



COMPROMETIDA COM A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA E DAS CIÊNCIAS MECÂNICAS

7º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO
7th BRAZILIAN CONGRESS ON MANUFACTURING ENGINEERING
20 a 24 de maio de 2013 – Penedo, Itatiaia – RJ - Brasil
May 20th to 24th, 2013 – Penedo, Itatiaia – RJ – Brazil

BENCHMARKING ENXUTO PARA O DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS E PERFORMANCES DE EMPRESAS COM RELAÇÃO AO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS INCLUINDO ASPECTOS AMBIENTAIS

Roberto Luiz Tomelero¹, rltomelero@gmail.com
João Carlos Espíndola Ferreira¹, j.c.ferreira@ufsc.br

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. Engenharia Mecânica, Florianópolis, SC, 88040-900, Brasil

Resumo: As empresas 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 artigo está relacionado aos problemas enfrentados por essas empresas 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, por meio 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, este trabalho apresenta um método para a realização de um diagnóstico de práticas e performances do gerenciamento de ferramentas de usinagem de empresas que trabalham com tais ferramentas em seus meios produtivos. São abordados aspectos estratégicos, técnicos e logísticos, e em especial no que se refere ao gerenciamento focado na Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing) 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 observa-se 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.

1. INTRODUÇÃO

Entre os processos de fabricação existentes atualmente, os processos de usinagem estão entre os mais importantes na manufatura de peças. 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. 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).

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).

Diante deste cenário, há muitas pesquisas que mostram de forma evidente o descaso das empresas em relação às ferramentas de usinagem. 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, pré-requisitos e quais etapas são necessárias para um gerenciamento efetivo de ferramentas de usinagem, de maneira 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, em que o reconhecimento da situação atual, por meio 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.

Neste contexto, este trabalho apresenta 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 (Seibel, 2004), 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.

2. MÉTODO BENCHMARKING ENXUTO AMBIENTAL

O método *Benchmarking* Enxuto Ambiental (BEA), proposto neste artigo, é um método desenvolvido com base no conceito de *benchmarking*, aproveitando a estrutura e forma de análise do método *Benchmarking* Enxuto (BME) (Seibel, 2004). O método busca 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 BME (Seibel, 2004) é um método de diagnóstico com objetivo de gerar informações para subsidiar o planejamento estratégico da implantação da Manufatura Enxuta (ME) na empresa.

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 Fig. (1), 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 (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.

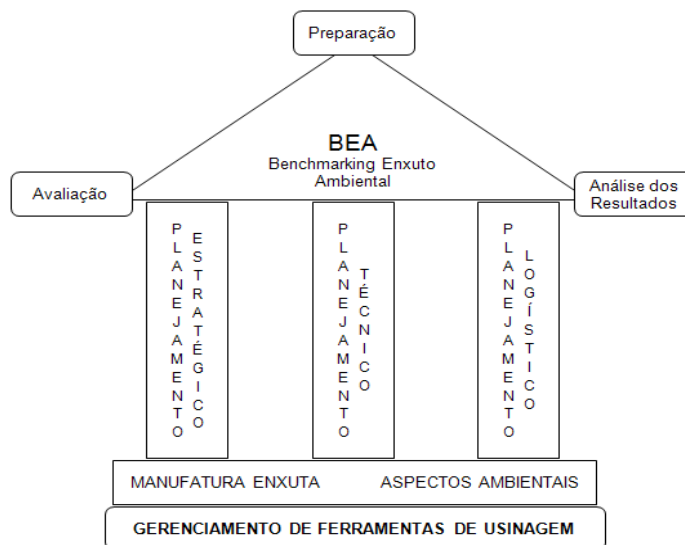


Figura 1. Método BEA.

Na etapa de *Preparação* há a formação do grupo de trabalho e são estabelecidas todas as condições necessárias para iniciar o diagnóstico. Na etapa de *Avaliação* são medidos os 35 indicadores que compõem o método BEA, por meio de um instrumento de coleta de dados que se apresenta em forma de questionário. Na avaliação de cada indicador

se trabalha com um sistema de pontuação que varia de 1 a 5, onde a nota 1 equivale a um nível básico (20%) a nota 3 equivale a um nível intermediário (60%), e a nota 5 equivale a excelência (100%) de prática ou performance. E a etapa de *Análise dos Resultados* consiste em apresentar e analisar os resultados alcançados com subsídio gráfico, para a discussão em relação à adoção das práticas implantadas e das performances obtidas.

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 Fig. (2), 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.

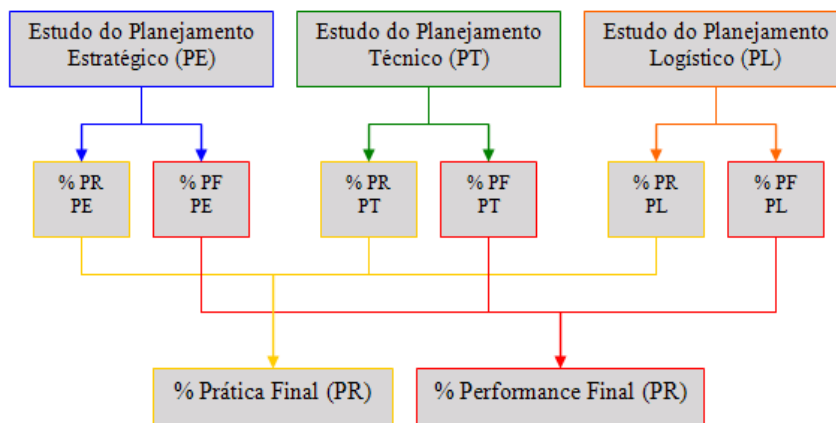


Figura 2. Resultados finais de prática e performance.

2.1. Indicadores que Compõem o Método BEA

Como forma de avaliar as empresas em relação à gestão das ferramentas de usinagem, foi proposto o estudo de 35 indicadores, divididos nas variáveis Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico. E estes foram divididos em Práticas e Performances, os quais são apresentados nas Tabelas (1), (2) e (3).

3. APLICAÇÃO DO MÉTODO BENCHMARKING ENXUTO AMBIENTAL

Inicialmente, referente à amostra de empresa participantes da pesquisa, como forma de selecionar foi estabelecido que, preferencialmente, fossem empresas que possuíssem experiência e conhecimentos desenvolvidos na área de gerenciamento de ferramentas de usinagem. O motivo para isso teve o intuito de: (a) verificar na prática que atividades essas empresas estão desenvolvendo; (b) como as empresas estão aplicando e que resultados têm alcançado; (c) verificar a opinião dos profissionais que trabalham nessas empresas, e que possuem experiência na gestão de ferramentas de usinagem, quanto ao método de diagnóstico proposto, 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, nove (56,25%) aceitaram e participaram, onde destas, uma (11%) é do Rio Grande do Sul, cinco (56%) de Santa Catarina, duas (22%) do Paraná, e uma (11%) de São Paulo. Em relação ao porte das mesmas, 78% são empresas de grande porte e 22% de médio porte.

Com relação a algumas características gerais das empresas, o número de funcionários varia de 350 a 23.800. Quanto às certificações implantadas, 100% possuem a certificação ISO 9001, e apenas uma não possui a certificação ISO 14001, referente à gestão ambiental. Das empresas que fabricam peças automotivas, que representam 67% da pesquisa realizada, possuem certificação ISO TS-16949 (norma para os sistemas de Gestão da Qualidade, visando proporcionar a melhora contínua, enfatizando a prevenção de defeitos e a redução de variação e desperdício na cadeia de fornecimento do setor automotivo). Quanto ao leiaute de produção dos processos de usinagem, a maior parte das empresas (89%) possui leiaute em células de manufatura. Quanto às máquinas-ferramenta, observa-se que 100% das empresas que participaram da pesquisa utilizam máquinas convencionais, além das máquinas CNC. Os principais processos de usinagem utilizados pelas empresas pesquisadas são: torneamento, fresamento, furação, mandrilamento, alargamento, rosqueamento, brochamento, retificação, brunimento, corte a laser e polimento.

Quanto às principais características econômicas das empresas, para as 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, para 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, e o consumo com ferramentas de usinagem, também considerando os últimos 12 meses, varia de 500 mil até 7 milhões de reais.

Tabela 1. Indicadores de planejamento estratégico que compõem o método BEA.

Indicadores de Planejamento Estratégico		
Práticas		Descrição
PE-01	Indicadores de Desempenho e Metas	Mede o desenvolvimento de indicadores de desempenho e metas para as atividades de gestão de ferramentas de usinagem.
PE-02	Relacionamento com Fornecedores	Avalia a existência de critérios para compra de novas ferramentas e alianças estratégicas com fornecedores.
PE-03	Terceirização	Avalia a realização de estudos e estabelecimento de critérios relativos às atividades de terceirização.
PE-04	Estratégia de Gestão Ambiental	Mede a existência de uma estratégia para a gestão dos aspectos ambientais relacionados ao uso de ferramentas de usinagem.
PE-05	Seleção de Ferramentas que usam QRF (Quantidade Reduzida de Fluido) ou MQF (Mínima Quantidade de Fluido)	Mede a realização de pesquisas para seleção, desenvolvimento e testes para substituição, em parceria com fabricantes de ferramentas, de ferramentas que usam QRF ou MQF.
Performances		Descrição
PE-06	Tratamento de Fluidos Lubri-Refrigerantes	Mede a quantidade dos fluidos lubri-refrigerantes que são descartados adequadamente após serem inutilizados.
PE-07	Descarte e Reciclagem de Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas que após o fim da sua vida útil são descartadas e recicladas de maneira adequada.
PE-08	Reaproveitamento de Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas que são reaproveitadas dentro da empresa para processamento de outros produtos.
PE-09	Remanufatura de Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas em que são realizadas operações de remanufatura.
PE-10	Inventário de Ferramentas e Máquinas	Mede a frequência em que são realizados inventários e em que quantidade de ferramentas e máquinas.
PE-11	Padronização de Ferramentas	Mede a variedade de ferramentas usadas pela empresa em relação a cada <i>feature</i> a ser usinada, para cada peça.
PE-12	Racionalização de Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas que são fornecidas <i>Just in Time</i> , do estoque para a produção.
PE-13	Índice de Pedidos Recebidos no Prazo	Mede a pontualidade da entrega dos pedidos de compras e serviços de terceirização de ferramentas de usinagem.

Alguns dos produtos fabricados pelas empresas são: peças automotivas, compressores de ar, motobombas, lavadoras, ferramentas, motores elétricos, painéis elétricos, geradores, transformadores, turbinas hidráulicas, conexões de ferro, granalhas de aço, veículos de passeio e de carga, servo-acionamentos, bombas e motores de engrenagem, redutores planetários, sensores, válvulas e cilindros hidráulicos, centros de usinagem, máquinas-ferramenta especiais, sistemas *transfer*, sistemas flexíveis, soluções de sistemas, máquinas de montagem, plataformas de descarga de granéis, equipamentos para empilhadeira, guas florestais, niveladoras de docas, empilhadeira manual, entre outros.

A metodologia utilizada para a aplicação do método BEA nas empresas pesquisadas é dividida em 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.

Terceira Etapa: Consistiu na aplicação do método BEA nas empresas. 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. Na maioria das empresas pode-se entrevistar mais de um profissional, cada um responsável pela gestão de algumas atividades envolvendo ferramentas de usinagem, onde as informações foram registradas de maneira manuscrita. No total, foram 21 pessoas as quais ocupam nível gerencial, de liderança/supervisão, e/ou operacional. 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. O tempo das entrevistas em todas as empresas foi igual 22,5 horas, resultando em uma média de 2,5 horas por empresa.

Tabela 2. Indicadores de planejamento técnico que compõem o método BEA.

Indicadores de Planejamento Técnico		
Práticas		Descrição
PT-01	Banco de Dados de Usinagem	Avalia a existência de um banco de dados de usinagem contendo informações relevantes referentes às atividades do gerenciamento de ferramentas.
PT-02	Identificação de Ferramentas e Dispositivos de Fixação	Avalia a existência de modelos de codificação para identificar as ferramentas e dispositivos de fixação.
PT-03	Seleção de Ferramentas, Máquinas e Parâmetros de Corte	Avalia a existência de uma estratégia para realizar a seleção de ferramentas individuais, montagens de ferramentas, máquinas e parâmetros de corte.
PT-04	Definição da Vida das Ferramentas	Avalia a existência de uma estratégia com critérios para definir o fim da vida de cada ferramenta.
PT-05	Controle, Análise e Prevenção de Quebras de Ferramentas	Avalia a realização de um controle, análise e prevenção de quebras de ferramentas.
PT-06	Redução de Custos com Ferramentas por Peça Produzida	Avalia a realização de atividades de análise e melhoramento dos processos de usinagem, objetivando a redução do custo com ferramentas por peça produzida.
Performances		Descrição
PT-07	Percentual de Ferramentas Identificadas	Mede a quantidade de ferramentas e dispositivos de fixação que são identificados corretamente pela empresa.
PT-08	Índice de Quebras de Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas que quebram durante o processamento de produtos em relação ao total de ferramentas em operação dentro da fábrica.
PT-09	Paradas não Programadas Devido a Quebras de Ferramentas	Mede a frequência com que a produção é interrompida devido a quebras de ferramentas.
PT-10	Manutenção e Atualização dos Dados das Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas que possuem dados armazenados e atualizados, relevantes ao sistema produtivo.

Quarta Etapa: Depois de realizada a pesquisa e coletadas as informações referentes a cada indicador que compõe o método BEA, fora das empresas foi realizada a análise, avaliando-se cada indicador de acordo com as informações coletadas em cada empresa. A nota de cada indicador foi lançada em um arquivo Microsoft Excel® para realizar a compilação dos resultados e gerar os gráficos utilizados para analisar o desempenho das empresas.

Quinta Etapa: Após a compilação dos resultados para cada empresa pesquisada, o método 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 pelos autores, para cada indicador, estavam de acordo com que a empresa estava aplicando.

Sexta Etapa: Após esta análise, cada empresa enviou de volta aos autores informando se concordava ou não com o resultado, juntamente com a opinião sobre o método proposto. Caso a empresa tenha discordado de alguma nota atribuída, a mesma retornou informando qual a nota mais adequada juntamente com a justificativa.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Fig. (3) apresenta para cada empresa pesquisada, o resultado geral de práticas e performance obtido e qual o quadrante onde as mesmas foram classificadas, sendo que 89% (oito) foram classificadas no quadrante I, e apenas 11% (uma) foi classificada no quadrante III. A média da classificação das empresas ficou no quadrante I, 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**. A média de práticas e performance foi, 73,5% e 74%, e 73,4% e 79,3%, para as empresas de médio e grande porte respectivamente.

O resultado de que a maior parte das empresas ficaria posicionada no quadrante I 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.

Tabela 3. Indicadores de planejamento logístico que compõem o método BEA.

Indicadores de Planejamento Logístico		
Práticas		Descrição
PL-01	Armazenamento de Ferramentas	Avalia a existência de uma estratégia para o armazenamento de ferramentas.
PL-02	Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas	Avalia a tomada de decisões de planejamento e controle dos estoques de ferramentas, e em que quantidade elas são armazenadas.
PL-03	Alocação de Ferramentas	Avalia a existência de uma estratégia para alocação dos componentes e montagens de ferramentas junto às máquinas-ferramentas.
PL-04	Preparação, Montagem e Desmontagem de Ferramentas	Identifica a prática de um programa de preparação, montagem e desmontagem adequado das ferramentas antes e após o uso na produção.
PL-05	Inspeção e Manutenção de Ferramentas	Avalia a existência de uma estratégia para inspeção e manutenção das ferramentas.
PL-06	Estratégia de Movimentação de Ferramentas	Avalia a existência de uma estratégia de movimentação das ferramentas entre o estoque ou sala de ferramentas e o estoque circulante.
PL-07	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	Avaliar o desenvolvimento de práticas relacionadas à redução dos tempos de preparação de máquina (<i>setup</i>).
Performances		Descrição
PL-08	Percentual de Armazenamento de Ferramentas	Mede quanto do estoque de ferramentas é conhecido e armazenado de maneira adequada pela empresa.
PL-09	Índice de Paradas Não Programadas	Mede a frequência com que a produção é interrompida ou não realizada no período estabelecido, devido ao não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas.
PL-10	Rastreabilidade de Ferramentas	Mede o conhecimento, em tempo real, da 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.
PL-11	Percentual de Tempo de <i>Setup</i>	Mede quanto do tempo total disponível das máquinas-ferramentas que se gasta com a atividade de <i>setup</i> para entrada de novos lotes.
PL-12	Grau de Obsolescência de Ferramentas	Mede a quantidade de ferramentas obsoletas que a empresa possui em estoque.

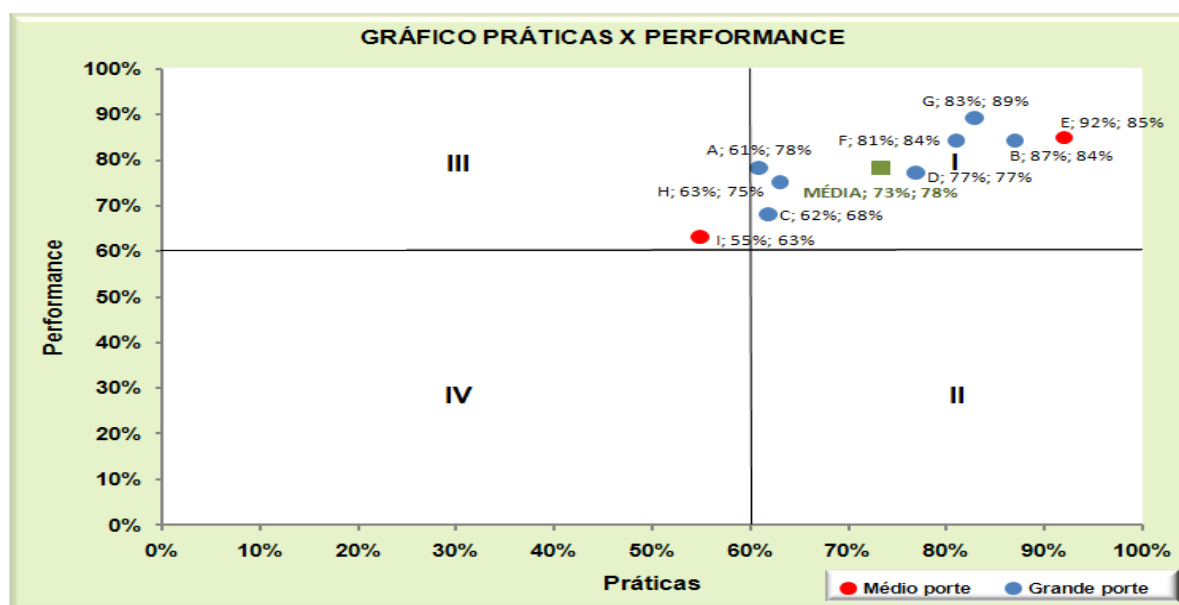


Figura 3. Gráfico geral de práticas x performance das empresas pesquisadas.

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. Empresas posicionadas no quadrante III 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.

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.

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 ser 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.

Ao se estratificar estes valores médios em práticas e performance para cada variável que compõe o gerenciamento de ferramentas de usinagem, pode-se obter o gráfico Radar, conforme apresentado na Fig. (4).

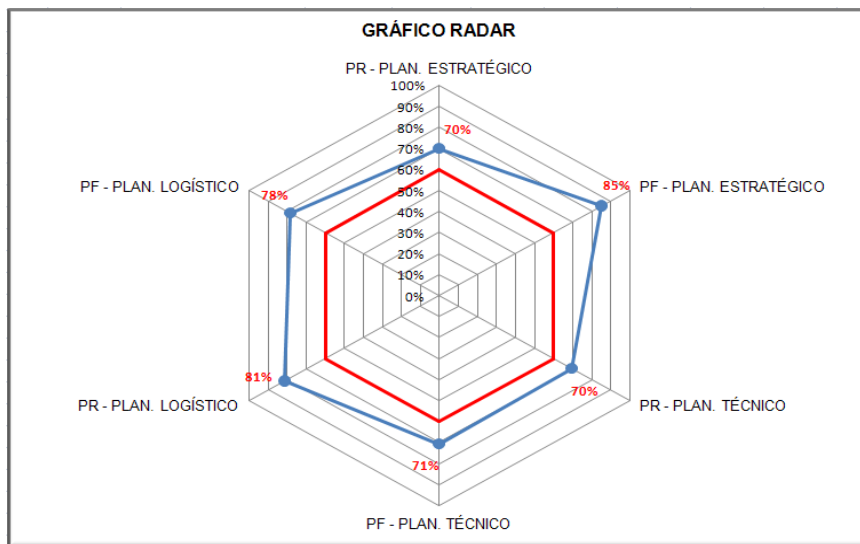


Figura 4. Gráfico radar com a média das empresas pesquisadas.

O resultado obtido pelas empresas participantes deste trabalho 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.

Ainda analisando o gráfico radar, observa-se que o melhor resultado da média das empresas foi quanto à 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.

4.1. Análise das variáveis que compõem método BEA

A primeira variável analisada é o Planejamento Estratégico, onde observando o gráfico na Fig. (5), 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. Como destaque, observa-se os resultados dos indicadores de performance, PE-06, PE-07, PE-08 e PE-09, os quais mostram que todas as empresas pesquisadas estão engajadas e preocupadas com o melhor aproveitamento dos recursos gastos com usinagem de peças e também com a preservação do meio ambiente, realizando o tratamento e descarte adequado aos fluidos lubri-refrigerantes, assim como o descarte e reciclagem correta das ferramentas após o fim da vida útil, e máximo reaproveitamento e remanufatura das ferramentas, quando aplicável.

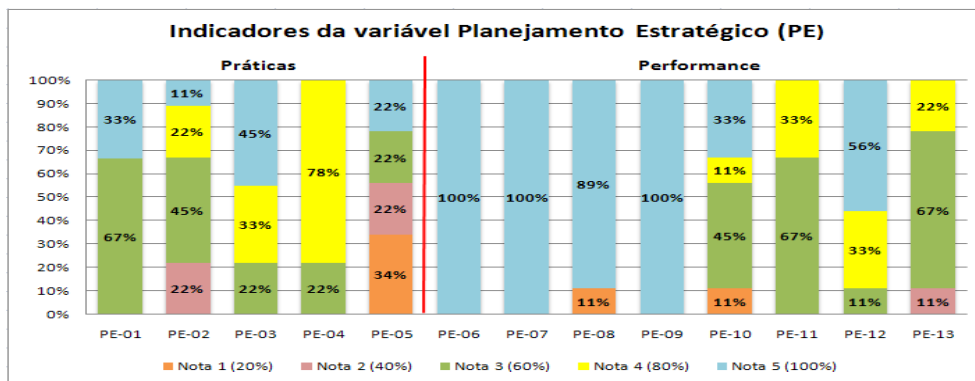


Figura 5. Gráfico de barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável planejamento estratégico.

A segunda análise realizada refere-se aos indicadores da variável Planejamento Técnico, onde observando o gráfico na Fig. (6), referente às Práticas adotadas pelas empresas, 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. No indicador PT-01 (Banco de Dados de Usinagem), 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 o gerenciamento de ferramentas de usinagem, integrado a todos os setores envolvidos, porém ainda não utilizam todo o potencial do *software*. Como destaque, observa-se o indicador PT-07 (Percentual de Ferramentas Identificadas), onde em 89% (oito) das empresas mais de 95% das ferramentas e dispositivos de fixação existentes são identificados de maneira adequada, aliado a um banco de dados informatizado e atualizado.

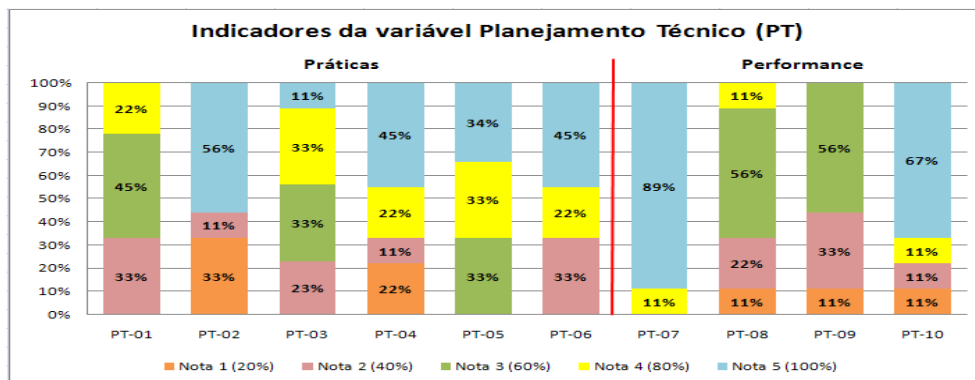


Figura 6. Gráfico de barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável planejamento técnico.

A terceira e última análise realizada refere-se aos indicadores da variável Planejamento Logístico, onde observando o gráfico na Fig. (7), 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.

Como destaque, observa-se os indicadores PL-02, PL-08 e PL-09, onde na maior parte das empresas a nota foi máxima. No indicador PL-02 (Planejamento e Controle do Estoques de Ferramentas), 89% (oito) das empresas tiveram nota 5 (100% de práticas). Apenas uma das empresas pesquisadas não realiza decisões de planejamento e controle de estoques de ferramentas utilizando *software* de apoio e dados atualizados em todos os itens do estoque 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 indicador PL-08 (Percentual de Armazenamento de Ferramentas), 78% (sete) das empresas 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. No indicador PL-09 (Índice de Paradas Não Programadas), 78% (sete) das empresas não apresentam interrupções da produção decorrentes do não conhecimento da localização e disponibilidade das ferramentas.

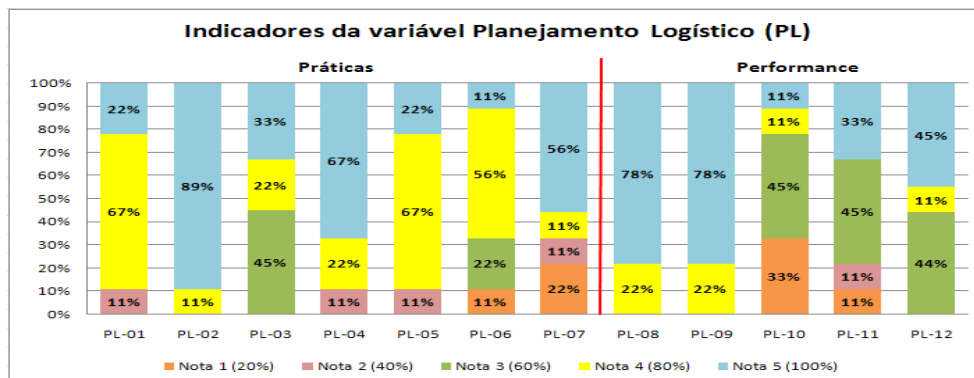


Figura 7. Gráfico de barras contendo a média das notas das empresas pesquisadas para cada indicador da variável planejamento logístico.

5. CONCLUSÕES

Além dos bons resultados obtidos pelas empresas, o método BEA contribuiu com as mesmas quanto ao esclarecimento das diversas atividades que envolvem a gestão de ferramentas de usinagem, 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. Conforme os entrevistados, o método BEA é uma fonte rica de informações e que irá ajudar significativamente no sentido de orientar a empresa na busca da excelência quanto a esta filosofia.

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.

Uma conclusão interessante desta pesquisa é que as empresas muitas vezes possuem metodologias diferentes de trabalho para cada atividade que envolve o gerenciamento de ferramentas de usinagem, contudo a maior parte delas obtém resultados muito bons. Isto 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. Desta forma, o método BEA 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 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 resultados muito bons, 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.

Por fim, além de realizar um diagnóstico das três áreas que compõem o gerenciamento de ferramentas de usinagem, ou seja, Planejamento Estratégico, Planejamento Técnico e Planejamento Logístico, 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.

6. REFERÊNCIAS

- Boehs, L., 2002, “Gerenciamento de ferramentas de corte na teoria e na prática”, Revista Máquinas e Metais. p. 202-217.
- Castro, P.R.A., 2005, “O que é exatamente o gerenciamento de ferramentas”, Revista Máquinas e Metais. Ed. Aranda, Ano XLI, n. 470, p.108-126.
- Plute, M., 1998, “*Tool management strategies*”, Hansen Gardner, Cincinnati, EUA.
- SEIBEL, S, 2004, “**Um modelo de benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira**” 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Tani, G., 1997, “Gerenciamento de ferramentas em sistemas de manufatura equipados com máquinas CNC”, Revista Máquinas e Metais, p. 46-56.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

LEAN BENCHMARKING FOR THE DIAGNOSIS OF PRACTICES AND PERFORMANCES OF COMPANIES WITH REGARD TO THE MANAGEMENT OF CUTTING TOOLS INCLUDING ENVIRONMENTAL ASPECTS

Roberto Luiz Tomelero¹, rltomelero@gmail.com
João Carlos Espíndola Ferreira¹, j.c.ferreira@ufsc.br

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. Engenharia Mecânica, Florianópolis, SC, 88040-900, Brasil

Abstract: *Manufacturing companies, to remain competitive, produce many different products to meet market demand, and to achieve that many resources are needed, among which include cutting tools. This paper is related to the problems faced by these companies in various activities involving the use of cutting tools, including purchase, storage, database development, selection, allocation, inspection, preparation, inventory control, recycling, and disposal, among others. The management of cutting tools is one strategy that seeks to contribute to all these activities, and an important moment is the initial phase of the deployment project, where the recognition of the current situation through a diagnosis, is the starting point for planning the deployment and realization of continuous improvement measures. The production managers highlight the lack of procedures containing metrics and targets that would show them whether the company is or is not able to perform an efficient management, and if they are capable of supporting the deployment process. In this context, this paper presents a method for performing a diagnostic of practices and performances of management of cutting tools in companies that work with such tools. Strategic, technical and logistical aspects are addressed, and in particular with regard to management focused on Lean Manufacturing and environmental aspects related to this strategy. Field surveys were performed in nine companies in the metal-mechanical sector, inspired by the Lean Benchmarking method, which has already been applied in some case studies in the literature. Of the nine companies surveyed, two are medium-sized, whereas seven are large-sized, and among all of them eight had high levels of practices and performance (above 60%), and only one company had low level regarding practices (below 60%) and high performance. With the application of the developed method, it was noticed that, regarding 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 better utilization of resources spent for machining parts.*

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

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.