiciona a empresa em estudo de acordo com os índices finais obtidos durante a consolidação dos resultados parciais. O eixo das abscissas representa o índice final de práticas instaladas na empresa, enquanto o eixo das ordenadas representa o índice final de performance obtido. A escala varia de 0 a 100% em ambos os eixos.

A área do gráfico é dividida em quatro quadrantes principais, usando-se o valor de 60% tanto no eixo das abscissas como no eixo das ordenadas para delimitar os quadrantes. As empresas posicionadas no quadrante I, ou seja, com alto índice de práticas e alto índice de performance, apresentam as melhores condições para que os conceitos do gerenciamento de ferramentas de usinagem sejam implementados ou ampliados com sucesso. As empresas posicionadas no quadrante II, ou seja, com alto índice de práticas e baixo índice de performance, apresentam boas condições para a implementação do gerenciamento de ferramentas de usinagem, pois já têm práticas em andamento, mas no entanto, as performances ainda não correspondem ao nível de práticas implementadas.

Figura 6.5 - Gráfico Práticas x Performance.



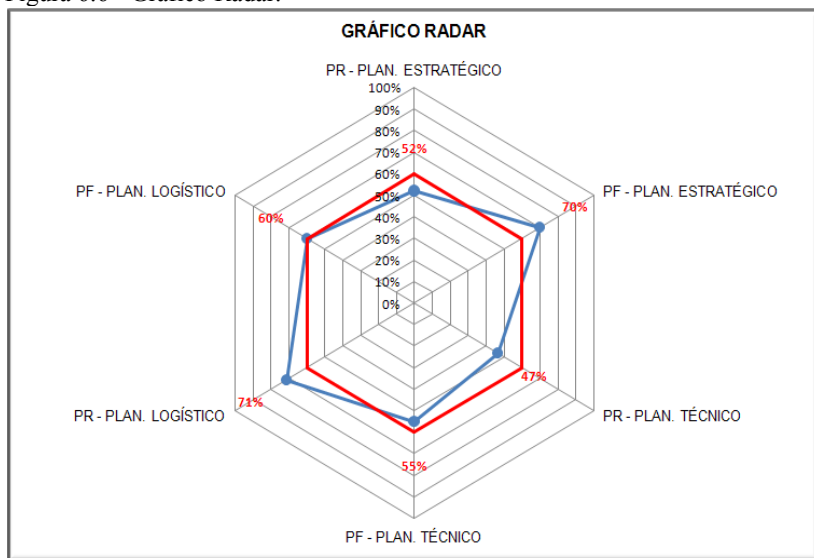
As empresas posicionadas no quadrante III, ou seja, que apresentam baixos índices de práticas e altos índices de performance, apresentam uma situação na qual há um bom desempenho no gerenciamento de processos e ferramentas de usinagem, provavelmente decorrentes de extremo esforço dos funcionários. Por fim, as empresas posicionadas no quadrante IV, ou seja, que apresentam baixos índices tanto de práticas como de performance, apresentam situação bastante desfavorável para implementação do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Provavelmente ainda não têm uma estrutura organizacional e física suficiente para um processo de mudança no sentido de buscar uma organização e gerenciamento das ferramentas de maneira mais enxuta e eficiente. Os custos e tempos de produção dessas empresas são normalmente elevados, uma vez que a dinâmica de mercado não permite tamanha ineficiência produtiva.

O segundo gráfico utilizado na análise dos resultados é o do tipo Radar, ilustrado na Figura 6.6. O gráfico Radar posiciona as empresas em relação aos padrões de excelência propostos neste método para o gerenciamento de ferramentas de usinagem, em termos de práticas e performance em cada uma das três variáveis estudadas na pesquisa. Cada eixo tem uma escala de 0 a 100%, e a posição da empresa é definida nesta escala por um ponto. Desta forma, tem-se um total de seis pontos dispostos em círculo que são unidos por linhas (linha azul),



formando um hexágono. O padrão de excelência proposto é representado pelo círculo externo do gráfico, ou seja, 100% em todos os indicadores de práticas e performance estudados. Tem-se o valor de 60% (linha vermelha) como um marco de desempenho mínimo necessário que viabiliza a utilização de técnicas e conceitos do gerenciamento de ferramentas de usinagem, abordando técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais.

Figura 6.6 - Gráfico Radar.

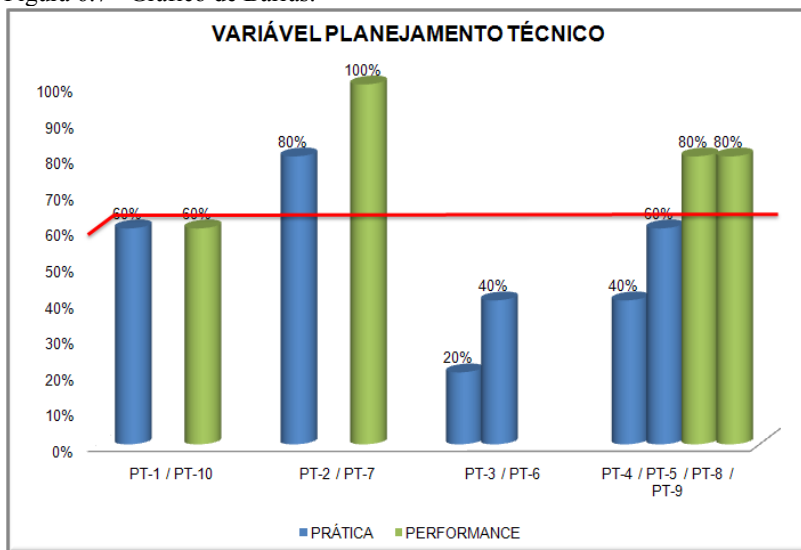


Ao observar o gráfico Radar, pode-se fazer uma comparação dos valores de práticas e performance de cada variável em estudo. Desta forma é possível evidenciar tanto os aspectos mais fortes de cada variável, indicado pelos pontos mais externos da curva azul, como os aspectos deficientes da gestão de ferramentas de usinagem, indicados pelos pontos da curva azul que cruzam o limite de 60% no sentido do interior do gráfico.

Uma vez identificados quais são os pontos fracos de cada uma das variáveis do gerenciamento de ferramentas de usinagem, faz-se uso do gráfico de Barras para facilitar o processo de avaliação de quais são os pontos mais críticos. A Figura 6.7 ilustra o gráfico de Barras da variável Planejamento Técnico.

No gráfico de Barras os indicadores de práticas e performance são apresentados em conjunto, respeitando a relação existente entre eles. Por exemplo, o indicador de prática *PT-2: Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação* é apresentado juntamente com o indicador de performance *PT-7: Percentual de Ferramentas Identificadas*, justamente porque o desempenho do primeiro tem forte impacto no segundo.

Figura 6.7 - Gráfico de Barras.



Este material gerado é reunido em um documento e apresentado para o GAGEF no sentido de formatar um diagnóstico da empresa. A discussão dos resultados alcançados finaliza esta última etapa do método de diagnóstico.

A seguir são relacionados os indicadores, para avaliação das práticas e performance, para cada uma das variáveis que compõem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, bem como uma orientação para escolha da nota mais adequada para cada indicador.

É importante destacar que, quando nas opções de cada nota aparecer a descrição estratégia formal, ela corresponde a uma estratégia de conhecimento de todos os envolvidos com a atividade, contendo procedimentos e instruções de trabalho com detalhes (qual, o que, quanto, quem, quando, onde) sobre a gestão das ferramentas.

Para alguns indicadores de práticas, onde pode haver dúvidas quanto à que nota a definir (p.ex. 2 ou 4), existe um recurso para auxiliar nesta definição. Ao final do indicador é informada a importância de cada critério usado nas opções de nota 1, 3 e 5, onde usa-se letras para definir o nível de importância, sendo a letra (A) a mais importante a considerar, a (B) a segunda mais importante a considerar, e assim por diante.

#### 6.2.3.1.4 Indicadores de Planejamento Estratégico

Na Tabela 6.4 são apresentados os indicadores de Planejamento Estratégico, os quais são detalhados nos parágrafos seguintes.

Tabela 6.4 - Indicadores de Planejamento Estratégico.

<b>Indicadores de Planejamento Estratégico</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PE-01</b>	Indicadores de Desempenho e Metas		
<b>PE-02</b>	Relacionamento com Fornecedores		
<b>PE-03</b>	Terceirização		
<b>PE-04</b>	Estratégia de Gestão Ambiental		
<b>PE-05</b>	Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF		
<b>Performances</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PE-06</b>	Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes		
<b>PE-07</b>	Descarte e Reciclagem de Ferramentas		
<b>PE-08</b>	Reaproveitamento de Ferramentas		
<b>PE-09</b>	Remanufatura de Ferramentas		

<b>PE-10</b>	Inventário de Ferramentas e Máquinas		
<b>PE-11</b>	Padronização de Ferramentas		
<b>PE-12</b>	Racionalização de Ferramentas		
<b>PE-13</b>	Índice de Pedidos Recebidos no Prazo		

**PE-01: Indicadores de Desempenho e Metas** - Este indicador objetiva medir se a empresa em estudo desenvolve e mede indicadores de desempenho bem como metas estabelecidas, como prazos esperados ou resultados pretendidos para as diferentes áreas e atividades que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem. Um exemplo de indicador de desempenho é quanto ao índice de recebimentos de ferramentas novas dentro dos prazos negociados com os fornecedores. Os resultados desta prática são analisados e avaliados para verificação da eficiência e eficácia do sistema de gerenciamento, bem como apontar que aspectos devem ser melhorados.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa desenvolve e mede indicadores de desempenho, bem como metas estabelecidas, para atividades das áreas que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem (Planejamento de Processos, PCP, Engenharia, Almoxarifado, Compras, Preparação e Manufatura);
- Três (3), se a empresa desenvolve e mede indicadores de desempenho, bem como metas estabelecidas, para atividades de algumas das áreas que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem;
- Um (1), se a empresa não desenvolve e mede indicadores de desempenho, bem como metas estabelecidas.

**PE-02: Relacionamento com Fornecedores** - Este indicador está relacionado com critérios, e também nas alianças estratégicas desenvolvidas entre a empresa e fornecedores, na aquisição de novas ferramentas. A tendência no mercado de ferramentas de usinagem é que as empresas cliente busquem cada vez mais através de seus fornecedores um relacionamento duradouro que vise benefícios mútuos, dividindo informações, compromissos, oportunidades, riscos e objetivos, ganhando em produtividade e conseqüentemente em competitividade. Muitos fabricantes de ferramentas oferecem modelos

de parceria onde os mesmos concedem benefícios aos seus clientes como, por exemplo, um software gerenciador de ferramentas ou dispensadores automáticos de ferramentas (chamados de *tool dispenser*), para ter prioridade na venda de seus produtos, mas desde que atenda tecnicamente as necessidades e se a relação custo benefício for satisfatória. A adoção de critérios para o processo de compra de novas ferramentas como, por exemplo, número mínimo de orçamentos e verificação se um fornecedor é qualificado ou não, são técnicas fundamentais no gerenciamento de ferramentas de usinagem.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa possui e aplica critérios para o processo de compra de novas ferramentas, desenvolve alianças estratégicas, e possui no máximo cinco fornecedores de ferramentas;
- Três (3), se a empresa possui e aplica critérios para o processo de compra de novas ferramentas, desenvolve alianças estratégicas, e possui mais de dez fornecedores de ferramentas;
- Um (1), se a empresa não possui critérios para o processo de compra de novas ferramentas e não desenvolve alianças estratégicas.

(A) Critérios para o processo de compra; (B) N° de fornecedores;

(C) Desenvolve alianças estratégicas.

**PE-03: Terceirização** - A terceirização de atividades do gerenciamento de ferramentas de usinagem tais como reafiação, aplicação de novos revestimentos, *presetting* (preparação), suprimentos/logística e engenharia de processo, tem sido uma alternativa as empresas que não dispõem de mão-de-obra especializada e/ou também por ter foco principal em seu negócio (*core business*), na busca por maior produtividade e qualidade final do seu produto. Essa prática, bem como que atividades e quantidades de ferramentas que poderão ter serviços terceirizados, dependem de cada empresa de acordo com sua estrutura, produto e características do processo produtivo. Este indicador tem o objetivo de avaliar se a empresa realiza estudos e estabelece critérios relativos às atividades de terceirização.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia formal, e realiza estudos com critérios de avaliação para decisões de

atividades de terceirização do gerenciamento de ferramentas de usinagem;

- Três (3), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia não formal, e não realiza estudos com critérios de avaliação para decisões de atividades de terceirização do gerenciamento de ferramentas de usinagem;
- Um (1), se a empresa não tem uma estratégia para atividades de terceirização do gerenciamento de ferramentas de usinagem.

(A) Tem e usa sempre uma estratégia; (B) Realiza estudos com critérios de avaliação; (C) Estratégia formal.

**PE-04: Estratégia de Gestão Ambiental** - Este indicador tem por objetivo medir se a empresa possui uma estratégia para a gestão dos aspectos ambientais relacionados ao uso de ferramentas de usinagem, tais como o tratamento de fluidos lubri-refrigerantes, seleção de ferramentas que usam quantidades reduzidas ou mínimas de fluidos lubri-refrigerantes, e também ferramentas para usinagem a seco, descarte dos cavacos gerados na usinagem de peças, descarte e reciclagem de ferramentas após o término da vida útil, reaproveitamento de ferramentas (p. ex. ferramentas obsoletas), remanufatura de ferramentas (ex: reafiação, novos revestimentos).

Para o sucesso da aplicação de qualquer uma dessas técnicas, a estratégia deve conter procedimentos e resultados de experimentos e análises iniciais para verificar a aplicação definitiva, para que a adoção de alguma dessas práticas não venha a: (a) comprometer a qualidade final dos produtos processados; (b) reduzir o desempenho e vida útil da própria ferramenta que está sendo utilizada; (c) aumentar os custos de fabricação.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia formal para todos os aspectos ambientais citados acima relacionados às ferramentas de usinagem;
- Três (3), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia não formal para alguns dos aspectos ambientais citados acima relacionados às ferramentas de usinagem;
- Um (1), se a empresa não tem uma estratégia para os aspectos ambientais citados acima relacionados às ferramentas de usinagem.

- (A) Tem e usa sempre uma estratégia; (B) Para todos os aspectos ambientais; (C) Estratégia formal.

**PE-05: Seleção de ferramentas que usam QRF ou MQF** - A completa eliminação dos fluidos lubri-refrigerantes é a situação ideal do ponto de vista ambiental e de saúde ocupacional. Apesar das pressões pela eliminação dos fluidos lubri-refrigerantes, em muitas situações não é economicamente ou tecnicamente possível eliminá-los. Este indicador mede se a empresa busca realizar pesquisas para a seleção, desenvolvimento e testes para substituição, em parceria com fabricantes de ferramentas, de ferramentas que usam QRF (Quantidade Reduzida de Fluido) e/ou MQF (Mínima Quantidade de Fluido), e também, sempre que possível, utilizar ferramentas para usinagem a seco. O uso dessas ferramentas depende de uma série de fatores como, por exemplo, material da peça e da ferramenta, parâmetros de corte, geometria da peça e da ferramenta, rigidez da máquina-ferramenta e dispositivos.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa está sempre buscando realizar pesquisas para seleção, desenvolvimento e testes para substituição, em parceria com fabricantes de ferramentas, de ferramentas que usam QRF ou MQF, e também ferramentas para usinagem a seco.
- Três (3), se a empresa busca eventualmente realizar pesquisas para seleção, desenvolvimento e testes para substituição, em parceria com fabricantes de ferramentas, de ferramentas que usam QRF ou MQF, e também ferramentas para usinagem a seco.
- Um (1), se a empresa não realiza pesquisas para a seleção, desenvolvimento e testes para substituição de ferramentas que usam QRF ou MQF, e também ferramentas para usinagem a seco.

**PE-06: Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes** - Este indicador mede a quantidade dos fluidos lubri-refrigerantes que são descartados adequadamente após serem inutilizados. O volume desses fluidos que necessitam de reciclagem e/ou descarte adequado apresentam um risco potencial ao homem e ao meio-ambiente. O reuso de um maior número de vezes possível e controles mais eficientes da qualidade do fluido lubri-refrigerante durante a sua utilização têm sido estimulados pelos crescentes custos envolvidos em seu tratamento para descarte.

Entretanto, mesmo com um sistema eficaz de filtragem e recuperação, a sua contínua utilização gera um acúmulo de contaminação até atingir um estado que inviabiliza o seu aproveitamento, exigindo a aplicação de procedimentos legais e técnicos para o descarte de fluidos inadequados ao uso.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se é realizado o descarte adequado de 100% dos fluidos lubri-refrigerantes utilizados pela empresa após a sua inutilização;
- Três (3), se é realizado o descarte adequado entre 85 e 95% dos fluidos lubri-refrigerantes utilizados pela empresa após a sua inutilização;
- Um (1), se é realizado o descarte adequado de menos de 80% dos fluidos lubri-refrigerantes utilizados pela empresa após a sua inutilização.

**PE-07: Descarte e Reciclagem de Ferramentas** - Este indicador mede a quantidade de ferramentas que após o fim da sua vida útil são descartadas e recicladas de maneira adequada, visando aproveitar o investimento inicial de aquisição. Por meio de relações da empresa junto aos fornecedores, ferramentas podem ser descartadas e recicladas corretamente como, por exemplo, insertos intercambiáveis, onde os mesmos podem ser triturados e os metais que o compõem (p. ex. cobalto e tungstênio) são separados um a um e reaproveitados na fabricação de novas ferramentas. Muitas dessas ferramentas podem ser recicladas dentro da própria empresa, separando o metal nobre (p. ex. cobre, bronze e ligas de titânio) e serem vendidas como sucatas. Algumas ferramentas podem ser utilizadas por empresas de pequeno porte que fabricam produtos próprios, assim o descarte destes itens pode também contribuir para o faturamento da empresa, onde o dinheiro obtido com a venda pode retornar para a própria central de ferramentas como investimento em equipamentos.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa faz o descarte e reciclagem de maneira adequada, de mais de 95% das ferramentas após o fim da vida útil;
- Três (3), se a empresa faz o descarte e reciclagem de maneira adequada, entre 75 e 85% das ferramentas após o fim da vida útil;



- Um (1), se a empresa faz o descarte e reciclagem de maneira adequada, de menos de 60% das ferramentas após o fim da vida útil.

**PE-08: Reaproveitamento de Ferramentas** - Este indicador tem por objetivo medir a quantidade de ferramentas que são reaproveitadas dentro da empresa. Para determinadas aplicações na usinagem de peças, algumas ferramentas podem ser descartadas por não terem mais a capacidade de proporcionar a qualidade da superfície que a peça exige, mas isso não significa que a ferramenta chegou ao fim de sua vida útil. Essa mesma ferramenta pode ser usada para o processamento de outros produtos que não exigem um acabamento melhor ou, por exemplo, operações grosseiras de desbaste dentro da própria empresa ou mesmo por outras empresas na fabricação de seus produtos. Para isso é preciso avaliar os demais parâmetros de corte que a peça exige, como por exemplo, velocidade de corte e avanço, para não comprometer a qualidade final. O reaproveitamento de ferramentas obsoletas também é um aspecto muito importante, principalmente na diminuição de custos com a aquisição de novas ferramentas.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se quando aplicável, a empresa faz o reaproveitamento de mais de 90% das ferramentas;
- Três (3), se quando aplicável, a empresa faz o reaproveitamento entre 70 e 80% das ferramentas;
- Um (1), se quando aplicável, a empresa faz o reaproveitamento de menos de 60% das ferramentas.

**PE-09: Remanufatura de Ferramentas** - Este indicador tem por objetivo medir a quantidade de ferramentas em que são realizadas operações de remanufatura. A realização de reafiações e aplicação de novos revestimentos podem prolongar a vida útil das ferramentas, contribuindo com a redução na quantidade de ferramentas descartadas, bem como na compra de novas ferramentas. Essas práticas podem ser realizadas desde que não comprometam a qualidade exigida pelo produto.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se quando aplicável, a empresa faz a remanufatura de mais de 90% das ferramentas utilizadas;

- Três (3), se quando aplicável, a empresa faz a remanufatura entre 70 e 80% das ferramentas utilizadas;
- Um (1), se quando aplicável, a empresa faz a remanufatura de menos de 60% das ferramentas utilizadas.

**PE-10: Inventário de Ferramentas e Máquinas** - O objetivo deste indicador é medir a frequência em que são realizados inventários e em que quantidade de ferramentas e máquinas. A verificação da quantidade e variedade de ferramentas e máquinas que a empresa possui tem importância fundamental no desempenho das atividades dos setores envolvidos com o gerenciamento de ferramentas de usinagem, pois permite avaliar metas e indicadores de desempenho, descobrir problemas relacionados ao controle de estoque como ferramentas fora do local correto de armazenagem, bem como a existência de ferramentas obsoletas, o que em muitos casos podem chegar a 50% do estoque que a empresa possui.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa realiza pelo menos dois inventários por ano de mais de 90% das ferramentas e máquinas que possui;
- Três (3), se a empresa realiza um inventário por ano de mais de 90% das ferramentas e máquinas que possui;
- Um (1), se a empresa não realiza inventários com frequência anual das ferramentas e máquinas que possui.

**PE-11: Padronização de Ferramentas** - Este indicador visa medir a variedade de ferramentas usadas pela empresa (formas, materiais, geometrias e revestimentos) em relação a cada *feature* (característica da peça – p. ex. furo, chanfro, cavidade, ranhura) a ser usinada, para cada peça. Uma variedade elevada de ferramentas ocorre devido a elas não serem consideradas nas fases de elaboração do projeto dos produtos e também por métodos inadequados de seleção, tornando-se um grande problema ao gerenciamento de ferramentas de usinagem. Por meio da aplicação de técnicas como, por exemplo, engenharia simultânea nas fases de projeto dos produtos, redução de fornecedores, padronização da codificação dos itens, entre outras, pode-se padronizar as ferramentas, reduzindo-se a variedade, o inventário e o número de ferramentas duplicadas que realizam a mesma tarefa, em que uma delas é muito mais utilizada do que a outra, levando à obsolescência desta última.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se em mais de 90% das peças usinadas na empresa a variedade de ferramentas é no máximo três para cada *feature* a ser usinada, para cada peça;
- Três (3), se entre 70 e 80% das peças usinadas na empresa, a variedade de ferramentas é no máximo três para cada *feature* a ser usinada, para cada peça;
- Um (1), se em menos de 60% das peças usinadas na empresa, a variedade de ferramentas é no máximo três para cada *feature* a ser usinada, para cada peça.

**PE-12: Racionalização de Ferramentas** - Este indicador mede a quantidade de ferramentas que são fornecidas *Just in Time*, do estoque para a produção, contribuindo para a redução efetiva do estoque de ferramentas. Com a racionalização objetiva-se reduzir ao mínimo o estoque de ferramentas, tomando-se o cuidado para que não ocorra um dimensionamento equivocado a ponto de provocar paradas de produção pela falta de ferramentas e a conseqüente perda de produtividade e competitividade. Técnicas como fornecimento *Just in Time* de ferramentas a produção pelo controle logístico, Troca Rápida de Ferramentas e *Kaizen*, auxiliam na redução do estoque de ferramentas, contribuindo para a diminuição dos custos com compras de novas ferramentas, manutenção dos estoques, menor variedade de itens, menor número de ferramentas obsoletas, maior disponibilidade de capital de giro a empresa, entre outros benefícios. Boa parte das empresas possui um estoque intermediário de ferramentas prontas para uso ao lado da máquina-ferramenta para evitar longas paradas de produção enquanto a montagem da ferramenta seja realizada e preparada. Para estes casos, na avaliação desse indicador, considera-se fornecimento *just in time*, quando a ferramenta permanece no máximo um dia sem ser utilizada, ao lado da máquina-ferramenta.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se é realizado um fornecimento *just in time*, do estoque para a produção, para mais de 90% das ferramentas usadas na empresa;
- Três (3), se é realizado um fornecimento *just in time*, do estoque para a produção, entre 70 e 80% das ferramentas usadas na empresa;
- Um (1), se é realizado um fornecimento *just in time*, do estoque para a produção, para menos de 60% das ferramentas usadas na empresa.

**PE-13: Índice de Pedidos Recebidos no Prazo** - O objetivo deste indicador é medir a quantidade de pedidos de compras e serviços de terceirização, quando realizados, como por exemplo reafiações, aplicação de novos revestimentos, que são entregues no prazo pelos fornecedores e/ou terceiros contratados. A medição desse índice é de fundamental importância para a avaliação do desempenho das empresas fornecedoras e terceirizadas. Quando esse desempenho é abaixo do esperado, novas estratégias e parcerias de fornecimento e serviços podem ser desenvolvidas com os mesmos ou novos fornecedores.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa possui mais de 95% dos pedidos recebidos no prazo;
- Três (3), se a empresa possui entre 80 e 90% dos pedidos recebidos no prazo;
- Um (1), se a empresa possui menos de 75% dos pedidos recebidos no prazo.

#### 6.2.3.1.5 Indicadores de Planejamento Técnico

Seguem na Tabela 6.5 os indicadores de Planejamento Técnico, e uma descrição desses indicadores é feita nos parágrafos seguintes.

Tabela 6.5 - Indicadores de Planejamento Técnico.

<b>Indicadores de Planejamento Técnico</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PT-01</b>	Banco de Dados de Usinagem		
<b>PT-02</b>	Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação		
<b>PT-03</b>	Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte		
<b>PT-04</b>	Definição da Vida das Ferramentas		
<b>PT-05</b>	Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas		

<b>PT-06</b>	Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida		
<b>Performances</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PT-07</b>	Percentual de Ferramentas Identificadas		
<b>PT-08</b>	Índice de Quebras de Ferramentas		
<b>PT-09</b>	Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas		
<b>PT-10</b>	Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas		

**PT-01: Banco de Dados de Usinagem** - O objetivo deste indicador consiste em medir se a empresa em estudo possui um banco de dados de usinagem, disponibilizado de maneira eletrônica, contendo informações relevantes referentes às atividades do gerenciamento de ferramentas de usinagem, tais como cadastro de ferramentas e dispositivos, parâmetros de corte, controle de estoque, controle de fluxo, entre outros. Exemplos de perguntas que devem ser respondidas durante a avaliação desse indicador são as seguintes: Que tipo de banco de dados a empresa possui? Que informações abrangem? Há informações relevantes a todas as áreas que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem? É integrado em diversos pontos da manufatura como, por exemplo, sistema de códigos de barras, simuladores de usinagem e catálogos eletrônicos de fabricantes?

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa possui e usa um banco de dados de usinagem, através de software específico para gerenciamento de ferramentas de usinagem, contendo todas as informações necessárias ao gerenciamento, integrado a todos os setores envolvidos na empresa (Planejamento de Processos, PCP, Engenharia, Almoxarifado, Compras, Preparação e Manufatura);
- Três (3), se a empresa possui e usa um banco de dados de usinagem, através de planilhas eletrônicas em software de qualquer sistema operacional, que não contenha poucas informações necessárias ao gerenciamento, porém as

informações são integradas a todos os setores envolvidos na empresa;

- Um (1), se a empresa não possui um banco de dados de usinagem, disposto de maneira eletrônica, e apenas gerencia poucas informações de maneira manuscrita.

(A) Contém todas as informações das ferramentas; (B) Informações são integradas a todos os setores.

### **PT-02: Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação -**

Este indicador tem como objetivo avaliar se a empresa possui algum modelo de codificação para identificar as ferramentas e dispositivos de fixação. O código de identificação caracteriza cada ferramenta como elemento individual, sendo possível obter inúmeros dados da mesma como, por exemplo, localização no estoque e no processo produtivo, identificação do processo produtivo, norma e número, material, dimensões, vida da ferramenta, entre outras, ou seja, todas as informações que são relevantes para se ter um gerenciamento eficiente. Um código não deve deixar dúvidas e normalmente é constituído de uma série de caracteres alfanuméricos. Algumas empresas usam o código adotado pelo próprio fornecedor. A forma de identificação depende da estratégia de cada empresa, podendo vir do fabricante com o código já gravado na ferramenta ou na embalagem, podendo ser através de código de barras, dispositivos eletrônicos de identificação (“chips”), entre outras.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre um modelo formal de codificação para todas as ferramentas e dispositivos de fixação;
- Três (3), se a empresa tem e usa eventualmente um modelo formal de codificação para não todas as ferramentas e dispositivos de fixação;
- Um (1), se a empresa não tem um modelo formal de codificação, sendo o código gerado um número aleatório que não contém nenhuma informação sobre as ferramentas e dispositivos de fixação.

### **PT-03: Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte -**

Este indicador tem como objetivo medir se a empresa possui uma estratégia para realizar a seleção de ferramentas individuais, montagens de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte, através de critérios estabelecidos como, por exemplo, o uso de valores recomendados em

catálogos de fabricantes e/ou cálculos para busca da otimização desses valores, uso de *feedbacks* da produção, cálculos de capacidade do processo, entre outros. Os responsáveis por estas atividades devem possuir treinamentos e conhecimentos de máquinas e processos de usinagem, fundamentos de usinagem, materiais de ferramentas, usinabilidade de diferentes materiais, fluidos lubri-refrigerantes e otimização de processos. A adoção dessas práticas pode contribuir para a redução dos custos com o processo, redução de quebras de ferramentas, redução do consumo de ferramentas e fluidos lubri-refrigerantes, auxiliar na padronização das ferramentas, facilitar o controle logístico pela variedade reduzida, entre outras vantagens.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia formal com critérios estabelecidos, e toda a equipe devidamente qualificada, para realizar a seleção de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte;
- Três (3), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia não formal com critérios estabelecidos, e parte da equipe devidamente qualificada, para realizar a seleção de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte;
- Um (1), se a empresa não tem uma estratégia, com critérios estabelecidos, e utiliza apenas a experiência do operador da máquina para realizar a seleção de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte.

(A) Toda a equipe devidamente qualificada; (B) Tem e usa sempre uma estratégia; (C) Estratégia formal.

**PT-04: Definição da Vida das Ferramentas** - O objetivo deste indicador é medir se a empresa possui uma estratégia com critérios para definir o fim da vida de cada ferramenta. Vários critérios de fim de vida podem ser adotados como, por exemplo, desgaste de flanco ou cratera, acabamento ruim da superfície, alteração nos cavacos, alterações nas forças de usinagem, número de peças fabricadas, vibrações, rebarbas, aumentos de temperatura, alterações nas dimensões de corte, dados do catálogo do fabricante, entre outras. O uso desses critérios pode contribuir para estudos de testes de desempenho de cada ferramenta, contribuir para possíveis substituições de ferramentas por outras mais econômicas a cada processo e produto, evitar que ferramentas não quebrem prematuramente e de maneira imprevista, o que pode comprometer a qualidade da peça e até mesmo levar ao descarte da

ferramenta, facilitar o planejamento de compras e estoques, entre outras vantagens.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa possui uma estratégia formal com critérios de fim de vida, disponível em um banco de dados de maneira eletrônica, para mais de 90% das ferramentas disponíveis na empresa, e informações formais de *feedbacks* do chão de fábrica;
- Três (3), se a empresa possui uma estratégia formal com critérios de fim de vida, disponível em um banco de dados de maneira eletrônica, para entre 50 e 90% das ferramentas disponíveis na empresa;
- Um (1), se a empresa não possui uma estratégia formal com critérios de fim de vida das ferramentas disponíveis na empresa, cabendo ao operador decidir o momento em que as mesmas devem ser descartadas.

#### **PT-05: Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas -**

Este indicador visa medir se a empresa realiza o controle, análise e prevenção de quebras de ferramentas. A quebra de ferramentas é um dos mais frequentes e graves distúrbios que ocorrem no processo de usinagem. Além de gerar a interrupção do fluxo produtivo, as quebras geram custos pela perda da própria ferramenta, ocorrendo o descarte e a substituição por uma ferramenta nova, por danos no porta-ferramenta e na máquina-ferramenta e pela geração de refugos, que podem ser em grandes quantidades se a quebra não é detectada rapidamente. Deficiências na geração de programas CNC, problemas na máquina como, por exemplo, vibrações, folgas, fixação deficiente e problemas no porta-ferramenta, são frequentes causas de quebras e vida reduzida de ferramentas. Também podem ser consideradas causas de quebras de ferramentas, as colisões durante o processo e os picos de energia elétrica da rede. Através de registros e anotações das ferramentas que quebram, juntamente com uma análise da causa da quebra, pode-se realizar atividades de prevenção para evitar uma nova ocorrência do evento.

Existem muitas técnicas que podem auxiliar no monitoramento de quebras de ferramentas. No intuito da aplicação do *Jidoka* nos processos, atualmente existem diversos sistemas para assegurar a integridade das ferramentas, como monitoramento das forças de corte pelo consumo de potência ou controle de emissões acústicas ou



vibrações. A utilização de apalpadores que verificam a ferramenta ou superfície usinada como, por exemplo, profundidade de um furo usinado, são exemplos de *Poka-Yokes* (dispositivos à prova de erros) freqüentemente utilizados, e que ajudam a definir de maneira automática o momento da troca da ferramenta. A TPM (*Total Productive Maintenance* - Manutenção Produtiva Total) é uma importante técnica que pode contribuir muito na prevenção de quebras de ferramentas. A prevenção das quebras também pode ser realizada pela seleção adequada das ferramentas e seus parâmetros de corte, utilização ou não de fluido lubri-refrigerante e em que condições de vazão e pressão, bem como pela determinação da vida útil adequada, de forma que os desgastes presentes ao fim da vida não comprometam a integridade da ferramenta.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem um grupo formal, guiado por metas de redução contínua de quebras de ferramentas, que realiza o controle, análise crítica e realiza atividades de prevenção, para todas as ferramentas que quebram;
- Três (3), se a empresa tem um grupo formal que realiza o controle, análise crítica e realiza atividades de prevenção, apenas nas ferramentas que mais quebram;
- Um (1), se a empresa não realiza o controle, análise crítica e atividades de prevenção para as ferramentas que quebram.

#### **PT-06: Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida** -

Este indicador visa avaliar se a empresa realiza atividades de análise e melhoramento dos processos de usinagem, objetivando a redução do custo com ferramentas por peça produzida, levando à redução dos custos de fabricação. Para que o retorno do tempo gasto com estas atividades e o esforço despendido seja maximizado, é necessário que se atue sobre os itens de maior gasto por peça produzida. Por meio de um banco de dados completo e atualizado, pode-se obter os custos por peça por ordem decrescente. Estas atividades podem ser suportadas pela aplicação da técnica *Kaizen*, com representantes de cada setor envolvido com o gerenciamento de ferramentas de usinagem, e também por testes que possam levar a possíveis substituições de ferramentas por outras com melhor relação custo benefício.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem um grupo formal, guiado por metas de redução contínua, que realiza com frequência uma análise crítica de redução dos custos com ferramentas por peça produzida, e que realiza testes para possíveis substituições de ferramentas;
- Três (3), se a empresa tem um grupo formal, que realiza eventualmente uma análise crítica de redução dos custos com ferramentas por peça produzida, e que realiza testes para possíveis substituições de ferramentas;
- Um (1), se a empresa não realiza atividades de análise crítica para redução dos custos com ferramentas por peça produzida, e testes para possíveis substituições de ferramentas.

(A) Realiza com frequência uma análise dos custos; (B) Realiza testes para substituições de ferramentas; (C) Tem um grupo formal.

**PT-07: Percentual de Ferramentas Identificadas** - O objetivo deste indicador consiste em medir a quantidade de ferramentas e dispositivos de fixação que são identificados corretamente pela empresa. Uma identificação adequada, juntamente com um banco de dados informatizado e atualizado, favorece o conhecimento das variedades e quantidades disponíveis de ferramentas e dispositivos de fixação na empresa, beneficiando todos os setores envolvidos com o gerenciamento de ferramentas de usinagem na tomada de decisões. Uma identificação eficiente também garante o conhecimento da localização exata na fábrica e os dados técnicos de cada ferramenta e dispositivo de fixação.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem identificado mais de 95% das ferramentas e dispositivo de fixação existente na empresa, aliado a um banco de dados informatizado e atualizado;
- Três (3), se a empresa tem identificado entre 80 e 90% das ferramentas e dispositivo de fixação existente na empresa, aliado a um banco de dados informatizado e atualizado;
- Um (1), se a empresa tem identificado menos de 75% das ferramentas e dispositivo de fixação existente na empresa, tendo os dados mantidos em tabelas manuscritas.

**PT-08: Índice de Quebras de Ferramentas** - Este indicador tem por objetivo medir a quantidade de ferramentas que quebram durante o

processamento de produtos em relação ao total de ferramentas em operação dentro da fábrica. O monitoramento do índice de quebras de ferramentas facilita a tomada de ações para combater as principais causas de quebras de ferramentas dentro da empresa. Sem o conhecimento das principais causas que geram este desperdício, mais difícil é a racionalização das ferramentas de usinagem. Para medir este indicador devem ser somadas todas as ferramentas quebradas em um mês e dividir pela quantidade total usada durante este período, calculando a média dos últimos 12 meses. Se não houver registros dos últimos 12 meses, considerar a partir do mês que vem sendo registrado.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa possui índice inferior a 0,05%;
- Três (3), se a empresa possui índice entre 0,1 e 0,2%;
- Um (1), se a empresa possui índice superior a 0,3%.

**PT-09: Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas**

- Este indicador tem por objetivo medir a frequência com que a produção é interrompida devido a quebras de ferramentas, o que leva a elevados atrasos na produção, resultando em baixa produtividade e elevados custos de fabricação. Em sistemas enxutos de produção, nos quais se adota uma postura pró-ativa de prevenção, paradas desse gênero não podem ser toleradas, mas mesmo assim elas podem acontecer devidos a fatos inesperados e não controláveis pela empresa como, por exemplo, picos na rede de energia e peças com sobre-material além do especificado recebidos dos fornecedores. Para medir esse indicador devem ser consideradas todas as paradas da produção que tenham como causa a quebra de ferramentas. Paradas da produção originadas por outras razões não são consideradas na avaliação desse indicador.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa apresenta raramente (sem frequência mensal) interrupções da produção decorrente da quebra de ferramentas;
- Três (3), se a empresa apresenta mensalmente (sem frequência semanal) interrupções da produção decorrente da quebras de ferramentas;
- Um (1), se a empresa apresenta interrupções da produção diariamente, decorrente da quebra de ferramentas.

**PT-10: Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas - O**

objetivo deste indicador é medir a quantidade de ferramentas que possuem dados armazenados e atualizados, os quais são relevantes a todo o sistema produtivo. É importante que o conhecimento desenvolvido dentro da empresa esteja guardado de maneira segura em documentos físicos ou eletrônicos para que futuros funcionários possam acessá-los e usá-los, não os perdendo durante a troca de funcionários. A manutenção e atualização dos documentos como os planos e desenhos de ferramentas são fundamentais para evitar diversos problemas e longas paradas de máquina. Todas as alterações no processo devem ser atualizadas na documentação o mais rápido possível, de modo que todos envolvidos possam tomar as ações que lhes cabem, caso seja necessário. Através destas atividades, relatórios atualizados das ferramentas podem ser consultados a qualquer momento, bem como pode-se gerar rotinas padrão de operação e de procedimentos e instruções de trabalho, os quais ajudam a disseminar o conhecimento dentro da empresa, podendo também dar suporte ao incentivo à polivalência, promovendo a rotatividade dos operadores para funções diferentes.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem armazenado e atualizado os documentos, como planos e desenhos de ferramentas, em meio eletrônico, contendo dados relevantes ao sistema produtivo, de mais de 95% das ferramentas;
- Três (3), se a empresa tem armazenado e atualizado os documentos, como planos e desenhos de ferramentas, em meio eletrônico, contendo dados relevantes ao sistema produtivo, entre 75 e 85% das ferramentas;
- Um (1), se a empresa tem armazenado e atualizado os documentos, como planos e desenhos de ferramentas, de forma manuscrita, contendo dados relevantes ao sistema produtivo, de menos de 65% das ferramentas.

#### *6.2.3.1.6 Indicadores de Planejamento Logístico*

Na Tabela 6.6 são listados os indicadores de Planejamento Logístico, e uma descrição desses indicadores é feita nesta seção.

Tabela 6.6 - Indicadores de Planejamento Logístico.

<b>Indicadores de Planejamento Logístico</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PL-01</b>	Armazenamento de Ferramentas		
<b>PL-02</b>	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas		
<b>PL-03</b>	Alocação de Ferramentas		
<b>PL-04</b>	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas		
<b>PL-05</b>	Inspeção e Manutenção de Ferramentas		
<b>PL-06</b>	Estratégia de Movimentação de Ferramentas		
<b>PL-07</b>	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)		
<b>Performances</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PL-08</b>	Percentual de Armazenamento de Ferramentas		
<b>PL-09</b>	Índice de Paradas Não Programadas		
<b>PL-10</b>	Rastreabilidade de Ferramentas		
<b>PL-11</b>	Percentual de Tempo de <i>Setup</i>		
<b>PL-12</b>	Grau de Obsolescência de Ferramentas		

**PL-01: Armazenamento de Ferramentas** - Este indicador objetiva medir a empresa em estudo quanto à estratégia para o armazenamento de ferramentas. As ferramentas utilizadas pela empresa podem ser armazenadas em componentes separados ou em montagens específicas para cada produto e processo de usinagem, por meio de um estoque ou sala central e/ou junto às máquinas-ferramentas, em um local específico ao lado da máquina ou no próprio magazine da mesma, ou ainda em

dispensadores automáticos (local onde ferramentas novas são disponibilizadas à empresa através de consignação e são pagas somente quando usadas), caso a empresa disponha deste recurso. A estratégia adotada depende das características do sistema produtivo da empresa como, por exemplo, tipo de leiaute, variedade de peças, tamanho dos lotes de peças fabricadas e variedade e quantidade de ferramentas utilizadas pela empresa. Um estudo para a adoção da estratégia mais adequada de armazenamento pode contribuir para reduzir os custos de fabricação e o tamanho do estoque de ferramentas.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia formal para armazenamento de todas as ferramentas;
- Três (3), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia não formal para armazenamento de não todas as ferramentas;
- Um (1), se a empresa não tem uma estratégia para armazenamento das ferramentas.

(A) Tem e usam sempre uma estratégia; (B) Usa para todas as ferramentas; (C) É formal.

### **PL-02: Planejamento e Controle dos Estoques de Ferramentas -**

Este indicador tem por objetivo verificar se a empresa toma decisões de planejamento e controle dos estoques de ferramentas, e em que quantidade elas são armazenadas. Essas decisões incluem, por exemplo, definições da quantidade máxima e mínima de todas as ferramentas em estoque, definições de curva ABC para os itens em estoque, determinação de lote econômico de compra e registro do histórico de consumo de cada ferramenta. Essas atividades podem contribuir muito na redução do tamanho do estoque de ferramentas e no número de ferramentas obsoletas, entre outros benefícios.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa sempre realiza decisões de planejamento e controle de estoques, com software de apoio e dados atualizados, em todos os itens do estoque;
- Três (3), se a empresa eventualmente realiza decisões de planejamento e controle de estoques, com software de apoio e dados atualizados, nos principais itens do estoque;
- Um (1), se a empresa não realiza decisões de planejamento e controle de estoques, e utiliza apenas a experiência do almoxarife para os itens do estoque.

- (A) Sempre realiza decisões de planejamento; (B) Dados atualizados;  
(C) Com software de apoio; (D) Em todos os itens do estoque.

**PL-03: Alocação de Ferramentas** - Este indicador mede se a empresa possui estratégias para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramentas. Alguns exemplos de estratégias são: fornecimento das ferramentas necessárias às máquinas-ferramentas no início do dia ou turno e coletá-las para manutenção no final do dia ou turno; após usar um grupo de ferramentas que não será mais usada durante o dia, coletá-las para manutenção e usá-las na fabricação de outras peças; usar estoques intermediários ao lado das máquinas-ferramentas e efetuar reposição de ferramentas novas ou reafiadas conforme elas vão sendo consumidas; entre outras estratégias. A estratégia adotada depende das características do sistema produtivo da empresa como, por exemplo, tipo de leiaute, variedade de peças, tamanho dos lotes de peças fabricadas e variedade e quantidade de ferramentas utilizadas pela empresa. A definição de estratégias de alocação de ferramentas torna o planejamento do processo mais transparente, podendo também reduzir os custos de fabricação e o tamanho do estoque de ferramentas.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre estratégias formais para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramentas;
- Três (3), se a empresa tem e usa eventualmente estratégias não formais para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramentas;
- Um (1), se a empresa não tem estratégias para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramentas.

**PL-04: Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas** - Este indicador é o responsável por identificar a prática de um programa de preparação, montagem e desmontagem adequado das ferramentas antes e após o uso na produção. A atividade de preparação (*presetting*) faz parte da área do estoque circulante de ferramentas, estoque este que é composto por ferramentas que já foram retiradas do estoque principal de ferramentas novas e usadas, e que se encontram em utilização ou em preparação para utilização. Na preparação faz-se uma análise do estado geral das ferramentas e dispositivos de fixação, após a montagem e

desmontagem, realizando medições, verificação de desgastes e trincas, envio dos valores de correção às máquinas-ferramentas, geração de relatórios e, se necessário, o balanceamento das ferramentas. Essa prática contribui muito para evitar distúrbios no processo produtivo, como quebras indesejadas e atrasos na produção, bem como ajudar a garantir a qualidade desejada ao produto.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre um programa formal de preparação de ferramentas com instruções de trabalho, uso de equipamentos adequados e pessoas com capacitação técnica continuada;
- Três (3), se a empresa tem e usa eventualmente um programa não formal de preparação de ferramentas com instruções de trabalho, uso de equipamentos adequados e pessoas com capacitação técnica continuada;
- Um (1), se a empresa não tem um programa formal de preparação de ferramentas com instruções de trabalho, uso de equipamentos adequados e pessoas com capacitação técnica continuada.

(A) Pessoas com capacitação técnica; (B) Equipamentos adequados; (C) Tem e usa sempre uma estratégia; (D) É formal.

**PL-05: Inspeção e Manutenção de Ferramentas** - Este indicador tem por objetivo identificar se a empresa possui uma estratégia para inspeção e manutenção das ferramentas. A prática de inspecionar as ferramentas no recebimento, as quais podem chegar erradas ou com defeitos, faz com que problemas futuros de planejamento e distúrbios no chão de fábrica sejam evitados. Atividades de manutenção como limpeza, reafiação e aplicação de novos revestimentos, que, dependendo do porte da empresa, podem ser realizadas internamente ou por terceiros, são de extrema importância para um melhor aproveitamento dos recursos de ferramentas. Um programa de inspeção e manutenção de ferramentas pode gerenciar atividades internas e de terceiros, e deve conter procedimentos e rotinas para cada atividade com informações como datas, identificação, quantidades, responsáveis, entre outros. Em empresas com quantidade significativa de ferramentas, as atividades de manutenção podem ser apoiadas pela técnica do *Kanban*.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem uma estratégia formal de inspeção e manutenção, e a usa para todas as ferramentas necessárias;



- Três (3), se a empresa tem uma estratégia não formal de inspeção e manutenção, e a usa em parte das ferramentas necessárias;
- Um (1), se a empresa não tem uma estratégia de inspeção e manutenção de ferramentas.

**PL-06: Estratégia de Movimentação de Ferramentas** - O objetivo deste indicador é medir a existência de uma estratégia de movimentação das ferramentas entre o estoque ou sala de ferramentas e o estoque circulante. No planejamento e controle do fluxo de ferramentas no chão de fábrica, que envolve as reposições e recolhimentos das ferramentas das máquinas-ferramentas, é necessário organizar o transporte das mesmas, controlando tipos, quantidades, locais, datas e horários de entrega e recolhimento de cada ferramenta, contribuindo para que não ocorra excesso ou escassez de ferramentas junto às máquinas-ferramentas. A realização de um controle via *Kanban* pode apresentar bons resultados como, por exemplo, na redução de parada de máquina por falta de ferramentas, na racionalização das ferramentas no chão de fábrica, e obtenção do histórico de preparações e consumo de ferramentas.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem e usa sempre uma estratégia formal de movimentação de ferramentas, com equipamentos adequados e operadores com treinamento técnico continuado;
- Três (3), se a empresa tem e usa eventualmente uma estratégia não formal de movimentação, com equipamentos adequados e operadores com treinamento técnico continuado;
- Um (1), se a empresa não tem uma estratégia e equipamentos adequados para movimentação de ferramentas.

(A) Tem e usa sempre uma estratégia; (B) Com equipamentos adequados; (C) Operadores com treinamento técnico; (D) É formal.

**PL-07: Troca Rápida de Ferramentas (TRF)** - Para este indicador o objetivo é avaliar o desenvolvimento de práticas relacionadas à redução dos tempos de preparação de máquina (*setup*). A TRF proporciona velocidade de resposta ao sistema, viabiliza a fabricação em pequenos lotes e a produção puxada, contribuindo para o estabelecimento de um fluxo contínuo e da redução dos estoques. Em sistemas enxutos de produção o tempo de *setup* ideal seria zero, no entanto quando não é possível eliminá-lo, ao menos se deve trabalhar na redução contínua dos

*setups* pela aplicação de técnicas de TRF. Para a avaliação deste indicador deve ser considerada na empresa a existência de evidências de que há um esforço organizado para implantação de uma troca rápida de ferramentas em todas as linhas e/ou células de usinagem da empresa.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem um grupo formal de análise de TRF, guiado por metas de redução contínua dos tempos de *setup*, que realiza com freqüência uma análise crítica da preparação das máquinas;
- Três (3), se a empresa tem um grupo formal de análise de TRF que proceda, eventualmente, uma análise crítica da preparação das máquinas;
- Um (1), se a empresa não realiza atividades de análise de TRF.

**PL-08: Percentual de Armazenamento de Ferramentas** - Este indicador mede quanto do estoque de ferramentas é conhecido e armazenado de maneira adequada pela empresa. Um armazenamento adequado juntamente com um banco de dados informatizado e atualizado, favorece o conhecimento das variedades e quantidades disponíveis de ferramentas na empresa, beneficiando todos os setores envolvidos com o gerenciamento de ferramentas de usinagem na tomada de decisões. Um dos principais ganhos decorrentes de se conhecer o local de guarda de todas as ferramentas é quanto à diminuição significativa nos tempos de procura por ferramentas, o que leva a um aumento nas taxas de produção e redução dos custos de fabricação.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa conhece e armazena de maneira adequada mais de 95% das ferramentas existentes na empresa;
- Três (3), se a empresa conhece e armazena de maneira adequada entre 80 e 90% das ferramentas existentes na empresa;
- Um (1), se a empresa conhece e armazena de maneira adequada menos de 75% das ferramentas existentes na empresa.

**PL-09: Índice de Paradas Não Programadas** - Este indicador tem por objetivo medir a freqüência com que a produção é interrompida ou não realizada no período estabelecido, devido ao não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas, o que leva a altos atrasos na produção, tendo-se como consequência baixa produtividade e

elevados custos de fabricação. Em sistemas enxutos de produção, nos quais se adota uma postura pró-ativa de prevenção, paradas desse gênero não podem ser toleradas. Este indicador pode ser viabilizado por uma estratégia de identificação e armazenamento adequado das ferramentas, e para medição deste devem ser consideradas todas as paradas da produção que tenham causa no não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas. Paradas da produção originadas por outras razões não são consideradas na avaliação deste indicador.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa não apresenta interrupções da produção decorrentes do não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas;
- Três (3), se a empresa apresenta mensalmente interrupções da produção decorrentes do não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas;
- Um (1), se a empresa apresenta diariamente interrupções da produção decorrentes do não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas.

**PL-10: Rastreabilidade de Ferramentas** - Para este indicador o objetivo é medir se, em tempo real, a empresa conhece a localização de determinado item ou montagens de ferramentas estando as mesmas no estoque, no estoque circulante ou até mesmo em recondicionamento através de um terceiro. A rastreabilidade de um item pode ser feita através de um software, que pode ser especialista ou desenvolvido pela própria empresa, contendo informações de cada item como, por exemplo, código, quantidade e localização, e até mesmo número de série, quando a ferramenta possui um custo elevado. A falta de rastreabilidade pode interferir no dimensionamento do estoque de ferramentas, podendo haver um aumento de itens para evitar uma eventual falta, e também na ocorrência de estoques individuais de ferramentas junto aos operadores das máquinas-ferramentas, aumentando consideravelmente o valor mobilizado em ferramentas para a empresa.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa conhece, em tempo real, a localização de mais de 95% das ferramentas da empresa;

- Três (3), se a empresa conhece, em tempo real, a localização entre 80 e 90% das ferramentas da empresa;
- Um (1), se a empresa conhece, em tempo real, a localização de menos de 70% das ferramentas da empresa.

**PL-11: Percentual de Tempo de Setup** - O objetivo deste indicador é medir quanto do tempo total disponível das máquinas-ferramentas que se gasta com a atividade de *setup* para entrada de novos lotes. O tempo gasto com atividades de *setup* externo (preparação da máquina-ferramenta com a mesma em funcionamento), não deve ser considerado como sendo tempo de *setup* na medição deste indicador, pois objetiva-se medir somente o tempo em que a máquina-ferramenta fica indisponível para produção. Baixos tempos de *setup*, *setup* externo, bem como a produção com *setup* zero, viabilizam lotes de produção cada vez menores, o que por sua vez, levam a um maior nivelamento da produção à demanda e proporcionam condições favoráveis para operações de maneira enxuta. Para avaliar este indicador, se deve considerar um valor médio que represente o tempo gasto com *setup* durante um período mensal e compará-lo com o tempo total disponível das máquinas-ferramentas, calculando a média dos últimos 12 meses. Se não houver registros dos últimos 12 meses, considerar a partir do mês que vem sendo registrado.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa tem um tempo de *setup* inferior a 5% do tempo total disponível das máquinas-ferramentas;
- Três (3), se a empresa tem um tempo de *setup* entre 10 e 20% do tempo total disponível das máquinas-ferramentas;
- Um (1), se a empresa tem um tempo de *setup* superior a 30% do tempo total disponível das máquinas-ferramentas.

**PL-12: Grau de Obsolescência de Ferramentas** - Este indicador objetiva medir a quantidade de ferramentas obsoletas que a empresa possui em estoque. A geração de estoques obsoletos tem como principais causas a troca de ferramentas de processo sem a devida comunicação entre os setores de planejamento e controle logístico, a grande diversidade de peças produzidas pela empresa, e o superdimensionamento dos estoques. A criação de procedimentos que regulamentem o processo de exclusão de um item na empresa é um importante fator para a prevenção da obsolescência em estoque. Para avaliar este indicador devem ser considerados todos os itens e

montagens de ferramentas obsoletos da empresa, desde os armazenados no estoque central até os do estoque circulante.

Para este indicador a nota será:

- Cinco (5), se a empresa possui uma quantidade inferior a 5% dos itens e montagens de ferramentas considerados obsoletos;
- Três (3), se a empresa possui uma quantidade entre 10 e 20% dos itens e montagens de ferramentas considerados obsoletos;
- Um (1), se a empresa possui uma quantidade superior a 25% dos itens e montagens de ferramentas considerados obsoletos.

A seguir, é apresentada a metodologia utilizada para a aplicação do método BEA desenvolvido.

### 6.2.3.2 Metodologia para a aplicação do método *Benchmarking* Enxuto Ambiental

Após o término do desenvolvimento do BEA, analisou-se e percebeu-se que o método se tratava de um documento bastante extenso para ser aplicado de maneira ágil nas empresas pesquisadas, onde foi previsto um tempo de aproximadamente entre 1 e 1,5 hora em cada entrevista, em função da disponibilidade de tempo dos profissionais das empresas. Aqui deve-se destacar que o método BEA não foi desenvolvido com o objetivo de ser um procedimento rápido de diagnóstico, mas sim buscou-se desenvolver um procedimento para auxiliar as empresas, contendo um nível alto e detalhado de informações a fim de facilitar a compreensão do método e abranger todas as atividades referentes ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, incluindo técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados a esta filosofia.

A condição ideal de aplicação do BEA em cada empresa seria dispor de um bom tempo, certamente mais de um dia de dedicação exclusiva a aplicação do método na empresa, para que se possa analisar e avaliar cada indicador que compõe o método, e também conseguir buscar informações e dados mais concretos. Então, como nesta pesquisa não se teve um tempo elevado para a aplicação do BEA em cada empresa, foi proposta uma alternativa para resolver este problema, a qual é detalhada nas etapas a seguir.

A metodologia utilizada para a aplicação do método BEA nas empresas pesquisadas está dividida nas seis etapas, listadas a seguir:

**Primeira Etapa:** O passo inicial consistiu na seleção das empresas participantes.

**Segunda Etapa:** Após a escolha destas empresas, procedeu-se o contato por e-mail e telefone para apresentação formal dos objetivos do trabalho, e realizar o convite para participação da pesquisa. Conforme já citado anteriormente, das 16 empresas convidadas, 9 aceitaram. Tendo a resposta afirmativa de participação, agendou-se a data e horário para realização da pesquisa.

**Terceira Etapa:** Consistiu na aplicação do método BEA nas empresas. Durante a entrevista, ao invés de ler e analisar todo o documento (seção 6.2.3.1) que detalha o BEA, foi elaborado um documento auxiliar (ver Apêndice A) para orientar a realização da entrevista e ajudar na organização das informações coletadas referentes às atividades que as empresas estariam desenvolvendo referente ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, bem como qual desempenho as mesmas estariam tendo. Todas as informações foram registradas neste documento de maneira manuscrita.

Durante a entrevista, que aconteceu *in-loco* em todas as empresas pesquisadas, a introdução ao método BEA, explicação das etapas, bem como os questionamentos para cada indicador, foram realizados de maneira direta aos responsáveis de cada empresa pelo gerenciamento das ferramentas de usinagem. Aplicando-se a metodologia proposta, durante a entrevista na maioria das empresas, pode-se entrevistar mais de um profissional, cada um responsável pela gestão de algumas atividades envolvendo ferramentas de usinagem. Dessa maneira pode-se visualizar na prática, através de observação espontânea e também participante, como as empresas trabalham as atividades do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Essa metodologia também ajudou a reforçar a confiança nos resultados obtidos para cada indicador do método BEA, em cada empresa pesquisada.

Um dos objetivos na aplicação do método BEA nas empresas era entrevistar muitos profissionais, onde esses ocupassem nível gerencial, de liderança/supervisão, e/ou operacional, exercendo atividades relacionadas ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, garantindo-se assim uma maior confiabilidade nos resultados obtidos. Nas nove empresas pesquisadas foram entrevistados um total de 21 profissionais. Cada profissional respondeu aos indicadores relacionados à sua função dentro da empresa. Portanto, alguns profissionais (com nível gerencial e

alguns com nível de liderança/supervisão) responderam a todos os indicadores, e os outros profissionais (sendo esses os demais profissionais com nível de liderança/supervisão, e também os operacionais) apenas aos indicadores que eram de seu domínio. Por causa disso, foi fundamental a entrevista com mais de um profissional na maior parte das empresas pesquisadas. A realização das entrevistas com profissionais com nível de liderança/supervisão e operacional, foi vista como positiva uma vez que os mesmos têm um maior contato diante dos problemas encontrados no chão de fábrica e no planejamento da produção. A Tabela 6.7 apresenta o nível e quantidade de profissionais entrevistados nas empresas.

Tabela 6.7 - Síntese do nível e quantidade de profissionais entrevistados nas empresas.

<i>Em que quantidade de empresas</i>	<i>Nº de entrevistados</i>	<i>Nº de profissionais com nível Gerencial</i>	<i>Nº de profissionais com nível de Liderança / Supervisão</i>	<i>Nº de profissionais com nível Operacional</i>
1	5	-	-	-
1	4	-	-	-
1	2	-	-	-
2	6 (3 em cada)	-	-	-
4	4 (1 em cada)	-	-	8
6	-	-	6	-
7	-	7	-	-
<b>Total</b>	21	7	6	8
	100 %	33,34 %	28,57 %	38,09 %

O tempo das entrevistas em todas as empresas chegou à quantidade de 22,5 horas, resultando em uma média de 2,5 horas por empresa.

Como forma de obter um aumento na confiabilidade das informações, aplicou-se a observação do tipo assistemática ou não estruturada. Tal técnica de observação consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas (MARCONI & LAKATOS, 1999).

**Quarta Etapa:** Depois de realizada a pesquisa e coletadas as informações referentes a cada indicador que compõe o método BEA, fora das empresas o autor realizou a análise e avaliou cada indicador de acordo com as informações coletadas em cada

empresa. A nota de cada indicador foi lançada em um arquivo em Excel para realizar a compilação dos resultados e gerar os gráficos utilizados para analisar o desempenho de cada empresa. Os indicadores e os gráficos que compõem o método BEA foram apresentados na seção 6.2.3.1.

**Quinta Etapa:** Após a compilação dos resultados para cada empresa pesquisada, o documento (seção 6.2.3.1) que detalha o BEA, juntamente com os resultados do diagnóstico (arquivo em Excel contendo a nota de cada indicador e os gráficos gerados), foi encaminhado a cada um dos responsáveis pela gestão das ferramentas de usinagem nas empresas, que responderam as informações solicitadas durante a entrevista. De posse do método BEA e dos resultados do diagnóstico, os responsáveis de cada empresa realizaram com calma e conforme tempo disponível, a leitura e análise do método BEA, verificando se as notas dadas pelo autor, para cada indicador, estavam de acordo com que a empresa estava aplicando.

**Sexta Etapa:** Após esta análise, cada empresa retornou ao autor informando se concordava ou não com o resultado, juntamente com a opinião sobre o método proposto. Caso a empresa tenha discordado de alguma nota avaliada pelo autor, a mesma retornou informando qual a nota mais adequada juntamente com a justificativa.

A seguir é apresentado o formato adotado na presente pesquisa para realização da análise e interpretação dos dados. A apresentação e análise completa dos resultados são realizadas no capítulo 7.

## **6.2.4 Análise e Interpretação dos Dados**

Conforme Yin (2001), a análise dos dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas ou recombina as evidências, tendo em vista os objetivos do estudo e visando seguir uma estratégia de análise.

Durante a realização das entrevistas as informações coletadas nas empresas, referentes ao perfil das mesmas, importantes para orientar a pesquisa, bem como dos 35 indicadores avaliados, foram registradas de maneira manuscrita no documento apresentado no Apêndice A. Posteriormente, com as informações coletadas, foi gerado um relatório para cada empresa pesquisada.



Com o relatório gerado para cada empresa, realizou-se a avaliação de cada indicador do método BEA, onde com auxílio de um arquivo em Excel as notas foram armazenadas e compiladas, gerando os gráficos Práticas *versus* Performance, Radar e de Barras, necessários para auxílio na análise dos resultados. Esses gráficos foram apresentados na seção 6.2.3.1, o qual detalha o método BEA. Esses mesmo gráficos, contendo os resultados da aplicação do método BEA nas empresas, são apresentados no capítulo 7.

A Figura 6.8 apresenta uma parte do arquivo em Excel, utilizado para avaliação dos indicadores que compõem o método BEA, contendo as três variáveis que compõem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, que são: Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, totalizando 35 indicadores de estudo.

De posse dos resultados de cada empresa, estes são apresentados no capítulo 7 onde é realizada uma análise geral, bem como um comparativo entre as empresas, dos resultados obtidos pelas mesmas. Também é realizada uma análise de alguns indicadores que compõem o método BEA, informando o que as empresas estão praticando e que resultados têm obtido. Paralelo a apresentação dos resultados, também são sugeridas melhorias para que as empresas possam melhorar os resultados obtidos.

Figura 6.8 - Parte do arquivo em Excel, utilizado para avaliação dos indicadores que compõem o método BEA.

AVALIAÇÃO DOS INDICADORES						
VARIÁVEL	TIPO	INDICADORES		NOTA	INDIVIDUAL	PARCIAL
P E S T R A T E G I A M E N T O	PR	PE-01	Indicadores de Desempenho e Metas	5	100%	72%
		PE-02	Relacionamento com Fornecedores	3	60%	
		PE-03	Terceirização	5	100%	
		PE-04	Estratégia de Gestão Ambiental	4	80%	
		PE-05	Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF	1	20%	
	PF	PE-06	Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes	5	100%	85%
		PE-07	Descarte e Reciclagem de Ferramentas	5	100%	
		PE-08	Reaproveitamento de Ferramentas	5	100%	
		PE-09	Remanufatura de Ferramentas	5	100%	
		PE-10	Inventário de Ferramentas e Máquinas	5	100%	
		PE-11	Padronização de Ferramentas	3	60%	
		PE-12	Racionalização de Ferramentas	5	100%	
		PE-13	Índice de Pedidos Recebidos no Prazo	1	20%	
P L A N E J A M E N T O	PR	PT-01	Banco de Dados de Usinagem	3	60%	67%
		PT-02	Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação	5	100%	
		PT-03	Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte	1	20%	
		PT-04	Definição da Vida das Ferramentas	5	100%	
		PT-05	Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas	5	100%	
	PF	PT-06	Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida	1	20%	70%
		PT-07	Percentual de Ferramentas Identificadas	5	100%	
		PT-08	Índice de Quebras de Ferramentas	1	20%	
		PT-09	Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas	3	60%	
		PT-10	Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas	5	100%	
P L O N E J A M E N T O	PR	PL-01	Armazenamento de Ferramentas	5	100%	100%
		PL-02	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas	5	100%	
		PL-03	Alocação de Ferramentas	5	100%	
		PL-04	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas	5	100%	
		PL-05	Inspeção e Manutenção de Ferramentas	5	100%	
		PL-06	Estratégia de Movimentação de Ferramentas	5	100%	
		PL-07	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	5	100%	
	PF	PL-08	Percentual de Armazenamento de Ferramentas	5	100%	92%
		PL-09	Índice de Paradas Não Programadas	5	100%	
		PL-10	Rastreabilidade de Ferramentas	5	100%	
		PL-11	Percentual de Tempo de Setup	5	100%	
		PL-12	Grau de Obsolescência de Ferramentas	3	60%	

A seguir, no capítulo 7, são apresentados e analisados os resultados da aplicação do método BEA nas empresas pesquisadas.

## 7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados da aplicação do método BEA nas nove empresas participantes desta pesquisa, onde é abordado o resultado geral de práticas e performance obtidas por cada empresa, e também os resultados de cada indicador para cada variável da pesquisa que compõe o gerenciamento de ferramentas de usinagem, ou seja, o Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico. Também são analisadas as maiores diferenças entre as duas empresas com melhores resultados e as duas empresas com piores resultados, em relação a média das empresas pesquisadas.

### 7.1 RESULTADOS GERAIS DE PRÁTICAS E PERFORMANCE

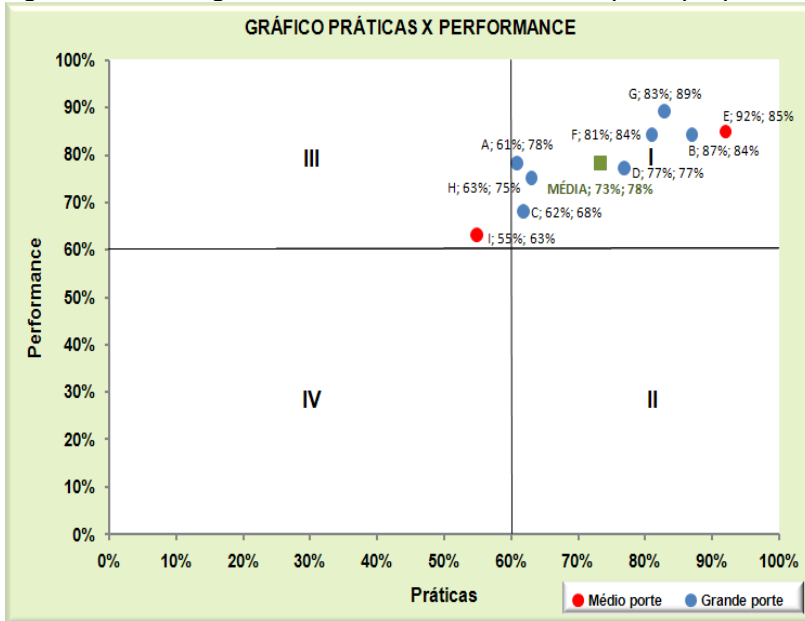
Nesta seção é apresentado o resultado geral de práticas e performance obtido por cada empresa pesquisada, bem como o resultado de práticas e performance da média das empresas, para cada variável do gerenciamento de ferramentas de usinagem.

A Figura 7.1 apresenta para cada empresa pesquisada, o resultado geral de práticas e performance obtido e qual o quadrante onde as mesmas foram classificadas. Observando o gráfico pode-se visualizar que, assim como já comentado no capítulo 6, do total das empresas pesquisadas, 22% (duas) são de médio porte, identificadas com o símbolo vermelho, e 78% (sete) são de grande porte, identificadas com o símbolo azul.

Referente à posição obtida no gráfico pelas empresas, tem-se que 89% (oito) foram classificadas no quadrante I, e apenas 11% (uma) foi classificada no quadrante III. Nenhuma das empresas ficou classificada nos quadrantes II ou IV. O resultado de que a maior parte das empresas, principalmente as de grande porte, ficaria classificada no quadrante I já era esperado, pois para a escolha das empresas que seriam convidadas a participar da pesquisa considerou-se que, preferencialmente, essas empresas tivessem experiência e conhecimentos desenvolvidos na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem, com o intuito de conseguir resultados que viessem a proporcionar a verificação na prática que atividades essas empresas estão desenvolvendo, como estão aplicando e que resultados têm conseguido ou esperados. Além disso, pode-se verificar a opinião dos profissionais que trabalham nessas empresas e que possuem experiência no gerenciamento de ferramentas de usinagem quanto ao método proposto neste trabalho, a fim de validá-

lo e poder defini-lo como uma ferramenta de diagnóstico possível de ser utilizada por empresas de diferentes portes.

Figura 7.1 - Gráfico geral de Práticas x Performance das empresas pesquisadas.



A empresa I, sendo esta de médio porte e a única classificada no quadrante III, representando 11% das empresas pesquisadas, apresenta baixos índices de práticas (55%) e altos índices de performance (63%). Empresas posicionadas neste quadrante apresentam uma situação na qual há um bom desempenho no que se refere aos processos decorrentes de extremo esforço interno. Neste caso, podem ocorrer duas situações mais prováveis: (a) há um ambiente com elevados custos de operação oriundos da ineficiência do processo produtivo, e um bom desempenho é alcançado a um elevado custo interno; (b) ambiente sustentado pela dedicação acima do normal de pessoas engajadas com os objetivos da empresa, porém que são solicitadas além do necessário para sustentar o desempenho elevado.

Entretanto é importante destacar que o nível de práticas (55%) obtido pela empresa I não está tão baixo e nem tão distante do mínimo favorável (60%), assim como o nível de performance obtido (63%) não está tão alto e nem tão distante também do mínimo favorável (60%),

para implementação e realização de melhoramentos contínuos do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Estes dados permitem identificar algumas oportunidades de melhoria para essa empresa. Essas melhorias podem ser identificadas após a análise do gráfico radar, que descreve o comportamento dos seis índices de práticas e performance obtidos, bem como através da análise individual de cada indicador avaliado.

Para que empresas posicionadas no quadrante III possam melhorar seus resultados e conseguir alcançar índices maiores de práticas e performance, e desta forma obter uma classificação melhor, é preciso investir na adoção de práticas e melhorar as que estão sendo desenvolvidas, de acordo com o que é abordado nos indicadores que compõem o método BEA. Desta maneira, melhores resultados de performance também poderão ser alcançados.

As oito empresas restantes, representando 89% das empresas pesquisadas, apresentam níveis altos de práticas e também de performance, ou seja, acima de 60%, o que caracteriza que estas empresas estão no caminho certo para poderem chegar o mais próximo da excelência quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.

As empresas que tiveram índice de práticas igual ou superior a 60% somam 89% (oito) das empresas pesquisadas, e as que tiveram índice de performance igual ou superior a 60%, somam 100% (nove) das empresas pesquisadas.

Por meio da Figura 7.1 infere-se que a média da classificação das empresas ficou no quadrante I. A média de práticas e de performance obtida pelas empresas é identificada pelo símbolo verde, tendo o resultado de 73% de práticas e 78% de performance. A empresa **E** obteve o maior índice de práticas (92%), destacando que a mesma é classificada como de médio porte, e a empresa que obteve maior índice de performance (89%) foi a empresa **G**.

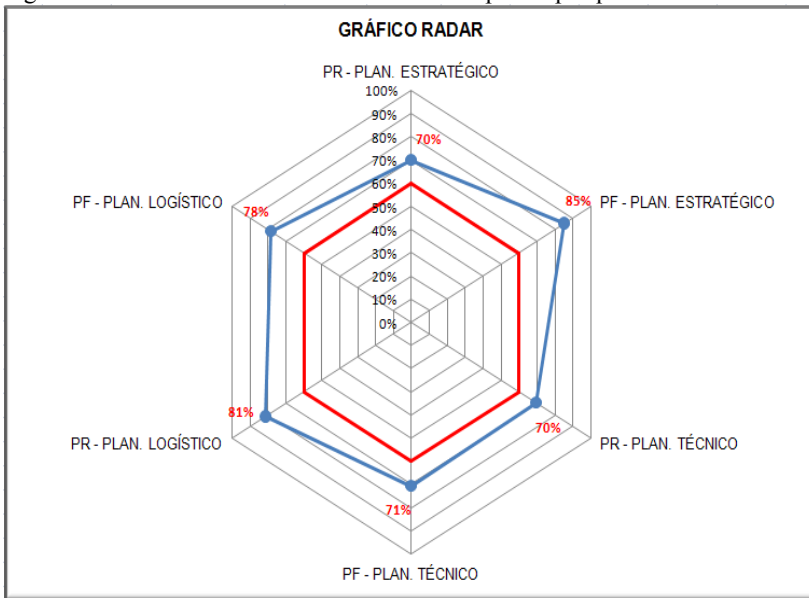
Considerando apenas as empresas de médio porte (22%), a média de práticas foi de 73,5% e de performance foi de 74%, sendo classificada no quadrante I. Para as empresas de grande porte, a média de práticas e performance foram, respectivamente, 73,4% e 79,3%, também sendo classificada no mesmo quadrante.

Ao se estratificar estes valores médios em práticas e performance para cada variável que compõe o gerenciamento de ferramentas de usinagem, ou seja, Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, pode-se obter o gráfico Radar, considerando a média de todas as empresas pesquisadas, conforme apresentado na Figura 7.2.

O resultado obtido pelas empresas é representado pela linha azul no gráfico. A linha vermelha (valor de 60%) representa um marco de desempenho mínimo necessário que viabiliza a utilização de técnicas e conceitos do gerenciamento de ferramentas de usinagem.

Analisando o gráfico Radar, observa-se que todos os pontos estão posicionados externamente ao hexágono formado pela linha vermelha, ou seja, a média dos resultados parciais de práticas e performance das empresas para cada variável pesquisada ficou acima de 60%, evidenciando o bom resultado das empresas de uma maneira geral.

Figura 7.2 - Gráfico Radar com a média das empresas pesquisadas.



Ainda analisando o gráfico Radar, observa-se que o melhor resultado da média das empresas foi quanto a Performance de Planejamento Estratégico, com 85%. Como contribuição na obtenção deste valor, destaca-se que praticamente 100% das empresas possuem as atividades relacionadas aos aspectos ambientais bastante desenvolvidas, ou seja, obtiveram nota 5. A preocupação com o meio ambiente e a tentativa do melhor aproveitamento dos recursos gastos com os processos de usinagem tem levado as empresas a trabalhar forte quanto ao aproveitamento máximo e destinação correta dos fluidos lubri-refrigerantes após o término da vida útil, e também quanto ao

descarte e reciclagem, reaproveitamento e remanufatura das ferramentas utilizadas em seus processos produtivos.

Os piores resultados foram obtidos quanto as Práticas de Planejamento Estratégico e Planejamento Técnico, ambas com 70%. Mesmo sendo este um bom resultado, o que mais contribuiu para que as empresas obtivessem este valor foi a falta de algumas práticas por parte das empresas, como por exemplo:

- a realização de pesquisas e testes para utilização de ferramentas que usam QRF ou MQF, abordado no indicador PE-05;
- quanto ao número excessivo de fornecedores, abordado no indicador PE-02;
- a falta de um banco de dados de usinagem contendo as informações necessárias ao gerenciamento das ferramentas de usinagem e que fosse integrado a todos os setores envolvidos, que foi abordado no indicador PT-01;
- a falta de um modelo formal de codificação de ferramentas e dispositivos de fixação que identificasse características das ferramentas, o qual foi abordado no indicador PT-02;
- a falta de documentos formais com registros das estratégias adotadas pelas empresas, contendo a descrição das atividades, responsáveis e procedimentos.

A seguir são apresentados os resultados de cada indicador de práticas e performance para cada variável que compõe o método BEA.

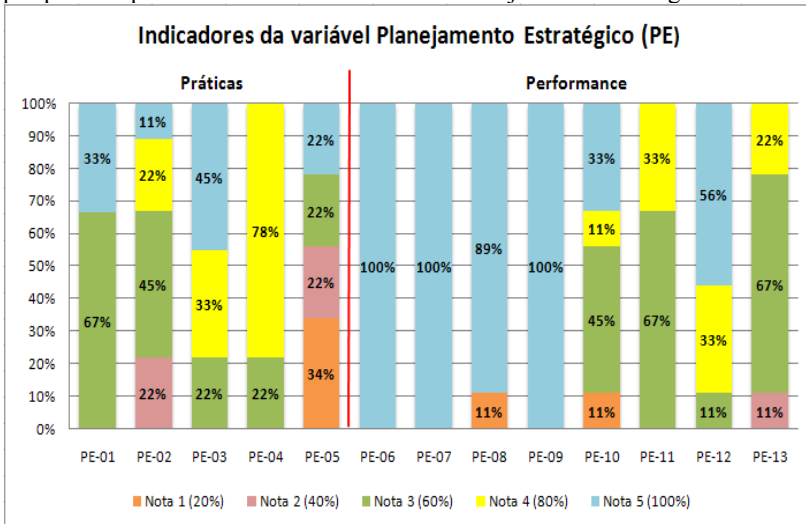
## 7.2 RESULTADOS DOS INDICADORES PARA CADA VARIÁVEL DE PESQUISA

Nesta seção é realizada uma análise de cada indicador de cada variável que compõe o método BEA, ou seja, o Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico. Para cada indicador são apresentadas as notas que foram dadas, bem como para alguns indicadores é descrito o que as empresas têm realizado para obter bons resultados, e também sugestões de ações para que as empresas que tiveram desempenhos ruins melhorem os resultados obtidos (ou seja, se aproximem ao máximo dos 100% de práticas e performance, que é considerado o ideal para a empresa atingir a excelência quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem).

## 7.2.1 Resultados dos Indicadores da Variável Planejamento Estratégico

A primeira análise realizada refere-se aos indicadores da variável Planejamento Estratégico representada pelo Gráfico de Barras na Figura 7.3, onde este gráfico contém a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador.

Figura 7.3 - Gráfico de Barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável Planejamento Estratégico.



Observando o gráfico na Figura 7.3, referente às Práticas adotadas pelas empresas, a maior parte dos indicadores apresentam resultado igual ou superior a 60%, onde o mesmo acontece nos indicadores de Performance.

Para o indicador PE-01 (Indicadores de Desempenho e Metas) observa-se que 67% (seis) das empresas tiveram nota 3 (60% de práticas), e 33% (três) tiveram nota 5 (100% de práticas). Com estes resultados tem-se que todas as empresas desenvolvem e medem indicadores de desempenho, porém para a maior parte delas são apenas alguns, não abrangendo todas as áreas envolvidas com o gerenciamento de ferramentas de usinagem. Os principais indicadores medidos referem-se ao controle de quebras de ferramentas, custo com ferramentas por peça produzida, causas de paradas de máquinas, e



consumo mensal de ferramentas para cada célula e/ou linha de usinagem. Alguns indicadores como índice de pedidos recebidos no prazo e grau de obsolescência de ferramentas não são medidos por 67% (seis) das empresas.

Para que a empresa consiga obter um excelente resultado, seria interessante que a mesma forme o Grupo de Avaliação do Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem (GAGEF), o qual deve possuir um integrante de cada setor que envolve o gerenciamento das ferramentas de usinagem. O GAGEF realizaria reuniões com frequência definida, para definir os indicadores que seriam importantes e possíveis de serem medidos para cada setor, e avaliar os resultados que a empresa vem obtendo. A partir daí, ações poderão ser desenvolvidas para que a empresa melhore os resultados a fim de alcançar as metas estabelecidas.

No indicador PE-02 (Relacionamento com Fornecedores) tem-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 45% (quatro) nota 3 (60% de práticas), 22% (duas) nota 4 (80% de práticas), e 11% (uma) nota 5 (100% de práticas). Todas as empresas possuem e aplicam critérios para o processo de compra de novas ferramentas, como qualidade e tempo de entrega, onde a maior parte (89%) sempre solicita três orçamentos diferentes, um para cada fornecedor. 67% (seis) das empresas desenvolvem alianças estratégicas com fornecedores, onde a principal é o uso do *Tool Dispenser* de um ou mais fornecedores de ferramentas. Quanto ao número de fornecedores de ferramentas, 67% (seis) possuem mais de 10, 22% (duas) possuem entre 6 e 10, e apenas 11% (uma) possui menos de 5 fornecedores.

Para que a empresa consiga obter um excelente resultado é importante que a mesma busque trabalhar com uma quantidade reduzida de fornecedores, de maneira que estes consigam atender as necessidades da empresa quanto às ferramentas de usinagem, e que também busque desenvolver alianças estratégicas com estes fornecedores, de maneira que ambas as partes sejam beneficiadas.

Para o indicador PE-03 (Terceirização) tem-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 3 (60% de práticas), 33% (três) nota 4 (80% de práticas), e 45% (quatro) nota 5 (100% de práticas). Todas as empresas pesquisadas possuem e usam sempre uma estratégia para serviços de terceirização, como reafiação e aplicação de novos revestimentos, porém apenas 45% (quatro) possuem um documento formal que explica e orienta estas atividades. 67% (seis) das empresas realizaram e ainda realizam estudos de viabilidade para realização das reafiações internamente ou externamente. 56% (cinco) das empresas terceirizam parte das reafiações e 44% (quatro) realizam todas as

reafiações em terceiros. 100% (nove) enviam as ferramentas para terceiros quando é necessária a aplicação de novos revestimentos, por se tratar de um processo complexo de se realizar e com custo muito elevado para ser realizado internamente.

Para que a empresa consiga obter um excelente resultado é importante que formalize as atividades de terceirização para que haja um padrão de trabalho, e que todos os envolvidos saibam como realizar o trabalho caso ocorra uma falta ou substituição dos colaboradores responsáveis pelas atividades, e para que esse conhecimento não se perca ao longo do tempo. Estudos de viabilidade dessas atividades podem ser realizados levando-se em conta a estrutura necessária composta por funcionários qualificados e equipamentos adequados, bem como o tempo de retorno dos terceirizados e a qualidade do serviço contratado.

No indicador PE-04 (Estratégia de Gestão Ambiental) tem-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 3 (60% de práticas), e 78% (sete) nota 4 (80% de práticas). Todas as empresas pesquisadas possuem e usam sempre estratégias, mas não para todas as atividades relacionadas a gestão ambiental. 78% (sete) possuem uma estratégia formalizada, decorrente da aplicação da norma ISO 14001, contendo procedimentos e instruções de trabalho, porém nenhuma empresa possui uma estratégia quanto à seleção de ferramentas que usam QRF ou MQF. Referente às atividades de tratamento dos fluidos lubri-refrigerantes, descarte e reciclagem, reaproveitamento, e remanufatura de ferramentas, todas as empresas possuem uma estratégia desenvolvida. Isso mostra a importância que as empresas têm dado aos aspectos ambientais relacionados às ferramentas de usinagem, no intuito do melhor aproveitamento dos recursos e também a preocupação com o meio ambiente.

Para que a empresa consiga obter um excelente resultado é necessário ter uma estratégia definida, com procedimentos e instruções de trabalho para cada atividade da gestão ambiental relacionada às ferramentas de usinagem. Para a definição de cada estratégia, é importante a participação de todos integrantes do GAGEF.

Para o indicador PE-05 (Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF) tem-se que 34% (três) das empresas tiveram nota 1 (20% de práticas), 22% (duas) nota 2 (40% de práticas), 22% (duas) nota 3 (60% de práticas), e 22% (duas) nota 5 (100% de práticas). Por meio destes resultados pode-se observar que 22% (duas) das empresas, as que tiveram nota 5, estão sempre buscando realizar pesquisas e testes para seleção de ferramentas que usam QRF ou MQF, e outros 22% (duas)

realizam estas atividades eventualmente, ou seja, as que tiveram nota 3. Testes para substituição por ferramentas que usam QRF ou MQF são realizados por 78% (sete) das empresas, e 22% (duas) das empresas não realizam esta atividade e nenhuma pesquisa nesta área.

Para que a empresa consiga obter um excelente resultado é importante definir um grupo formal, que participe da definição e seleção das ferramentas de usinagem a serem utilizadas na fabricação dos produtos, para que constantemente realizem testes e pesquisas em parceria com fornecedores para tentar utilizar ferramentas que usam QRF ou MQF, ou até mesmo que possam usinar a seco. É importante destacar que o uso destes tipos de ferramentas pode influenciar as demais características de produção de um produto, como por exemplo, parâmetros de corte, tempo de usinagem, custo de produção, rigidez da máquina-ferramenta, entre outras.

No indicador PE-06 (Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes) tem-se que 100% (nove) das empresas tiveram nota 5 (100% de performance). Quando não é mais possível reutilizar os fluidos lubri-refrigerantes, todas as empresas fazem o descarte correto de 100% dos mesmos, enviando para empresas especializadas nesta atividade. Todas as empresas pesquisadas realizam a filtragem dos fluidos lubri-refrigerantes o maior número de vezes possível, onde em algumas empresas é feito por meio de uma central para todas as máquinas, enquanto em outras cada máquina realiza a filtragem de maneira individual.

Para o indicador PE-07 (Descarte e Reciclagem de Ferramentas) também tem-se que 100% (nove) das empresas tiveram nota 5 (100% de performance). Em todas as empresas pesquisadas, 100% das ferramentas são dadas o destino correto após o término da vida útil. Dentre as maneiras de realizar esta atividade, 78% (sete) das empresas vendem como sucata as ferramentas não mais possíveis de serem utilizadas, e/ou vendem para os fornecedores onde conseguem receber de R\$14,00 a R\$30,00 por quilo. 11% (uma) das empresas fazem apenas leilões para outras empresas que fabricam produtos próprios, ou para empresas que comercializam estes tipos de ferramentas. Os 11% (uma) restantes realizam leilões e também vendem para fornecedores e como sucata.

No indicador PE-08 (Reaproveitamento de Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), e 89% (oito) tiveram nota 5 (100% de performance). Apenas uma das empresas pesquisadas não faz o reaproveitamento de mais de 90% das ferramentas, e sim menos de 60%, quando aplicável. O restante das

empresas (total de oito) faz o reaproveitamento, quando possível, em operações de usinagem onde não requerem um acabamento melhor e também tentam aproveitar as ferramentas já consideradas obsoletas no estoque. Quando essas ferramentas não puderem ser reaproveitadas, as mesmas são recicladas e descartadas adequadamente conforme abordado no indicador PE-07.

Para que a empresa consiga um excelente resultado, conseqüentemente melhorando o aproveitamento dos recursos gastos na usinagem de peças, é importante que seja formado um grupo orientado para realizar as atividades de como avaliar uma ferramenta após o fim da vida útil, de maneira que venham a ser utilizadas eficazmente em operações de usinagem. É importante que o(s) integrante(s) do grupo tenha qualificação suficiente para realizar estas atividades, que possuam conhecimentos de fundamentos da usinagem, geometria de ferramentas, material da peça e da ferramenta, usinabilidade de diferentes materiais, otimização de processos, entre outros, de maneira que não comprometam a qualidade desejada ao produto final.

Para o indicador PE-09 (Remanufatura de Ferramentas) tem-se que 100% (nove) das empresas tiveram nota 5 (100% de performance). Em todas as empresas pesquisadas, quando aplicável e viável economicamente, é feita a remanufatura em 100% das ferramentas. Conforme já comentado na análise do indicador PE-03, uma parte das empresas faz a remanufatura internamente de parte das ferramentas, e outra parte das empresas faz 100% da remanufatura em empresas terceiras. É interessante destacar que em uma das empresas pesquisadas há uma empresa terceirizada instalada dentro da fábrica para realizar as reafiações das ferramentas, diminuindo assim o tempo de envio e retorno das mesmas para a manutenção.

No indicador PE-10 (Inventário de Ferramentas e Máquinas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), 45% (quatro) tiveram nota 3 (60% de performance), 11% (uma) tiveram nota 4 (80% de performance), e 33% (três) tiveram nota 5 (100% de performance). A única empresa que teve nota 1 não realiza inventários das ferramentas e máquinas, e sim apenas do estoque de produtos prontos. 45% (quatro) das empresas realizam um inventário por ano em todas as ferramentas e máquinas, das quais duas empresas ainda realizam um inventário por semana nos itens de maior consumo ou maior representatividade em valor. A empresa que teve nota 4, além de realizar um inventário por ano em todas as ferramentas e máquinas, diariamente realiza um inventário em 20 itens do estoque de ferramentas, escolhidos de maneira aleatória. Das três empresas que

tiveram nota máxima, ou seja, que realizam pelo menos dois inventários por ano, uma realiza a cada 3 ou 6 meses em todos os itens do estoque.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado é necessário definir uma estratégia formal para realização dos inventários, que seja no mínimo duas vezes ao ano em todas as ferramentas e máquinas, definindo responsáveis, frequência, em que quantidade de ferramentas, critérios de escolha dos itens a serem verificados, entre outros.

Para o indicador PE-11 (Padronização de Ferramentas) tem-se que 67% (seis) das empresas tiveram nota 3 (60% de performance), e 33% (três) tiveram nota 4 (80% de performance). Nas seis empresas que tiveram nota 3, entre 70 e 80% das peças usinadas a variedade de ferramentas é no máximo três para cada *feature* a ser usinada, para cada peça. Nas demais empresas, que tiveram nota 4, esse resultado ficou entre 80 e 90%.

Para que a empresa melhore o resultado quanto a este indicador é importante que sejam aplicadas técnicas como, por exemplo, engenharia simultânea nas fases de projeto dos produtos, redução de fornecedores, padronização da codificação dos itens, entre outras. Desta forma pode-se reduzir a variedade, o inventário e o número de ferramentas duplicadas que realizam a mesma tarefa.

No indicador PE-12 (Racionalização de Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 3 (60% de performance), 33% (três) tiveram nota 4 (80% de performance), e 56% (cinco) tiveram nota 5 (100% de performance). Para este indicador observa-se que a maior parte das empresas (56%) disponibilizam mais de 90% das ferramentas usadas na empresa de maneira *just in time*, do estoque para a produção, considerando que para a avaliação deste indicador, um fornecimento *just in time* é quando a ferramenta permanece no máximo um dia sem ser utilizada, ao lado ou no magazine da máquina-ferramenta. Para as empresas que tiveram nota 4, este valor varia entre 80 e 90%, e a empresa que teve nota 3 este valor ficou entre 70 e 80%. Em 100% das empresas pesquisadas há estoques intermediários de montagens de ferramentas prontas para uso ao lado das máquinas-ferramenta, para que não ocorram paradas de produção por falta de ferramentas. A quantidade de montagens varia conforme o produto e a quantidade usinada. Cada empresa possui uma estratégia diferente para fazer rondas nas linhas e/ou células de usinagem para levar ferramentas novas e reafiadas, e coletar as ferramentas que precisam de manutenção. Portanto, nas empresas que tiveram nota 5, correspondendo a 56% (cinco), nenhuma montagem permanece mais que um dia ao lado da máquina-ferramenta sem ser utilizada.

Para as empresas que não obtiveram nota máxima, correspondendo a 44% (quatro), isso ocorreu devido ao fato que algumas ferramentas individuais e/ou montagens de ferramentas permanecem ao lado da máquina-ferramenta ou no magazine da mesma sem serem utilizadas por um período significativo de tempo, chegando a mais de dois meses em uma das empresas pesquisadas, sabendo-se que estas poderiam ser usadas em outras linhas e/ou células de usinagem para a fabricação de outros produtos. Em apenas uma empresa pesquisada, em algumas células utiliza-se o sistema *Kanban* para inserts intercambiáveis e brocas, onde cada ferramenta possui uma etiqueta descrevendo a quantidade mínima e máxima. Uma vez por semana é feita uma ronda em cada *Kanban* para verificar a necessidade de reposição.

Para que a empresa melhore os resultados neste indicador é necessário que ela desenvolva uma estratégia para que cada ferramenta utilizada no sistema produtivo não permaneça sem ser utilizada mais que um dia ao lado da máquina-ferramenta ou no magazine da mesma, mas é claro, desde que a ferramenta possa ser usada para fabricar outros produtos em outras linhas e ou células de usinagem.

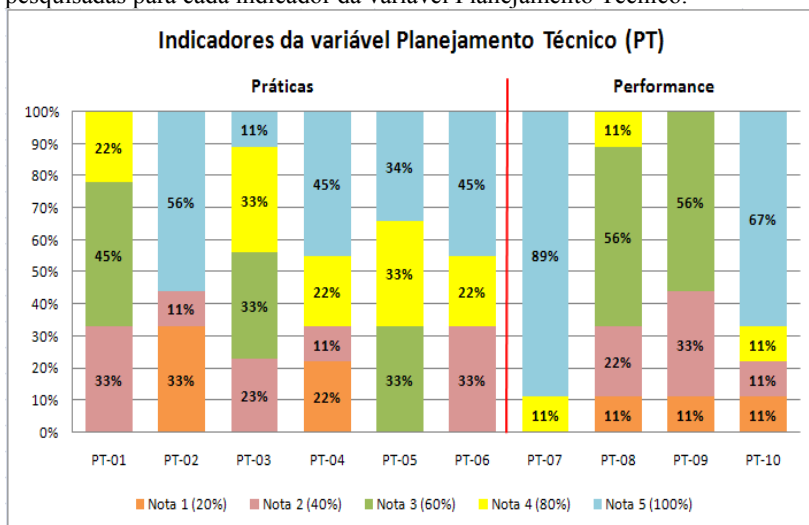
Para o indicador PE-13 (Índice de Pedidos Recebidos no Prazo) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 2 (40% de performance), 67% (seis) tiveram nota 3 (60% de performance), e 22% (duas) tiveram nota 4 (80% de performance). Entre as nove empresas pesquisadas, 67% (seis) medem este indicador e 33% (três) não medem, sendo que para as empresas que não medem foi necessário calcular esta informação no setor de compras. Apenas uma empresa, a que teve nota 2, possui entre 75 e 80% dos pedidos de compras e serviços de terceirização (que incluem reafiações e aplicação de novos revestimentos) entregues no prazo pelos fornecedores e/ou terceiros contratados. 67% das empresas possuem entre 80 e 90%, enquanto 22% das empresas possuem entre 90 e 95% dos pedidos recebidos no prazo.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado, é necessário que este indicador seja medido, por exemplo, com frequência mensal para cada fornecedor. O objetivo consiste em medir o desempenho das empresas fornecedoras e terceirizadas quando esse desempenho é abaixo do esperado, e novas estratégias e parcerias de fornecimento e serviços podem ser desenvolvidas com os mesmos ou novos fornecedores.

## 7.2.2 Resultados dos Indicadores da Variável Planejamento Técnico

A segunda análise realizada refere-se aos indicadores da variável Planejamento Técnico representada pelo Gráfico de Barras na Figura 7.4, que contém a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador.

Figura 7.4 - Gráfico de Barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável Planejamento Técnico.



Observando o gráfico na Figura 7.4 pode-se observar que, referente às Práticas adotadas pelas empresas estudadas, há uma maior porcentagem de notas abaixo de 60% em relação à variável Planejamento Estratégico, mas ainda assim a maior parte das notas é igual ou superior a 60%, onde o mesmo acontece nos indicadores de Performance.

Para o indicador PT-01 (Banco de Dados de Usinagem) observa-se que 33% (três) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 45% (quatro) tiveram nota 3 (60% de práticas), e 22% (duas) tiveram nota 4 (80% de práticas). As empresas que tiveram nota 2 possuem um banco de dados de usinagem, porém não específico, que contém muitas informações referentes ao gerenciamento das ferramentas de usinagem, porém essas informações não são integradas a todos os setores envolvidos com o gerenciamento de ferramentas de usinagem. Por outro

lado, as empresas que tiveram nota 3 possuem um banco de dados de usinagem contendo muitas informações das ferramentas, sendo estas integradas a todos os setores envolvidos. Para as empresas que tiveram nota 4, ambas possuem *software* específico para gerenciamento de ferramentas de usinagem integrado a todos os setores envolvidos, porém ainda não utilizam todo o potencial do *software*. Uma dessas duas empresas está substituindo o *software* de gerenciamento de ferramentas de usinagem por outro, para que seja possível integrá-lo ao *software* de gestão de toda a empresa. E a outra empresa está fazendo o contrário, ou seja, está substituindo o *software* de gestão de toda a empresa por outro, para que seja possível integrá-lo ao *software* de gerenciamento de ferramentas de usinagem.

Para que a empresa possa melhorar o resultado obtido, a melhor opção seria ter um *software* específico para gerenciamento de ferramentas de usinagem, desde que seja utilizado em todo seu potencial, ou seja, que possua todas as informações necessárias ao gerenciamento das ferramentas, e que também seja integrado a todos os setores envolvidos. É importante que seja realizado um estudo de viabilidade de implantação em relação a outro *software* não específico, ou seja, desenvolvido internamente na empresa. Em uma das empresas pesquisadas, a qual desenvolveu o próprio *software* de gerenciamento de ferramentas de usinagem, o gestor da área de ferramentas de usinagem comentou que o custo de desenvolvimento do *software* foi maior em relação a aquisição de um *software* específico, além de que a empresa não tem certeza se conseguiu contemplar todas as informações e capacidade de um *software* especialista.

Um fator importante para este indicador é que, sendo o *software* especialista ou não, ele deve ser usado em todo seu potencial, contendo informações de todos os setores envolvidos com o gerenciamento de ferramentas de usinagem, onde todas as pessoas envolvidas possuam treinamento adequado e contínuo. Muitas empresas investem quantias bastante elevadas em *softwares* de gerenciamento, porém não conseguem usar adequadamente os mesmos.

No indicador PT-02 (Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação) tem-se que 33% (três) das empresas tiveram nota 1 (20% de práticas), 11% (uma) tiveram nota 2 (40% de práticas), e 56% (cinco) tiveram nota 5 (100% de práticas). Nas cinco empresas que tiveram nota 5, elas possuem um modelo de codificação de ferramentas desenvolvido internamente, o qual traz informações técnicas das ferramentas como, por exemplo, tipo de processo, material e dimensões. Para as empresas que tiveram notas 1 ou 2, elas não possuem um modelo de codificação,



e nesse caso os códigos para cada ferramenta são gerados de maneira aleatória através do *software* de gestão de toda a empresa, ou é definido pelo setor de Engenharia de Processo. Esses códigos não trazem informações técnicas das ferramentas. Apenas nas empresas que tiveram nota 2, quando o código é consultado no *software* de gestão, pode-se obter algumas informações como, por exemplo, código usado pelo fornecedor para identificar a ferramenta, material, dimensões, entre outros. Nenhuma empresa obteve nota 3 ou 4.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado é necessário que ela desenvolva um modelo para realizar a codificação das ferramentas e dispositivos de fixação, o qual contenha informações técnicas. O código normalmente é constituído de uma série de caracteres alfanuméricos, onde a forma de identificação depende da estratégia de cada empresa, e algumas empresas usam o código adotado pelo próprio fornecedor.

Para o indicador PT-03 (Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte) observa-se que 23% (duas) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 33% (três) tiveram nota 3 (60% de práticas), 33% (três) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 11% (uma) tiveram nota 5 (100% de práticas). Todas as empresas possuem uma estratégia para selecionar ferramentas, máquinas e parâmetros de corte, porém as empresas que tiveram nota 2, 3 ou 4 não tem esta estratégia de maneira formal, ou seja, que contenha procedimentos e informações formalizadas quanto a esta atividade. A empresa que teve nota máxima, além de ter uma estratégia formal, possui toda equipe formada por Engenheiros de Processo, totalmente qualificada. As empresas que tiveram nota 3 possuem parte da equipe formada por profissionais totalmente qualificados, sendo que nas empresas que tiveram nota 2, os profissionais não são Engenheiros de Processo e não possuem plenos conhecimentos em máquinas e processos de usinagem, fundamentos de usinagem, materiais de ferramentas, usinabilidade de diferentes materiais, fluidos lubri-refrigerantes e otimização de processos.

Das nove empresas pesquisadas, 45% (quatro) não possuem critérios definidos para seleção de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte, dependendo somente da experiência dos responsáveis por realizar essas atividades. Para as demais empresas (55%), as mesmas utilizam catálogos dos fabricantes para auxiliar na tomada de decisões.

Para que a empresa possa obter um excelente resultado é necessário formalizar a estratégia adotada pela empresa elaborando um documento que oriente as atividades. Também é fundamental que toda a

equipe seja altamente qualificada e que receba treinamentos contínuos referente a estas atividades.

No indicador PT-04 (Definição da Vida das Ferramentas) tem-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 1 (20% de práticas), 11% (uma) tiveram nota 2 (40% de práticas), 22% (duas) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 45% (quatro) tiveram nota 5 (100% de práticas). As empresas que tiveram nota 1 não tem definido critérios de fim de vida para as ferramentas. Em uma dessas empresas é realizada uma auditoria uma vez por semana em algumas ferramentas para verificar se foi usado todo o potencial das mesmas, enquanto que na outra empresa que também teve nota 1, quem decide o fim da vida útil da ferramenta é o operador. A empresa que teve nota 2 também não possui critérios de fim de vida para as ferramentas, mas quem define o momento em que as ferramentas serão descartadas são os colaboradores que trabalham na área de *preset*, que realizam a preparação e verificação de trincas e desgastes das ferramentas, ou seja, possuem um pouco mais de conhecimento técnico para definir a integridade de cada item.

As empresas que tiveram nota 5 possuem uma estratégia formal com critérios de fim de vida, disponível em um banco de dados de maneira eletrônica, para mais de 90% das ferramentas disponíveis na empresa, e informações formais de *feedbacks* do chão de fábrica. Nas empresas que tiveram nota 4 não há nenhum retorno dos profissionais que trabalham no chão-de-fábrica quanto ao desempenho das ferramentas. Das seis empresas (67%) que possuem critérios de fim de vida para as ferramentas, quatro (45%) adotam apenas o número de peças usinadas como critério, uma (11%) adota além do número de peças usinadas o tempo em minutos, e uma (11%) das empresas adota apenas o tempo em minutos. Em uma das empresas pesquisadas cada ferramenta é marcada com a quantidade de vezes que já foi reafiada, facilitando desta forma o controle dos tempos de vida de cada ferramenta.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado neste indicador é necessário estabelecer critérios de fim de vida para cada ferramenta, aliado a um banco de dados disponibilizado de maneira eletrônica. Informações formais de *feedbacks* do chão de fábrica são importantes para avaliar e comparar o desempenho das ferramentas.

Para o indicador PT-05 (Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas) observa-se que 33% (três) das empresas tiveram nota 3 (60% de práticas), 33% (três) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 34% (três) tiveram nota 5 (100% de práticas). Em todas as empresas pesquisadas há um grupo formal que realiza o controle,

análise crítica e realiza atividades de prevenção de quebras das ferramentas. Nas empresas que tiveram nota 5 essas atividades são realizadas em todas as ferramentas que quebram, onde o grupo é guiado por metas de redução contínua de quebras de ferramentas. As empresas que tiveram nota 4, assim como as que tiveram nota 3, realizam atividades de controle, análise e prevenção apenas nas ferramentas que mais quebram, porém somente as empresas com nota 3 é que não possuem metas estabelecidas.

Em 66% (seis) das empresas, ou seja, as que tiveram nota 3 ou 4, quando a ferramenta quebra apenas uma vez ela é substituída e a máquina-ferramenta continua usinando, e a análise e prevenção da quebra é realizada posteriormente por apenas três empresas. Porém, quando a ferramenta quebra mais de uma vez em um curto período de tempo, a máquina-ferramenta para de usinar até que o problema seja resolvido. Em apenas uma empresa, quando a ferramenta quebra apenas uma vez, as ferramentas a serem analisadas são definidas através do uso de diagramas de Pareto, escolhendo as que possuem maior consumo ou maior representatividade em valores.

Para que a empresa tenha um excelente resultado neste indicador é necessário que o grupo que realiza o controle, análise e prevenção de quebras das ferramentas defina metas para estas atividades, e que realize a análise e prevenção em todas as ferramentas que quebram, definindo uma estratégia detalhada para cada situação como, por exemplo, quando a ferramenta quebra apenas uma vez.

No indicador PT-06 (Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida) tem-se que 33% (três) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 22% (duas) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 45% (quatro) tiveram nota 5 (100% de práticas). Para as empresas que tiveram nota 2 elas não controlam o custo com ferramentas por peça produzida, mas eventualmente realizam testes para possíveis substituições de ferramentas, analisando custo de aquisição e vida útil, e as melhorias alcançadas são registradas em um banco de dados. As empresas que tiveram notas 4 ou 5 possuem um grupo formal que realiza com frequência uma análise crítica de redução dos custos com ferramentas por peça produzida, e que realiza testes para possíveis substituições de ferramentas. Apenas nas empresas que tiveram nota 5 o grupo é guiado por metas de redução contínua.

É interessante destacar a estratégia adotada por uma das empresas pesquisadas, onde são realizados diversos *Kaizens* com colaboradores das diversas áreas envolvidas na usinagem de peças, e

8% do lucro obtido com as melhorias implantadas na empresa é dividido entre os funcionários participantes.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado neste indicador é interessante a realização de análise e melhoramento dos processos de usinagem, objetivando a redução do custo com ferramentas por peça produzida, levando à redução dos custos de fabricação. Para maximizar o retorno do tempo gasto e o esforço despendido com estas atividades, inicialmente é interessante atuar sobre os itens de maior gasto por peça produzida. Através de um banco de dados completo e atualizado, pode-se determinar os custos por peça por ordem decrescente. Estas atividades podem ser suportadas pela aplicação da técnica *Kaizen*, com representantes de cada setor envolvido com o gerenciamento de ferramentas de usinagem, e também por testes que possam levar a possíveis substituições de ferramentas por outras com melhor relação custo benefício.

Para o indicador PT-07 (Percentual de Ferramentas Identificadas) observa-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 4 (80% de performance), e 89% (oito) tiveram nota 5 (100% de performance). Apenas uma das empresas pesquisadas não identificou mais de 95% das ferramentas e dispositivos de fixação existentes na empresa, aliado a um banco de dados informatizado e atualizado, e sim entre 90 e 95% das ferramentas e dispositivos de fixação, pois para conhecer a existência e quantidade de algumas ferramentas é necessário verificar fisicamente no estoque central.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado é necessário identificar 100% das ferramentas e dispositivos de fixação existentes na empresa, aliado a um banco de dados eletrônico completo e atualizado, possibilitando conhecer todas as variedades e quantidades de ferramentas existentes na empresa, bem como a localização das mesmas no estoque.

No indicador PT-08 (Índice de Quebras de Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), 22% (duas) tiveram nota 2 (40% de performance), 56% (cinco) tiveram nota 3 (60% de performance), e 11% (uma) tiveram nota 4 (80% de performance). Somando todas as ferramentas, de todas as variedades, quebradas em um mês e dividindo pela quantidade total usada durante este período e calculando a média dos últimos 12 meses, ou se não houver registros dos últimos 12 meses, considerando a partir do mês que vem sendo registrada, uma das empresas pesquisadas possui índice de quebras de ferramentas superior a 0,3%, enquanto duas apresentam

índice entre 0,2 e 0,3%, cinco entre 0,1 e 0,2%, e apenas uma empresa apresenta índice de quebras de ferramentas entre 0,05 e 0,1%.

As principais causas de quebras de ferramentas informadas pela maior parte das empresas pesquisadas decorrem de deficiências na geração de programas CNC, problemas na máquina-ferramenta como, por exemplo, vibrações, folgas, fixação deficiente, operadores iniciantes, ou seja, sem experiência suficiente, colisões durante o processo, e peças vindas dos fornecedores com sobre-material e/ou dureza além de especificado no projeto.

Por meio de registros e anotações das ferramentas que quebram, juntamente com uma análise da causa da quebra, pode-se realizar trabalhos de prevenção evitando novas quebras. A prevenção de quebras de ferramentas pode ser feita de diversas maneiras, que incluem: (a) seleção adequada das ferramentas e parâmetros de corte; (b) utilização ou não de fluidos lubri-refrigerantes; (c) determinação da vida útil de forma que os desgastes presentes ao fim da vida não comprometam a integridade da ferramenta; (d) uso de dispositivos à prova de erro (*Poka-Yokes*) como, por exemplo, monitoramento das forças de corte pelo consumo de potência ou controle de emissões acústicas ou vibrações. A TPM (Manutenção Produtiva Total) também é uma importante técnica que pode contribuir muito na prevenção de quebras de ferramentas, corrigindo possíveis problemas relacionados às máquinas-ferramenta.

Para o indicador PT-09 (Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas) observa-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), 33% (três) tiveram nota 2 (40% de performance), e 56% (cinco) tiveram nota 3 (60% de performance). Considerando todas as paradas da produção que tenham como causa a quebra de ferramentas, para as empresas que tiveram nota 3 (56%) as mesmas apresentam mensalmente, porém sem frequência semanal, interrupções da produção decorrente da quebras de ferramentas. Para as empresas que tiveram nota 2 (33%), as mesmas apresentam frequência semanal, enquanto as que tiveram nota 1 (11%) apresentam frequência diária de interrupções da produção decorrente da quebras de ferramentas. Para que a empresa melhore os resultados obtidos é necessária a realização das atividades já comentadas anteriormente para os indicadores PT-05 e PT-08.

No indicador PT-10 (Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), 11% (uma) tiveram nota 2 (40% de performance), 11% (uma) tiveram nota 4 (80% de performance), e 67% (seis) tiveram

nota 5 (100% de performance). As empresas que tiveram nota 5 (correspondendo a 67%) tem os documentos armazenados e atualizados de mais de 95% das ferramentas, que incluem planos e desenhos de ferramentas, em meio eletrônico, contendo dados relevantes ao sistema produtivo. Nas empresas que tiveram nota 4 este valor é entre 85 e 95%, e as que tiveram nota 2 tem entre 65 e 75%. As que tiveram nota 5 possuem procedimentos de manutenção e montagem para as ferramentas de maneira impressa na área de *presetting* para orientar os operadores nestas funções, sendo que em duas empresas esses recursos também estão disponíveis de maneira digital. A empresa que teve nota 1 não possui nenhum documento das ferramentas, nem impresso nem digital, dependendo somente da experiência dos operadores para realizar as manutenções e montagens das ferramentas.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado neste indicador é necessário que tenha documentos, como planos e desenhos de ferramentas, em meio eletrônico e também impressos na área de *presetting*, contendo dados sempre atualizados e relevantes ao sistema produtivo, para 100% das ferramentas.

### **7.2.3 Resultados dos Indicadores da Variável Planejamento Logístico**

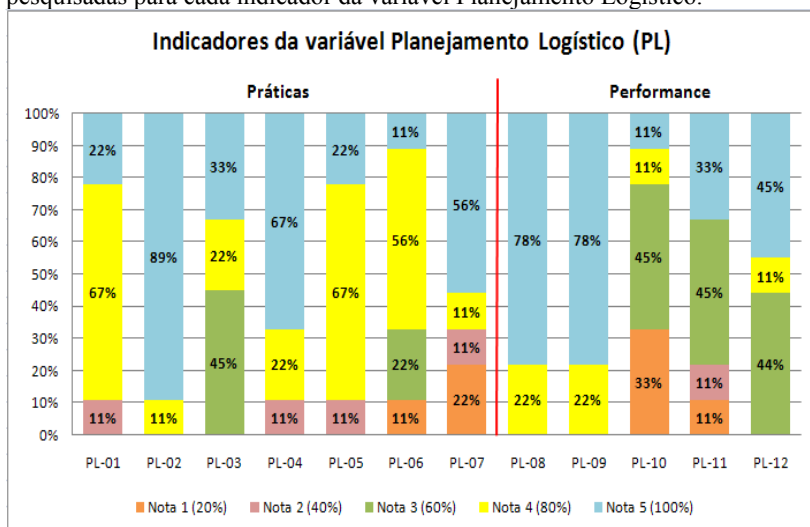
A terceira e última análise realizada refere-se aos indicadores da variável Planejamento Logístico, representada pelo Gráfico de Barras na Figura 7.5, que contém a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador.

Observando-se o gráfico na Figura 7.5, referente às Práticas adotadas pelas empresas, há uma porcentagem de notas abaixo de 60%, proporcional ao obtido na variável Planejamento Estratégico, mas inferior em relação à variável Planejamento Técnico. Da mesma forma que nas outras variáveis, no Planejamento Logístico a maior parte das notas apresentam resultados iguais ou superiores a 60%, onde o mesmo acontece nos indicadores de Performance.

Para o indicador PL-01 (Armazenamento de Ferramentas) observa-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 67% (seis) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 22% (duas) tiveram nota 5 (100% de práticas). As empresas que tiveram nota 5 tem e usam sempre uma estratégia formal para armazenamento de todas as ferramentas. Na maior parte das empresas que tiveram nota 4 (67%), elas tem e usam sempre uma estratégia, porém não formal, para armazenar todas as ferramentas. E a empresa que teve nota 2 tem e usa

eventualmente uma estratégia, não formal, para armazenamento de não todas as ferramentas. Em 89% (oito) das empresas pesquisadas, elas possuem um estoque intermediário de montagens de ferramentas ao lado de cada máquina-ferramenta, prontas para uso, onde a variedade e quantidade de ferramentas dependem da necessidade de cada máquina-ferramenta. Essa estratégia é muito utilizada, pois desta forma pode-se evitar longas paradas de produção por falta de ferramentas presetas. Apenas uma das empresas não possui esta estratégia implantada, porém ela está fazendo alguns testes em algumas máquinas.

Figura 7.5 - Gráfico de Barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável Planejamento Logístico.



Em 33% (três) das empresas pesquisadas elas possuem as ferramentas armazenadas no estoque central apenas de maneira individual. No restante das empresas, totalizando 67% (seis), as ferramentas estão armazenadas no estoque central de maneira individual e também através de montagens prontas para uso. Uma das empresas possui os componentes individuais de maneira consignada, ou seja, paga somente quando usar. E uma empresa possui o estoque de ferramentas gerenciado por um fornecedor instalado dentro da empresa, ou seja, todas as ferramentas do estoque são consignadas, e o que a empresa possui de ferramentas pagas são no máximo quatro montagens de ferramentas de cada tipo que ficam em giro, ou seja, uma está no

magazine da máquina-ferramenta, uma ao lado da máquina-ferramenta, e outras duas que podem estar na área de *presetting* e/ou em um terceiro para manutenção.

Para que a empresa melhore o resultado obtido neste indicador é necessário possuir uma estratégia formal de armazenamento de ferramentas, e usá-la sempre para todas as ferramentas.

No indicador PL-02 (Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de práticas), e 89% (oito) tiveram nota 5 (100% de práticas). Apenas uma das empresas pesquisadas não realiza decisões de planejamento e controle de estoques de ferramentas como, por exemplo, definições da quantidade máxima e mínima de todas as ferramentas, e utiliza apenas a experiência do almoxarife para os itens do estoque. No restante das empresas, totalizando 89% (oito), as empresas sempre realizam decisões de planejamento e controle de estoques utilizando software de apoio e dados atualizados em todos os itens do estoque. Todas essas empresas têm definido estoque máximo e mínimo para todos os itens do estoque, porém apenas uma das empresas não possui estas informações cadastradas no software de gestão de toda a empresa, e sim realiza o controle via *Kanban* onde diariamente é verificada a necessidade de compra de novas ferramentas.

Para o indicador PL-03 (Alocação de Ferramentas) observa-se que 45% (quatro) das empresas tiveram nota 3 (60% de práticas), 22% (duas) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 33% (três) tiveram nota 5 (100% de práticas). As empresas que tiveram nota 5 tem e usam sempre estratégias formais para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramenta. As empresas que tiveram nota 4 tem e usam sempre estratégias, porém não formais, enquanto as empresas que tiveram nota 3 tem e usam eventualmente estratégias, também não formais, para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramenta.

Em todas as empresas pesquisadas são realizadas rondas durante o dia para levar as ferramentas presetadas até as máquinas-ferramenta, e recolher as ferramentas que precisam de manutenção. Cada empresa possui estratégias de acordo com as características do sistema produtivo, como variedade de produtos, tamanho dos lotes, leiautes de produção, entre outros, onde algumas empresas realizam apenas uma ronda por dia, outras fazem uma ronda por turno, e outras a cada período de horas programado como, por exemplo, a cada 3 horas. Para a maior parte das empresas pesquisadas (78%), as ferramentas vão para as máquinas-ferramenta e são usadas até o fim de suas vidas úteis, então



elas retornam para a área de *presetting* para receber a manutenção. Para uma das empresas pesquisadas, também é usado o sistema *Kanban* em algumas células para insertos intercambiáveis e brocas, onde cada ferramenta possui uma etiqueta descrevendo a quantidade mínima e máxima do estoque. Uma vez por semana é feita uma ronda em cada *Kanban* para verificar a necessidade de reposição.

No indicador PL-04 (Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 22% (duas) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 67% (seis) tiveram nota 5 (100% de práticas). A maior parte das empresas (67%), ou seja, as que tiveram nota 5, tem e usam sempre um programa formal de preparação de ferramentas com instruções de trabalho, uso de equipamentos adequados e pessoas com capacitação técnica continuada. As empresas que tiveram nota 4 apenas não possuem o programa formalizado em relação às que tiveram nota máxima. A única empresa que teve nota 2 tem e usa sempre um programa, não formal, de preparação de ferramentas com instruções de trabalho, uso de equipamentos adequados, porém parte das pessoas que realizam estas atividades não possuem capacitação técnica suficiente para realizar estas funções.

Para o indicador PL-05 (Inspeção e Manutenção de Ferramentas) observa-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 2 (40% de práticas), 67% (seis) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 22% (duas) tiveram nota 5 (100% de práticas). As empresas que tiveram nota 5 possuem uma estratégia formal de inspeção e manutenção e usam para todas as ferramentas necessárias. Já a maior parte das empresas (67%), as que tiveram nota 4, possuem uma estratégia e usam para todas as ferramentas, porém não é formalizada, dependendo somente da experiência dos operadores. Apenas uma empresa, a que teve nota 2, possui estratégia apenas para manutenção, e não possui para inspeção, e a qual não é formalizada.

No indicador PL-06 (Estratégia de Movimentação de Ferramentas) tem-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de práticas), 22% (duas) tiveram nota 3 (60% de práticas), 56% (cinco) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 11% (uma) tiveram nota 5 (100% de práticas). De todas as empresas pesquisadas, apenas a que teve nota 1 não tem uma estratégia e equipamentos adequados para movimentação de ferramentas. As que tiveram nota 3 possuem e usam eventualmente uma estratégia, não formal, de movimentação, com equipamentos adequados e operadores com treinamento técnico continuado. Na maior parte das empresas (56%), as que tiveram nota 4, o resultado foi

semelhante às que tiveram nota 3, porém estas possuem e usam sempre uma estratégia não formal, enquanto na empresa que teve nota 5 esta estratégia é formal.

Em 89% (oito) das empresas as mesmas possuem carrinhos adequados e pessoas com treinamento adequado para movimentar as ferramentas presetadas até as máquinas-ferramenta, e recolher as que precisam de manutenção. Em apenas uma empresa o carrinho usado é elétrico e os operadores possuem habilitação para conduzi-lo. Apenas uma das empresas realiza a movimentação de forma manual, mas está sendo estudada a implantação de carrinhos adequados.

Nos mesmos 89% das empresas elas possuem a estratégia de realizar rondas durante o dia para levar as ferramentas presetadas até as máquinas-ferramenta, e recolher as que precisam de manutenção. Duas empresas realizam rondas uma vez por dia no período da manhã, três realizam uma ronda por turno, ou seja, uma de manhã, uma de tarde e uma a noite, duas não possuem frequência definida, uma realiza a cada três horas, e uma realiza quatro rondas por dia.

Para o indicador PL-07 (Troca Rápida de Ferramentas) observa-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 1 (20% de práticas), 11% (uma) tiveram nota 2 (40% de práticas), 11% (uma) tiveram nota 4 (80% de práticas), e 56% (cinco) tiveram nota 5 (100% de práticas). As empresas que tiveram nota 5 possuem um grupo formal de análise de TRF, com metas estabelecidas de redução contínua dos tempos de *setup*, e que realizam com frequência uma análise crítica da preparação das máquinas. A empresa que obteve nota 4 apresenta a mesma situação das empresas que tiveram nota 5, porém não possui metas estabelecidas para esta atividade. As empresas que tiveram nota 1 não realizam atividades de análise de TRF, e a que teve nota 2 realiza eventualmente uma análise crítica de preparação das máquinas-ferramenta, onde o operador solicita uma análise à área de Engenharia de Processos quando o mesmo acha que o *setup* está muito demorado.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado neste indicador, inicialmente é importante medir o tempo de *setup* de cada produto em cada máquina, e a partir daí estabelecer metas de redução contínua desse tempo. Também é importante que a empresa tenha um grupo formal que realize esta atividade e que consiga transformar o máximo possível dos *setups* internos em *setups* externos.

No indicador PL-08 (Percentual de Armazenamento de Ferramentas) tem-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 4 (80% de performance), e 78% (sete) tiveram nota 5 (100% de performance). Para a maior parte das empresas (78%), elas conhecem e armazenam de

maneira adequada mais de 95% das ferramentas existentes na empresa, aliado a um banco de dados informatizado e atualizado dessas ferramentas, e para as empresas que tiveram nota 4 este resultado fica entre 90 e 95%. Para as duas empresas que tiveram nota 4, em uma delas não é possível saber a localização exata da ferramenta no estoque através do auxílio do software de gestão, onde o conhecimento da localização no estoque depende da experiência do almoxarife. Na outra empresa, para saber algumas quantidades de ferramentas é necessário verificar fisicamente no estoque.

Para o indicador PL-09 (Índice de Paradas Não Programadas) observa-se que 22% (duas) das empresas tiveram nota 4 (80% de performance), e 78% (sete) tiveram nota 5 (100% de performance). Assim como no indicador anterior, para este a maior parte das empresas tiveram nota 5, ou seja, as mesmas não apresentam interrupções da produção decorrentes do não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas. Para apenas duas empresas (22%) (as que tiveram nota 4) ocorre este tipo de parada, porém sem frequência mensal. Em uma dessas empresas algumas vezes existe apenas uma montagem de ferramenta a qual pode ser usada para usinar várias peças diferentes, mas a mesma encontra-se no chão de fábrica. Como não há rastreabilidade das ferramentas, é necessário procurá-la em cada máquina, e enquanto isso a máquina fica sem produzir. Em outra empresa ocorrem paradas de produção porque em alguns casos o operador precisa buscar a ferramenta na área de *presetting*.

Referente a este indicador é interessante destacar uma técnica que vem sendo implantada e usada por algumas empresas, onde toda parada de máquina é registrada juntamente com a causa da mesma. Em cada máquina-ferramenta há uma folha com possíveis causas de parada da mesma e um código de barras para cada causa. Quando a máquina-ferramenta para de funcionar, o operador registra o código de barras de acordo com a causa da parada. Esses dados são registrados em um banco de dados para análise posterior.

Para que a empresa melhore o resultado obtido neste indicador, é importante que todas as ferramentas estejam identificadas e armazenadas de maneira adequada, aliado a um banco de dados atualizado que informe a localização correta das mesmas na fábrica. Um sistema que ajuda a rastrear as ferramentas no estoque central e também no estoque circulante é uma ótima técnica que pode ser aliada ao gerenciamento das ferramentas de usinagem.

No indicador PL-10 (Rastreabilidade de Ferramentas) tem-se que 33% (três) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), 45%

(quatro) tiveram nota 3 (60% de performance), 11% (uma) tiveram nota 4 (80% de performance), e 11% (uma) tiveram nota 5 (100% de performance). Para apenas a empresa que teve nota 5, ela conhece em tempo real a localização de mais de 95% das ferramentas, estando as mesmas no estoque central, no estoque circulante ou até mesmo em recondicionamento através de um terceiro. Para a empresa que teve nota 4 este número está entre 90 e 95%, enquanto para as quatro empresas que tiveram nota 3 este número está entre 80 e 90%, e para a empresa que teve nota 1 este número é inferior a 70%.

Na empresa que obteve nota 5, quando as ferramentas chegam ao estoque central ou saem do mesmo, a localização das mesmas é registrada no software de gerenciamento de ferramentas, desenvolvido pela própria empresa. Desta forma pode-se saber se a ferramenta está em um terceiro e qual terceiro, e também se está recebendo manutenção internamente, e em qual célula de manufatura e máquina-ferramenta ela se encontra. Na empresa que obteve nota 4 ela usa o software específico para gerenciamento de ferramentas de usinagem com o intuito de rastrear as ferramentas, conhecendo-se a localização das mesmas, igualmente à empresa que obteve nota 5, com exceção de que esta última não sabe através do software em que máquina-ferramenta a ferramenta se encontra. Para cinco (56%) empresas pesquisadas, elas conhecem a localização das ferramentas somente quando as mesmas encontram-se no estoque central.

Para o indicador PL-11 (Percentual de Tempo de *Setup*) observa-se que 11% (uma) das empresas tiveram nota 1 (20% de performance), 11% (uma) tiveram nota 2 (40% de performance), 45% (quatro) tiveram nota 3 (60% de performance), e 33% (três) tiveram nota 5 (100% de performance). Para as empresas que tiveram nota 5 o tempo de *setup* é inferior a 5% do tempo total disponível das máquinas-ferramenta, calculando a média dos últimos 12 meses. Se não houver registros dos últimos 12 meses, efetua-se o cálculo a partir do mês que vem sendo registrado. Nas empresas que tiveram nota 3, 2 ou 1, esse tempo é respectivamente entre 10 e 20%, 20 e 30%, e superior a 30% do tempo total disponível das máquinas-ferramenta.

Para que a empresa obtenha um excelente resultado neste indicador, é interessante realizar, quando possível, atividades de *setup* externo (preparação da máquina-ferramenta com a mesma em funcionamento), e também desenvolver técnicas e dispositivos que diminuam o tempo de *setup*.

No indicador PL-12 (Grau de Obsolescência de Ferramentas) tem-se que 44% (quatro) das empresas tiveram nota 3 (60% de

performance), 11% (uma) tiveram nota 4 (80% de performance), e 45% (quatro) tiveram nota 5 (100% de performance). Considerando todos os itens e montagens de ferramentas obsoletos da empresa, desde os armazenados no estoque central até os do estoque circulante, as empresas que tiveram nota 5 possuem uma quantidade inferior a 5%. A empresa com nota 4 possui uma quantidade entre 5 e 10%, e as empresas com nota 3 possuem uma quantidade entre 10 e 20% dos itens e montagens de ferramentas considerados obsoletos. A maior parte das ferramentas obsoletas nas empresas são ferramentas especiais para produtos que não são mais fabricados.

Para que a empresa possa obter um excelente resultado neste indicador é importante realizar algumas atividades como, por exemplo, a criação de procedimentos que regulamentem o processo de exclusão de um item na empresa, trabalhar com Engenharia Simultânea a fim de tentar aproveitar as ferramentas obsoletas disponíveis na empresa na fabricação de novos produtos e também tentar reduzir ao máximo a variedade das mesmas. Quando não for mais possível reaproveitá-las, as mesmas podem ser vendidas para outras empresas ou como sucata, e também podem ser renegociadas com o fornecedor ou com o cliente para o qual foram fabricadas peças com a ferramenta. Essas são algumas atividades que podem contribuir para prevenir e reduzir as ferramentas obsoletas na empresa.

A seguir, nas seções 7.3, 7.4 e 7.5, são apresentadas as maiores diferenças (*gap*) entre as duas empresas com melhores resultados (empresas E e B) e as duas empresas com piores resultados (empresas A e I) em relação a média dos resultados das empresas pesquisadas, bem como as maiores diferenças entre as duas empresas com melhores resultados (empresas E e B) e o gerenciamento de ferramentas de usinagem. Mesmo tendo-se 89% das empresas posicionadas no quadrante I no gráfico Práticas *versus* Performance (ou seja, com altos índices de práticas e performance), estas análises ajudarão a entender em quais indicadores as empresas com melhores resultados se destacam em relação a média das empresas pesquisadas, e em quais indicadores que as empresas com piores resultados estão mais distante da média das empresas pesquisadas.

### 7.3 MAIORES DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS E A MÉDIA DAS EMPRESAS PESQUISADAS

Analisando os resultados apresentados na Tabela 7.1, observa-se que as maiores diferenças estão nos indicadores PT-02 (Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação) e PL-11 (Percentual de Tempo de *Setup*) com diferença de 1,65 pontos, PE-05 (Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF) e PT-04 (Definição da Vida das Ferramentas) com diferença de 1,45 pontos, e PE-01 (Indicadores de Desempenho e Metas), PL-07 (Troca Rápida de Ferramentas) e PL-10 (Rastreabilidade de Ferramentas) com diferença de 1,35 pontos.

Conforme a Tabela 7.1, as duas empresas com melhores resultados apresentaram nestes indicadores o resultado de 100%, 100%, 80%, 100%, 100%, 100% e 80% respectivamente, já a média das empresas pesquisadas apresentou o resultado de 67%, 67%, 51%, 71%, 73%, 73% e 53% respectivamente.

Tabela 7.1 - Maiores diferenças entre as duas empresas com melhores resultados x média das empresas pesquisadas.

DIFERENÇA ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS X MÉDIA DAS EMPRESAS						
VARIÁVEL	TIPO	INDICADORES		DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS	MÉDIAS DAS EMPRESAS	GAP MELHORES X MÉDIA
P E S T R A T E G I C O	PR	PE-01	Indicadores de Desempenho e Metas	5,00	3,65	1,35
		PE-02	Relacionamento com Fornecedores	4,00	3,20	0,80
		PE-03	Terceirização	5,00	4,20	0,80
		PE-04	Estratégia de Gestão Ambiental	4,00	3,80	0,20
		PE-05	Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF	4,00	2,55	1,45
	PF	PE-06	Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes	5,00	5,00	0,00
		PE-07	Descarte e Reciclagem de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-08	Reaproveitamento de Ferramentas	5,00	4,55	0,45
		PE-09	Remanufatura de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-10	Inventário de Ferramentas e Máquinas	4,00	3,55	0,45
		PE-11	Padronização de Ferramentas	3,00	3,35	-0,35
		PE-12	Racionalização de Ferramentas	5,00	4,45	0,55
		PE-13	Índice de Pedidos Recebidos no Prazo	3,50	3,10	0,40

P L A N E J A M E N T O	PR	PT-01	Banco de Dados de Usinagem	2,50	2,90	-0,40
		PT-02	Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação	5,00	3,35	1,65
		PT-03	Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte	3,50	3,35	0,15
		PT-04	Definição da Vida das Ferramentas	5,00	3,55	1,45
		PT-05	Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas	5,00	4,00	1,00
		PT-06	Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida	5,00	3,80	1,20
	PF	PT-07	Percentual de Ferramentas Identificadas	5,00	4,90	0,10
		PT-08	Índice de Quebras de Ferramentas	2,00	2,65	-0,65
		PT-09	Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas	3,00	2,45	0,55
		PT-10	Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas	5,00	4,10	0,90
P L O G I S T A M E N T O	PR	PL-01	Armazenamento de Ferramentas	4,50	4,00	0,50
		PL-02	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas	5,00	4,90	0,10
		PL-03	Alocação de Ferramentas	5,00	3,90	1,10
		PL-04	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas	5,00	4,45	0,55
		PL-05	Inspeção e Manutenção de Ferramentas	4,00	4,00	0,00
		PL-06	Estratégia de Movimentação de Ferramentas	4,50	3,55	0,95
		PL-07	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	5,00	3,65	1,35
	PF	PL-08	Percentual de Armazenamento de Ferramentas	5,00	4,80	0,20
		PL-09	Índice de Paradas Não Programadas	5,00	4,80	0,20
		PL-10	Rastreabilidade de Ferramentas	4,00	2,65	1,35
		PL-11	Percentual de Tempo de Setup	5,00	3,35	1,65
		PL-12	Grau de Obsolescência de Ferramentas	3,50	4,00	-0,50

Dos sete indicadores com maiores diferenças, cinco são de práticas, contemplando as três variáveis, e os dois restantes são de performance, da variável Planejamento Logístico. Em quatro indicadores (PE-11, PT-01, PT-08 e PL-12) a diferença foi negativa, ou seja, a média das empresas pesquisadas apresentou melhor resultado em relação às duas empresas melhores colocadas. E em quatro indicadores (PE-06, PE-07, PE-09 e PL-05), não houve diferença de resultado entre as duas empresas melhores colocadas e a média das empresas pesquisadas.

Dentre os sete indicadores que tiveram maior diferença pode-se destacar o indicador PL-11 (Percentual de Tempo de *Setup*), onde nas duas empresas com melhores resultados a nota foi máxima, ou seja, o tempo de *setup* é inferior a 5% do tempo total disponível das máquinas-ferramentas, enquanto para a média das empresas pesquisadas este valor é 10 e 20%.

Outro indicador que merece destaque foi o PT-02 (Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação) com diferença de 1,65 pontos. Neste indicador, as duas empresas com melhores resultados têm e usam sempre um modelo formal de codificação para todas as ferramentas e dispositivos de fixação, já para a média das empresas pesquisadas, as mesmas têm e usam eventualmente um modelo formal de codificação para não todas as ferramentas e dispositivos de fixação.

Encerrando esta análise comparativa, destaca-se o excelente desempenho das duas empresas com melhores resultados, demonstrando a importância desse excelente resultado no índice final de práticas e performance, o qual pode ser observado através da Figura 7.1.

#### 7.4 MAIORES DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM PIORES RESULTADOS E A MÉDIA DAS EMPRESAS PESQUISADAS

Analisando os resultados apresentados na Tabela 7.2, observa-se que as maiores diferenças estão nos indicadores PT-10 (Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas) com diferença de 1,60 pontos, PE-08 (Reaproveitamento de Ferramentas) e PL-06 (Estratégia de Movimentação de Ferramentas) com diferença de 1,55 pontos, e PL-04 (Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas) com diferença de 1,45 pontos.

Tabela 7.2 - Maiores Diferenças entre as duas empresas com piores resultados x média das empresas pesquisadas.

DIFERENÇA ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM PIORES RESULTADOS X MÉDIA DAS EMPRESAS						
VARIÁVEL	TIPO	INDICADORES		DUAS EMPRESAS COM PIORES RESULTADOS	MÉDIAS DAS EMPRESAS	GAP PIORES X MÉDIA
P E S T R A T E G I A M E N T O	PR	PE-01	Indicadores de Desempenho e Metas	3,00	3,65	0,65
		PE-02	Relacionamento com Fornecedores	4,00	3,20	-0,80
		PE-03	Terceirização	3,00	4,20	1,20
		PE-04	Estratégia de Gestão Ambiental	3,00	3,80	0,80
		PE-05	Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF	1,50	2,55	1,05
	PF	PE-06	Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes	5,00	5,00	0,00
		PE-07	Descarte e Reciclagem de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-08	Reaproveitamento de Ferramentas	3,00	4,55	1,55
		PE-09	Remanufatura de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-10	Inventário de Ferramentas e Máquinas	3,00	3,55	0,55
		PE-11	Padronização de Ferramentas	4,00	3,35	-0,65
		PE-12	Racionalização de Ferramentas	4,50	4,45	-0,05
		PE-13	Índice de Pedidos Recebidos no Prazo	3,00	3,10	0,10



P L A N E J A M E N T O	PR	PT-01	Banco de Dados de Usinagem	2,50	2,90	0,40
		PT-02	Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação	3,00	3,35	0,35
		PT-03	Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte	2,00	3,35	1,35
		PT-04	Definição da Vida das Ferramentas	3,00	3,55	0,55
		PT-05	Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas	3,00	4,00	1,00
		PT-06	Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida	3,00	3,80	0,80
	PF	PT-07	Percentual de Ferramentas Identificadas	4,50	4,90	0,40
		PT-08	Índice de Quebras de Ferramentas	2,50	2,65	0,15
		PT-09	Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas	2,00	2,45	0,45
		PT-10	Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas	2,50	4,10	1,60
P L O G I S T A M E N T O	PR	PL-01	Armazenamento de Ferramentas	3,00	4,00	1,00
		PL-02	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas	4,50	4,90	0,40
		PL-03	Alocação de Ferramentas	3,00	3,90	0,90
		PL-04	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas	3,00	4,45	1,45
		PL-05	Inspeção e Manutenção de Ferramentas	3,00	4,00	1,00
		PL-06	Estratégia de Movimentação de Ferramentas	2,00	3,55	1,55
		PL-07	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	3,00	3,65	0,65
	PF	PL-08	Percentual de Armazenamento de Ferramentas	4,50	4,80	0,30
		PL-09	Índice de Paradas Não Programadas	4,50	4,80	0,30
		PL-10	Rastreabilidade de Ferramentas	2,00	2,65	0,65
		PL-11	Percentual de Tempo de Setup	3,00	3,35	0,35
		PL-12	Grau de Obsolescência de Ferramentas	4,00	4,00	0,00

Conforme a Tabela 7.2, as duas empresas com piores resultados apresentaram nestes indicadores o resultado de 50%, 60%, 40%, e 60% respectivamente, já a média das empresas pesquisadas apresentou o resultado de 82%, 91%, 71%, e 89% respectivamente.

Dos quatro indicadores com maiores diferenças, dois são de práticas contemplando a variável Planejamento Logístico, e dois são de performance, nas variáveis Planejamento Estratégico e Planejamento Técnico. Em três indicadores (PE-02, PE-11 e PE-12) a diferença foi negativa, ou seja, a média das empresas pesquisadas apresentou pior resultado em relação às duas empresas com pior colocação. Esse resultado destaca que apesar dessas duas empresas terem os piores resultados, em relação às demais empresas pesquisadas, há atividades em que as mesmas possuem um nível maior de desenvolvimento e aplicação em relação à média das empresas pesquisadas. E em quatro indicadores (PE-06, PE-07, PE-09 e PL-12), não houve diferença de

resultado entre as duas empresas com piores resultados e a média das empresas pesquisadas.

Na análise dos quatro indicadores com maiores diferenças, vale destacar o PT-10 (Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas), o qual apresentou a maior diferença, onde para a média das empresas pesquisadas as mesmas possuem documentos armazenados e atualizados de 85% a 95% das ferramentas, os quais incluem procedimentos, instruções de trabalho e desenhos de ferramentas, em meio eletrônico, contendo dados relevantes ao sistema de produção. Para as duas empresas piores colocadas, este valor varia de 65% a 75%.

Encerrando esta análise, destaca-se que, apesar destas duas empresas serem consideradas como as que possuem os piores resultados, afirma-se isto apenas em relação às demais empresas pesquisadas. Deve-se lembrar que uma delas apresentou resultados muito interessantes, tendo sido classificada no quadrante I, enquanto a outra ficou classificada no quadrante III.

## 7.5 MAIORES DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS E O GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE USINAGEM

Analisando os resultados apresentados na Tabela 7.3, observa-se que as maiores diferenças estão nos indicadores PT-08 (Índice de Quebras de Ferramentas) com diferença de 3,00 pontos, PT-01 (Banco de Dados de Usinagem) com diferença de 2,50 pontos, e PE-11 (Padronização de Ferramentas) e PT-09 (Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas) com diferença de 2,00 pontos.

Conforme a Tabela 7.3, as duas empresas com melhores resultados apresentaram nestes indicadores o resultado de 40%, 50%, 60%, e 60% respectivamente. O gerenciamento de ferramentas de usinagem, obviamente, apresenta resultado de 100% em todos os indicadores.

Dos quatro indicadores com maiores diferenças, um é de práticas contemplando a variável Planejamento Técnico, e três são de performance, nas variáveis Planejamento Estratégico e Planejamento Técnico. Em vinte indicadores, ou seja, mais da metade do total (35) não houve diferença de resultado entre as duas empresas melhores colocadas e o gerenciamento de ferramentas de usinagem. Esse resultado destaca que essas empresas, em muitas atividades, já chegaram a excelência quanto a gestão de ferramentas de usinagem,

tendo muitas práticas desenvolvidas e que são plenamente aplicadas, e também desempenhos excelentes referentes a muitas atividades do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Vale destacar que outras empresas pesquisadas também apresentam resultado semelhante, porém neste caso, está se analisando apenas as duas melhores que tiveram melhor resultado.

Tabela 7.3 - Maiores Diferenças entre as duas empresas com melhores resultados x GFU.

DIFERENÇA ENTRE AS DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS X GFU					
VARIÁVEL	TIPO	INDICADORES	DUAS EMPRESAS COM MELHORES RESULTADOS	GFU	GAP MELHORES X GFU.
P L A N E J A M E N T O	PR	PE-01 Indicadores de Desempenho e Metas	5,00	5,00	0,00
		PE-02 Relacionamento com Fomecedores	4,00	5,00	1,00
		PE-03 Terceirização	5,00	5,00	0,00
		PE-04 Estratégia de Gestão Ambiental	4,00	5,00	1,00
		PE-05 Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF	4,00	5,00	1,00
	PF	PE-06 Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes	5,00	5,00	0,00
		PE-07 Descarte e Reciclagem de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-08 Reaproveitamento de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-09 Remanufatura de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-10 Inventário de Ferramentas e Máquinas	4,00	5,00	1,00
		PE-11 Padronização de Ferramentas	3,00	5,00	2,00
		PE-12 Racionalização de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PE-13 Índice de Pedidos Recebidos no Prazo	3,50	5,00	1,50
P L A N E J A M E N T O	PR	PT-01 Banco de Dados de Usinagem	2,50	5,00	2,50
		PT-02 Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação	5,00	5,00	0,00
		PT-03 Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte	3,50	5,00	1,50
		PT-04 Definição da Vida das Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PT-05 Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PT-06 Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida	5,00	5,00	0,00
	PF	PT-07 Percentual de Ferramentas Identificadas	5,00	5,00	0,00
		PT-08 Índice de Quebras de Ferramentas	2,00	5,00	3,00
		PT-09 Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas	3,00	5,00	2,00
		PT-10 Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas	5,00	5,00	0,00

P L A N E J A M E N T O	PR	PL-01	Armazenamento de Ferramentas	4,50	5,00	0,50
		PL-02	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PL-03	Alocação de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PL-04	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PL-05	Inspeção e Manutenção de Ferramentas	4,00	5,00	1,00
		PL-06	Estratégia de Movimentação de Ferramentas	4,50	5,00	0,50
		PL-07	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	5,00	5,00	0,00
	PF	PL-08	Percentual de Armazenamento de Ferramentas	5,00	5,00	0,00
		PL-09	Índice de Paradas Não Programadas	5,00	5,00	0,00
		PL-10	Rastreabilidade de Ferramentas	4,00	5,00	1,00
		PL-11	Percentual de Tempo de <i>Setup</i>	5,00	5,00	0,00
		PL-12	Grau de Obsolescência de Ferramentas	3,50	5,00	1,50

Analisando os indicadores que tiveram as maiores diferenças, pode-se observar que as principais dificuldades das duas empresas com melhor resultado é em relação à padronização de ferramentas, devido à alta variedade e quantidade de ferramentas que precisam ser administradas, o que, aliás, observa-se também nas demais empresas pesquisadas. Outra dificuldade dessas empresas está em relação às quebras de ferramentas e paradas de produção devido a esta causa, sendo um dos pontos principais que devem ser trabalhados por todas as empresas pesquisadas, para que se tente evitar os desperdícios com quebras prematuras de ferramentas as quais ajudam a elevar significativamente os custos de produção.

## 7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O método *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA), proposto e desenvolvido neste trabalho, foi utilizado nas pesquisas de campo realizadas nas nove empresas que aceitaram participar deste trabalho, no levantamento das informações e resultados apresentados neste capítulo. O método BEA foi desenvolvido com o objetivo de ser um procedimento para avaliar empresas que trabalham com ferramentas de usinagem em seus meios de produção, para realizar um diagnóstico quanto à gestão destes recursos. Os resultados apresentados com a aplicação do método BEA ajudaram as empresas a ter um diagnóstico do gerenciamento de ferramentas de usinagem em suas empresas, bem como o método BEA auxiliou no esclarecimento de quais atividades que envolvem esta técnica.

Por fim, com os resultados apresentados neste capítulo pode-se afirmar que o método BEA é um procedimento eficiente na realização de um diagnóstico das empresas quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, o qual auxilia no levantamento de muitas informações da empresa e orienta as mesmas a alcançarem excelentes resultados quanto à gestão de ferramentas de usinagem.

O próximo capítulo apresenta as conclusões do desenvolvimento deste trabalho, bem como sugere que trabalhos podem ser desenvolvidos no futuro na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem.



## 8 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O capítulo final deste trabalho apresenta as conclusões referentes ao método proposto e desenvolvido, o *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA), bem como a pesquisa realizada nas empresas para aplicação e validação do mesmo e também dos resultados obtidos. Na sequência, são colocadas sugestões de trabalho que poderão ser desenvolvidos na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem, a partir do que foi abordado e apresentado nesta pesquisa.

### 8.1 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido um método inédito para estudos do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Esse método, denominado de *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA), foi desenvolvido e aplicado em algumas empresas do setor metal mecânico com o objetivo de realizar um diagnóstico de práticas, performance e potencial de implantação dessas empresas, quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, abordando aspectos estratégicos, técnicos e logísticos, bem como técnicas de Manufatura Enxuta e aspectos ambientais relacionados a gestão de ferramentas de usinagem. O método BEA pode ser aplicado em empresas de diferentes portes e auxilia as mesmas a conhecerem sua atual situação quanto à gestão das ferramentas de usinagem, onde a partir disso podem desenvolver ações para alcançarem seus objetivos quanto a esta prática.

O diagnóstico das empresas quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem apontou que a maior parte das empresas entrevistadas obteve bons resultados. Além disso, pode-se inferir que o método BEA desenvolvido contribuiu quanto ao esclarecimento das diversas atividades que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, bem como a divisão nas três variáveis desta filosofia, ou seja, o Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, visto que a partir dos resultados de outras pesquisas na área, identificou-se que a maior parte das empresas do setor desconhece muitas das atividades que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, e muitas acreditam se tratar apenas de uma questão logística.

Analisando-se os resultados da aplicação do método BEA nas empresas participantes desta pesquisa, pode-se afirmar que a adoção de melhores práticas leva à obtenção de uma performance produtiva

melhor, ou seja, a partir dos bons resultados de práticas, consequentemente houve também bons resultados de performance.

O resultado de que a maior parte das empresas ficaria posicionada no quadrante I, no gráfico Práticas *versus* Performance, já era esperado, pois se buscou aplicar o método BEA em empresas que possuem bons conhecimentos e muitas atividades desenvolvidas na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem, explicando-se assim a ausência de empresas com resultados inferiores, ou seja, posicionadas nos quadrantes II ou IV, e também o resultado de apenas uma empresa posicionada no quadrante III. O resultado de que a maior parte das empresas ficou posicionada no quadrante I caracteriza que estas empresas estão no caminho certo para alcançarem um excelente resultado quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem.

Apenas uma das empresas ficou posicionada no quadrante III, e nenhuma ficou posicionada nos quadrantes II ou IV. Quanto maior o quadrante em que a empresa se posiciona, ou seja, no sentido de I para o IV, os custos de produção dos produtos tendem a serem maiores. À medida que a empresa não aplica as atividades que envolvem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, com uso de procedimentos e instruções de trabalho, controle de informações e controle físico de ferramentas, bem como o uso de técnicas e equipamentos adequados na gestão e manuseio de ferramentas de usinagem, a desorganização torna-se evidente, bem como ocorrem muitos distúrbios no chão de fábrica como, por exemplo, aumento dos tempos de produção, maior consumo de ferramentas, entre outros. Desta maneira, os custos de produção dessas empresas tornam-se maiores frente aos seus concorrentes, diminuindo assim seu grau de competitividade perante o cenário da economia atual.

Possivelmente existem no Brasil muitas empresas que estariam posicionadas no quadrante IV, mas não participaram desta pesquisa. Possíveis empresas com este resultado seriam em sua maioria as de pequeno porte, as quais não costumam possuir uma infra-estrutura com colaboradores e recursos da mesma forma que empresas médias e grandes. Entretanto, deve-se mencionar que muitas empresas de pequeno porte podem ter resultados superiores a empresas de médio e grande porte, normalmente por possuírem uma quantidade menor de ferramentas de usinagem e uma estrutura com máquinas e pessoas menor para gerenciar. Uma possível causa para que empresas se posicionem no quadrante IV refere-se ao descaso com as ferramentas de usinagem, não levando em conta a importância e a influência das mesmas para os custos do sistema de produção como um todo, podendo



isto decorrer do desconhecimento sobre o gerenciamento de ferramentas de usinagem. Uma empresa que se posiciona neste quadrante normalmente apresenta altos custos de produção, podendo levar à estagnação e a um possível fechamento.

Para que as respostas dadas pelos profissionais das empresas, durante a entrevista que aconteceu *in-loco* em todas as empresas pesquisadas, fossem confiáveis no sentido de mostrar a realidade atual da empresa, ou seja, não considerando projetos futuros a serem implantados na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem, buscou-se entrevistar o maior número de profissionais, cada um responsável pela gestão de algumas atividades envolvendo ferramentas de usinagem. Dessa maneira pôde-se visualizar na prática, através de observação espontânea e também participante, como as empresas trabalham as atividades do gerenciamento de ferramentas de usinagem. Essa metodologia ajudou a reforçar a confiança nos resultados obtidos para cada indicador do método BEA, em cada empresa pesquisada.

Assim como já comentado no capítulo 6, como forma de obter um aumento na confiabilidade das informações, aplicou-se a observação do tipo assistemática ou não estruturada, ou seja, esta observação consistiu em visualizar atividades nas empresas em relação ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, sem precisar fazer perguntas diretas aos entrevistados.

Uma conclusão interessante desta pesquisa é que as empresas muitas vezes possuem uma em relação à outra, metodologias diferentes de trabalho para cada atividade que envolve o gerenciamento de ferramentas de usinagem, contudo a maior parte delas obtém resultados muito bons. Isso acontece porque a maneira como cada empresa procede para cada atividade depende do tipo de produto que a empresa fabrica, tamanho dos lotes de fabricação, tipos de leiaute empregados no chão de fábrica, qual *software* de gestão a empresa utiliza, entre outros fatores. Por esse motivo, foi desenvolvido um método que não tem o objetivo de verificar como a empresa realiza cada atividade, mas sim, se a empresa realiza ou não, pois como já comentado existem diversas maneiras de realizar e administrar a mesma atividade.

Quanto ao retorno (*feedback*) dos profissionais das empresas pesquisadas que responderam a aplicação do método BEA, referente à opinião sobre o método proposto, apenas uma das empresas não enviou *feedback*. Para a maior parte das empresas os comentários foram que o método BEA contribuiu muito para o esclarecimento das empresas quanto ao gerenciamento das ferramentas de usinagem, sendo uma fonte rica de informações e que irá ajudar significativamente no sentido de

orientar a empresa na busca da excelência quanto ao gerenciamento das ferramentas de usinagem.

Quanto às técnicas de Manufatura Enxuta aplicáveis ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, pode-se visualizar com frequência a utilização da técnica *just in time* na maior parte das empresas, utilizada no fornecimento das ferramentas localizadas no estoque central até as máquinas-ferramenta. A técnica do 5S é visivelmente aplicada em 100% das empresas pesquisadas. Algumas técnicas como *Kanban*, *Kaizen*, *Jidoka*, Manutenção Produtiva Total (TPM) e Troca Rápida de Ferramentas (TRF) não são aplicadas por muitas empresas, mas naquelas que aplicam foram alcançados excelentes resultados. Não é obrigatório que as empresas adotem essas técnicas, mas no atual cenário de alta competitividade principalmente em relação à qualidade e custos de produção em que vivem as empresas do setor metal-mecânico, é fundamental que haja um esforço para aplicação dessas técnicas, as quais podem trazer inúmeros benefícios como, por exemplo, gestão mais eficiente dos recursos e atividades que envolvem a usinagem de peças, além de maior eficiência de produção.

As técnicas de Padronização de Ferramentas e Redução de Estoque foram observadas em apenas 22% das empresas pesquisadas, mostrando que apesar das reclamações das empresas de que é muito difícil controlar uma quantidade e variedade grande de ferramentas, não há um esforço suficiente para que se busque amenizar esta questão.

No que diz respeito aos aspectos ambientais relacionados ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, que incluem o tratamento dos fluidos lubri-refrigerantes, descarte, reciclagem, reaproveitamento e remanufatura de ferramentas, descarte dos cavacos gerados na usinagem de peças, e também a utilização de ferramentas que utilizam QRF ou MQF, e ferramentas para usinagem a seco, com exceção destes dois últimos, as empresas apresentaram os melhores resultados, mostrando que há uma grande preocupação em relação à preservação do meio-ambiente, bem como um melhor aproveitamento dos recursos gastos com a usinagem de peças.

Quanto às três áreas do gerenciamento de ferramentas de usinagem, ou seja, Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, o método BEA aborda atividades que são fundamentais na gestão de ferramentas de usinagem, na busca do atendimento aos objetivos quanto a esta técnica.

No Planejamento Estratégico, o método BEA possui indicadores que abordam atividades importantes do dia a dia em empresas que trabalham com usinagem, e que são fundamentais para que essas

empresas se tornem mais competitivas frente aos concorrentes. Tais indicadores envolvem a medição de indicadores de desempenhos e metas, compras de novas ferramentas, modelos de parceria com fornecedores, serviços de terceirização, estratégias quanto aos aspectos ambientais relacionados à gestão de ferramentas de usinagem, bem como a realização de inventários de ferramentas e máquinas, padronização e racionalização de ferramentas, e medição de índices de pedidos recebidos no prazo.

No Planejamento Técnico há indicadores que envolvem a verificação da existência de um banco de dados de usinagem nas empresas, uma estratégia de identificação das ferramentas, bem como a seleção de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte, definição da vida das ferramentas, controle, análise e prevenção de quebras de ferramentas, e estudos para redução de custos com ferramentas por peça produzida. O método BEA contribui com as empresas no esclarecimento e importância de realizar estas atividades para que se obtenham melhores desempenhos das ferramentas de usinagem, redução dos custos de produção, e também para que as empresas melhorem os índices de produção. No Planejamento Técnico, o método BEA também contribui com as empresas na verificação do percentual de ferramentas identificadas, índice de quebras de ferramentas, paradas não programadas devido a quebras de ferramentas, e verificação quanto à manutenção e atualização dos dados das ferramentas.

No Planejamento Logístico o método BEA verifica a existência nas empresas, de estratégias tais como para armazenamento de ferramentas, planejamento e controle do estoque de ferramentas, alocação, preparação, montagem e desmontagem de ferramentas, inspeção e manutenção, movimentação e troca rápida de ferramentas. O método BEA orienta as empresas quanto à importância de realizar estas atividades, e também auxilia na medição quanto ao percentual de ferramentas identificadas, índice de paradas não programadas, rastreabilidade de ferramentas, percentual de tempo de *setup* e grau de obsolescência de ferramentas.

Por fim, além de realizar um diagnóstico das três áreas que compõem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, o método BEA orienta as empresas em termos de quais atividades as mesmas precisam desenvolver e quais resultados precisam alcançar, para obterem a excelência quanto à gestão das ferramentas de usinagem.

## 8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados obtidos e observações realizadas ao longo desta pesquisa, e também da experiência de sua realização, são propostos novos trabalhos de pesquisa que possam ser realizados na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem, os quais são apresentados a seguir:

- Aplicação do método BEA em um maior número de empresas, principalmente de médio porte e também englobando empresas de pequeno porte. Desta forma pode-se gerar um banco de dados maior dessas empresas, contribuindo para um maior entendimento da situação atual das empresas que trabalham com usinagem quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem;
- Aplicação do método BEA apenas em empresas pertencentes ao mesmo segmento de atuação, como por exemplo, autopeças, moldes e matrizes, máquinas e equipamentos. Desta forma é possível realizar um estudo e comparar o desempenho entre empresas que usinam os mesmos tipos de produtos;
- Realização de um estudo completo em uma ou mais empresas, aplicando-se o método BEA e posteriormente propor a aplicação e/ou melhoramentos no gerenciamento de ferramentas de usinagem especificamente para esta(s) empresa(s), com maior detalhamento quanto às atividades a serem realizadas;
- Realização de estudo semelhante ao realizado nesta pesquisa, realizando melhorias ao método de diagnóstico proposto neste trabalho. Estas melhorias poderiam ser referentes à metodologia de aplicação nas empresas a serem pesquisadas, e também quanto à maneira como cada indicador é avaliado, como por exemplo, fazer alterações no sistema de pontuação, incluir mais opções de nota, ou torná-lo mais dinâmico;
- Realização de estudos de desempenho, quanto ao gerenciamento de ferramentas de usinagem, entre empresas que possuem e não possuem software especialista para o gerenciamento de ferramentas.

## REFERÊNCIAS

ADEPT SYSTEMS, **Gerenciamento de Ferramentas - Importância e benefícios de um sistema especialista**, Florianópolis, outubro de 2001  
[www.adeptmec.com.br](http://www.adeptmec.com.br)

ANDRADE, G. J. P. O. **Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil**. 2006. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

AKTURK, M. S.; ONEN, S. *Dynamic lot sizing and tool management in automated manufacturing systems*. *Computers & Operations Research*, p. 1059-1079, Elsevier, 2002.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica do futuro**. 1 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BOEHS, L. **Gerenciamento de ferramentas de corte na teoria e na prática**. Revista Máquinas e Metais, p. 202-217. Setembro/2002.

BOOGERT, R. M. *Tool management in computer aided process planning*. Utrecht: CIP - Data Koninklijke Bibliotheek, 1994.

BUYURGAN, N.; SAYGIN, C.; KILIC, S. E. *Tool allocation in flexible manufacturing systems with tools alternatives*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, p. 341-349, Elsevier, 2004.

CAMP, R. *Benchmarking: o caminho da qualidade total*. 3.ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

CASTRO, P. R. A. **O que é exatamente o gerenciamento de ferramentas**. Revista Máquinas e Metais. Ed. Aranda, Ano XLI, n. 470, p.108-126. Março/2005.

CASTRO, C. D. M. et al. **Impactos da aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta na busca por uma produção mais limpa: um estudo de caso numa indústria de bens de capital**. VI EMEPRO, Coronel Fabriciano, MG, Brasil, 29 de abril a 01 de maio de 2010.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CURY, G. F. **Gerenciamento de ferramentas: importância e benefícios de um sistema especialista**. Revista Corporativa Mundo da Usinagem da Sandvik Coromant do Brasil, São Paulo, p.13-14, jan./mar/2002.

DEMO, P. **Pesquisa e construção de conhecimento**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

DFM. **Gerenciamento de Ferramentas**. Grupo DFM: Dispositivos, Ferramentas e Movimentação - Jonh Deere, 2004.

DRICKHAMER, D. **Lean`s secret ingredient**. *Material Handling Management*. Cleveland, vol. 61, n.3, p. 5, Março/2006.

FAVARETTO, A. S. **Estudo do gerenciamento de ferramentas de corte na indústria automotiva de Curitiba e região metropolitana**. 2005. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica, Curitiba, 2005.

FAYOL, H. **Administración industrial y general** Buenos Aires: Ed. Argentina Finanzas Administrac, 1942.

GARIBA JÚNIOR, M. **Um modelo de avaliação de cursos superiores de tecnologia baseado na ferramenta benchmarking**. 2005. 304 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDONI, A. R. **Relação entre o segmento de usinagem da cadeia automotiva e os fornecedores de ferramentas de corte dentro do contexto da produção automobilística brasileira**. 2003. 182 f.

Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Metodista de São Paulo, 2003.

HARPER, L. **Controlling tool crib inventory with software.** *Manufacturing Engeneering*, p. 22-26. Janeiro/2003.

KLAUBERG, A. L. **Aplicação de mínimas quantidades de fluido de corte nos processos de furação e rosqueamento interno de eixos para motores elétricos.** 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

LEIRIA, J. S. **Terceirização - Uma alternativa de flexibilidade empresarial.** Vol. 1, São Paulo, 1995.

LIKER, J. K. **O modelo toyota - 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

LSSP, Laboratório de Simulação de Sistemas de Produção. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. **Benchmarking enxuto.** Disponível em: <<http://www.deps.ufsc.br>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2011.

MARCONDES, F. C. **Alternativas para a maximização da produtividade em usinagem sob a ótica da análise ou engenharia do valor.** 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Unicamp, Campinas, 2002.

MARCONI, A. M. de; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas,1999.

MARCZINSKI, G. **Integrated tool management.** *Modern Machine Shop*, p.78-81, Novembro/2002.

MARQUEZ, R. C. **Alianças estratégicas.** Editora Alínea, 2003.

MASON, F. **Gerenciamento por computador: mais benefícios que custos.** Tradução de Lima, N. de P., Máquinas e Metais, p. 66-75. São Paulo: Aranda Editora Técnica, Fevereiro de 1993.

MATOSO, N. P.; CANGIOLIERI, O.; VALLE, P. D. **Metodologia do gerenciamento do fluxo de ferramentas dentro da filosofia do sistema toyota de fabricação.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.

Metalworking Production. *Get competitive with effective tool management.* p. 39-40, Outubro/2004.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento.** São Paulo: Hucitec, 1993.

MUMM, A. *Tool management als moderne dienstleistung.* Werkstatt und Betrieb, p. 122-127, Setembro/2001.

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

OMU. **Daimler Chrysler e Sandvik: cooperação estratégica racionaliza inventário.** Revista O Mundo da Usinagem, p. 18-21, 2003.

PEINADO, J. **O papel do sistema de abastecimento kanban na redução dos inventários.** Rev. FAE, Curitiba, v.2, n.2, p. 27-34, maio/agosto, 1999.

PERERA, T.; MATTHEW, S. *Analysis of tooling problems in discrete manufacturing industry.* International journal of operation & production management, Bradford, v.15, n.12, p. 76-86, 1995.

PLUTE, M. *Tool management strategies.* Hansen Gardner, Cincinnati, 1998.

POLIS, J. L. **Por dentro do gerenciamento de ferramentas: uma abordagem prática da adoção do sistema nas indústrias do ramo metal-mecânico.** Curso de pós-graduação “latu-sensu” em administração de empresas para engenharia. FACENS - Faculdade de Engenharia de Sorocaba, Sorocaba, 2005.

POLÔNIO, W. A. **Terceirização: aspectos legais, trabalhistas e tributários.** São Paulo: Atlas, 2000.



RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

Sandvik Coromant. **Extended services agreement (acordos para ampliação dos serviços)**. Material de divulgação p. 1-13. Abril/2004.

SEIBEL, S. **Um modelo de benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira**. 2004. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SILVA, A. S. F. da. **Avaliação de práticas e performance da manufatura enxuta, via benchmarking, para diagnóstico da indústria de confecções**. 2009. 229 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

STEVAN, M. S. **A influência da preparação de máquinas e disponibilidade dos meios de usinagem sobre a produção**. 1999. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

TANI, G. **Gerenciamento de ferramentas em sistemas de manufatura equipados com máquinas CNC**. Revista Máquinas e Metais, p. 46-56, Dezembro/1997.

TUBINO, D. F. et al. **Benchmarking enxuto: um método de auxílio à implantação da manufatura enxuta**. XXVIII ENEGEP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

TURINO, C. E. **Redução de estoque de ferramentas de corte sem comprometimento da produtividade do chão-de-fábrica**. 2002. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de

Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

VIEIRA, M. G. **Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção.** 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ZEILMANN, R. P. **Furação de liga de titânio Ti6Al4V com mínimas quantidades de fluido de corte.** 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ZONTA JUNIOR, A. **Gerenciamento de ferramentas: estudos de caso em empresas do setor metal-mecânico brasileiro.** 2007. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

WCM. **KAIZEN DEFINITION: The zen of doing it better, and making it better.** *World Class Manufacturing*. Disponível em: <<http://wcm.nu/Kaizen/kaizen.html>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. **Value stream mapping.** *Manufacturing Engineering, Dearborn*, vol. 136, n.5, p. 145, Maio/2006.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

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

**APÊNDICE A - DOCUMENTO AUXILIAR AO INSTRUMENTO  
DE COLETA DOS DADOS**



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

***BENCHMARKING* ENXUTO AMBIENTAL: UM MÉTODO  
PARA DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS E PERFORMANCES  
APLICADO AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS**

**Pesquisador:** Roberto Luiz Tomelero, Eng.

[rtomelero@gmail.com](mailto:rtomelero@gmail.com)

(55) 9626-7653

**Orientador:** Professor João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

[jcarlos@emc.ufsc.br](mailto:jcarlos@emc.ufsc.br)

<b>PERFIL E DADOS DA EMPRESA</b>
----------------------------------

<b>Nome:</b>			
<b>Cidade:</b>		<b>Estado:</b>	
<b>Porte:</b>		<b>Nº de funcionários:</b>	
<b>Entrevistado(s):</b>		<b>Cargo(s):</b>	
<b>Faturamento anual (R\$):</b>			
<b>Tipo de capital:</b>			
<b>Produção para mercado externo (%):</b>			
<b>Sistemas de gestão da qualidade implantados:</b>			
<b>Leiaute(s) de produção para os processos de usinagem utilizados:</b>			
<b>Tipos de produtos fabricados:</b>			
<b>Principais processos de usinagem utilizados:</b>			
<b>Nº de máquinas convencionais:</b>			
<b>Nº de máquinas CNC:</b>			
<b>Orçamento anual para aquisição de ferramentas de corte (R\$), considerando os últimos 12 meses:</b>			
<b>Consumo anual com ferramentas de corte (R\$), considerando os últimos 12 meses:</b>			

## INDICADORES DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

<b>Indicadores de Planejamento Estratégico</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PE-01</b>	Indicadores de Desempenho e Metas		
<b>PE-02</b>	Relacionamento com Fornecedores		
<b>PE-03</b>	Terceirização		
<b>PE-04</b>	Estratégia de Gestão Ambiental		
<b>PE-05</b>	Seleção de Ferramentas que usam QRF ou MQF		
<b>Performances</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PE-06</b>	Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes		
<b>PE-07</b>	Descarte e Reciclagem de Ferramentas		
<b>PE-08</b>	Reaproveitamento de Ferramentas		
<b>PE-09</b>	Remanufatura de Ferramentas		
<b>PE-10</b>	Inventário de Ferramentas e Máquinas		
<b>PE-11</b>	Padronização de Ferramentas		
<b>PE-12</b>	Racionalização de Ferramentas		
<b>PE-13</b>	Índice de Pedidos Recebidos no Prazo		

### COMENTÁRIOS:

## INDICADORES DE PLANEJAMENTO TÉCNICO

<b>Indicadores de Planejamento Técnico</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PT-01</b>	Banco de Dados de Usinagem		
<b>PT-02</b>	Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação		
<b>PT-03</b>	Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte		
<b>PT-04</b>	Definição da Vida das Ferramentas		
<b>PT-05</b>	Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas		
<b>PT-06</b>	Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida		
<b>Performances</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PT-07</b>	Percentual de Ferramentas Identificadas		
<b>PT-08</b>	Índice de Quebras de Ferramentas		
<b>PT-09</b>	Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas		
<b>PT-10</b>	Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas		

### COMENTÁRIOS:

## INDICADORES DE PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

<b>Indicadores de Planejamento Logístico</b>			
<b>Práticas</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PL-01</b>	Armazenamento de Ferramentas		
<b>PL-02</b>	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas		
<b>PL-03</b>	Alocação de Ferramentas		
<b>PL-04</b>	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas		
<b>PL-05</b>	Inspeção e Manutenção de Ferramentas		
<b>PL-06</b>	Estratégia de Movimentação de Ferramentas		
<b>PL-07</b>	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)		
<b>Performances</b>		<b>Avaliação</b>	<b>(%)</b>
<b>PL-08</b>	Percentual de Armazenamento de Ferramentas		
<b>PL-09</b>	Índice de Paradas Não Programadas		
<b>PL-10</b>	Rastreabilidade de Ferramentas		
<b>PL-11</b>	Percentual de Tempo de <i>Setup</i>		
<b>PL-12</b>	Grau de Obsolescência de Ferramentas		

**COMENTÁRIOS:**