

CONTRIBUIÇÃO DO *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* NA EXECUÇÃO DE PRIORIDADES COMPETITIVAS EM EMPRESAS DE MANUFATURA

CONTRIBUTION OF *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* IN THE EXECUTION OF COMPETITIVE PRIORITIES IN MANUFACTURING COMPANIES

Elisandro João de Vargas** E-mail: elisandro_vargas@hotmail.com

Miguel Afonso Sellitto* E-mail: sellitto@unisinós.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS

Resumo: O objetivo deste artigo é analisar os resultados que a implantação de um sistema de informação do tipo MES (*Manufacturing Execution System*) pode trazer a empresas de manufatura. O método de pesquisa foi o estudo de caso múltiplo. Foram estudadas duas empresas de médio porte (X e Y), com características diferentes de produto e processo, com implantações do MES, durando sete e dez anos. Os resultados apontam que entre 2011 a 2014 ocorreu melhora nas prioridades competitivas custo e entrega para a empresa X e qualidade, custo e entrega para a empresa Y. Os principais resultados observados e que podem ser atribuídos às implantações do MES são: em X, aumento no tempo de máquina operando em 32%, redução do *lead time* em 47,6% e custos de fabricação em 9,7%; em Y, redução dos rejeitos em 52,6%, custos de fabricação em 8,7% e no *lead time* em 20%.

Palavras-chave: *Manufacturing Execution System*. Prioridade Competitiva. Gerenciamento de Recursos. Gestão de Operações. Sistema de Informação.

Abstract: The aim of this paper is to analyze the results that the implementation of an information system type MES (*Manufacturing Execution System*) can bring to manufacturing companies. The research method was the multiple case study. Two medium-sized companies were studied (X and Y) with different characteristics of product and process, with implementation of MES lasting seven to ten years. The results show that through 2011-2014 there was an improvement in the competitive priorities cost and delivery to company X and quality, cost and delivery to company Y. The main results observed which can be attributed to the MES implementation are: X, increase time machine operating at 32% reduction in 47.6% lead time and manufacturing costs at 9.7%; Y, reduction in waste of 52.6%, manufacturing costs at 8.7% and the lead time by 20%.

Keywords: *Manufacturing Execution System*. Competitive Priorities. Resource Management. Operations Management. Information System.

1 INTRODUÇÃO

A implantação de sistemas de informação (SI) ainda é, em 2016, importante para a obtenção de resultados, pois pode gerar melhorias nos processos e na execução das estratégias das empresas (BERCHET; HABCHI, 2005), auxiliando no aumento da produtividade nas plantas industriais (ZAYATI *et al.*, 2012) e na captura das necessidades dos clientes e oferta de novos produtos e serviços (TEECE, 2010). SI podem ser considerados aspectos essenciais para a competitividade em algumas indústrias (MIRCHANDANI; LEDERER, 2014).

É possível identificar SI que possibilitem obter maior controle e produtividade nas empresas (ESCOBAR *et al.*, 2015). Um tipo de SI que pode conferir significativo apoio no controle da execução da manufatura é o MES (*Manufacturing Execution System* – Sistemas de Execução da Manufatura) (UGARTE *et al.*, 2009). MES pode preencher a lacuna entre o ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento dos Recursos da Empresa) e os demais recursos da manufatura, contribuindo para a gestão das atividades de gerenciamento fabril (MCCLELLAN, 2001; NEVES *et al.*, 2015; ZHANG *et al.*, 2009), podendo ser considerado elemento estratégico na obtenção de resultados (MESA, 2015; NAEDELE *et al.*, 2015; VANDERLEI *et al.*, 2009).

Uma estratégia pode ser entendida como uma escolha entre alternativas (TEIXEIRA *et al.*, 2014), tal como ocorre em gestão das operações de manufatura (WHEELWRIGHT, 1984). Essa escolha deve incorporar as necessidades de consumidores e pode ser expressa sob a forma de prioridades competitivas (CHEN *et al.*, 2015). Prioridades competitivas são guias para a indicação das áreas de decisão e implementação de práticas de produção (JABBOUR; ALVES FILHO, 2010). O MES pode ajudar as empresas industriais a identificar e obter melhores resultados em suas prioridades competitivas, pois oferece meios alternativos aos planos de processos, proporcionando melhorias no método de decisão (NONAKA *et al.*, 2012).

Nesse sentido, esta pesquisa visa a diminuir as carências de estudos cujos objetivos sejam entender como o sistema MES pode auxiliar empresas na obtenção de melhores resultados para o suporte das suas prioridades competitivas. Essa lacuna foi identificada por Neves *et al.* (2015) e Neves (2011), que apontaram as restritas quantidades de estudos voltados a este assunto. Também busca estudar alternativas que possam melhorar e desenvolver os recursos considerados estratégicos que possibilitem apoiar as prioridades competitivas da empresa (GOHR; SILVA, 2015). Por fim, este estudo vale-se das considerações de Neuhaus *et al.* (2014), segundo as quais gastos envolvidos com a implantação do MES em conjunto com o ERP podem ser recuperados em pouco tempo.

Nessa perspectiva, o objetivo deste artigo é analisar os resultados que a implantação do MES pode trazer para empresas de manufatura. O método de pesquisa foi o estudo de dois casos. Foram estudadas (entre 2011 e 2014) duas empresas (X e Y), com características diferentes de produto e processo, com implantações do MES de sete e dez anos, respectivamente. Os objetivos específicos são: (i) identificar as características dos sistemas MES; (ii) identificar a principal ou principais prioridades competitivas das empresas; e, (iii) identificar os resultados do MES como impulsionador das prioridades competitivas. Os resultados demonstram que o MES auxiliou as empresas na melhoria de algumas prioridades competitivas: custo e entrega para a empresa X e qualidade, custo e entrega para a empresa Y.

As demais partes do artigo estão estruturadas em: revisão bibliográfica; metodologia; resultados e discussão dos casos; e, considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão aborda temas relacionados ao MES e prioridades competitivas. O MES é definido como um instrumento de controle aplicado na manufatura que possibilita visualizar e obter informações dos processos *online* e que podem proporcionar melhor eficiência operacional (VANDERLEI *et al.*, 2009). As prioridades competitivas caracterizam as competências de desempenho em que a função produção deverá se concentrar para prover sustentação à estratégia do negócio da empresa (JABBOUR; ALVES FILHO, 2010; SKINNER, 1969), representando as necessidades dos clientes (CHEN *et al.*, 2015).

2.1 MES (*Manufacturing Execution System*)

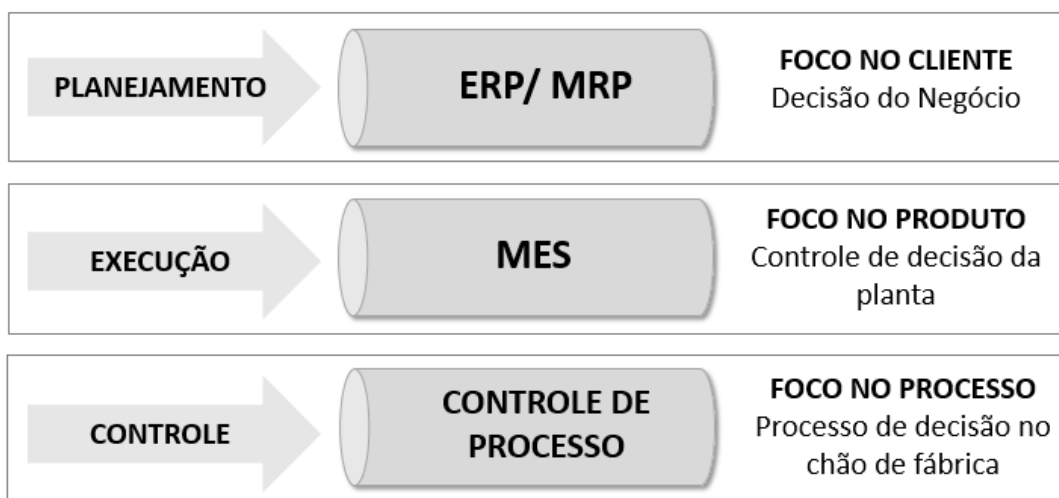
A busca pela produtividade em mercados globais impõe desafios para as empresas e exigem constantes análises e mudanças de seus processos de gestão e de obtenção de informações (ESCOBAR *et al.*, 2015). Isso exige que as empresas, principalmente de manufatura, implantem novas tecnologias que possam auxiliar na obtenção de informações e sustentar sua permanência no mundo dos negócios (CORREIA; GOMES, 2012).

A dependência de SI tem aumentado nas manufaturas em que os insumos são mais difíceis de serem obtidos e mais onerosos (MIRCHANDANI; LEDERER, 2014; UÇAKTÜRK; VILLARD, 2013). Efetivamente, SI pode promover rapidez, agilidade e segurança às transações requeridas pela manufatura, atendendo às necessidades externas do mercado e internas do chão de fábrica (BARRETO *et al.*, 2005; PEREIRA *et al.*, 2011). Pode, entre outras vantagens, auxiliar no aumento da flexibilidade e proporcionar agilidade na execução de operações (FAORO; ABREU, 2014). Sua principal utilidade reside no apoio à tomada de decisão no ambiente fabril (VANDERLEI *et al.*, 2009). Tal tipo de decisão pode requerer métodos e técnicas analíticas de apoio baseadas em análises multicritério, tais como as estudadas em Sellitto *et al.* (2006) e Rosa *et al.* (2006).

Uma importante tecnologia é o MES. O MES foi introduzido em 1990 pela AMR (*Advanced Manufacturing Research*), concebido como *software* de nível médio, alocado entre o chão de fábrica e o ERP, controlando e administrando os eventos de comunicação entre estes níveis (ZHANG *et al.*, 2009). Essa ligação é importante para a manufatura, pois permite em tempo real a coleta de dados e visualização das informações para tomada de decisão (LIU *et al.*, 2010). O MES conecta-se com outras tecnologias de informação, o que permite às empresas visualizar, analisar, comparar e inferir ações que melhorem seus resultados.

A Figura 1 demonstra essa relação.

Figura 1 – Integração entre as tecnologias de informação



Fonte: Desenvolvido pelos autores com base em MESA (2015) e ISA (2015)

A utilização de sistemas integrados ao MES é justificável pelos benefícios que são proporcionados, tais como um maior controle sobre a qualidade, perdas e custos (GAIDZINSKI, 2003; NEVES, 2011). Sistemas MES possibilitam realizar a coleta e fornecimento de informações *online* relativas ao uso dos recursos de fabricação, tais como pessoas, equipamentos ou estoques complementando a lacuna existente entre os sistemas de planejamento e controle (MCCLELLAN, 2001; NEVES *et al.*, 2015; ZHANG *et al.*, 2009). Mello e Ferreira (2014) acrescentam que o MES pode ser útil em manufatura integrada por computador para a definição de caminhos alternativos nos planos de produção proporcionando maior flexibilidade à manufatura.

O MES é controlado e monitorado pela entidade MESA (*Manufacturing Execution Systems Association*) criada no ano de 1992, cujo nome atual é *Manufacturing Enterprise Solutions Association*, representando a evolução da entidade. MESA é uma entidade que reúne globalmente diversos fabricantes e provedores de soluções que focam em informações a partir do chão de fábrica, detendo a finalidade de promover ações, programas e eventos que impulsionem o desempenho e rentabilidade das implantações MES nas empresas (MESA, 2015). Outra importante contribuição ao MES foi a ISA (*International Society of Automation*), organização sem fins lucrativos fundada em 1945, voltada ao desenvolvimento de padrões de automação. Por meio da *ISA-95 Standard*, norma que especifica as definições para o MES, apresentando modelos que elucidam a construção de sistemas MES (ISA, 2015).

Foi a MESA que desenvolveu e publicou em 1997 onze pilares para os sistemas MES, representando o conjunto de funcionalidades importantes para um sistema MES (MESA, 2015). Esses pilares permitem coletar dados, gerenciar recursos, desempenho, materiais, ordens de produção, manutenção, documentos, processos, qualidade, a obter informações para o planejamento e rastreabilidade (KLETTI, 2007; MCCLELLAN, 2001; MESA, 2015; NAEDELE *et al.*, 2015; STANO *et al.*, 2011).

Em suma, o Quadro 1 apresenta os pilares e as características do MES, de acordo com alguns autores e provedores de solução.

Quadro 1 – Os Pilares do MES e suas características

Pilares	Características
Gerenciamento de recursos	Controle, alocação, registro e visualização de <i>status</i> das estações de trabalho, ferramentas e materiais respondendo mais rapidamente aos eventos imprevistos e exceções, com maior segurança e rapidez, de maneira <i>online</i> .
Detalhamento do planejamento	Meio de interface com o planejamento, das informações das operações e sequenciamento do tempo das ordens, permitindo interface com o sistema de gestão e proporcionando maior agilidade aos serviços em resposta para os clientes.
Gerenciador de documentos	No controle de documentos, das informações relativas às ordens, produto e processo e demais informações relativas à qualidade e instrução de trabalho, reduzindo ou eliminando a geração de papelada impressa.
Gerenciador de materiais	Monitoramento das entradas de materiais e <i>Work in Process</i> (WIP), registrando e monitorando o estoque, consumo e gestão de fornecedores.
Análise de desempenho	Comparação a medição das máquinas, grupos de máquinas ou instalações em comparação com objetivos preestabelecidos, permitindo análises gerenciais e subsídios para o desenvolvimento de planos de ação.
Gerenciamento de ordens e mão de obra	Controle de definições das ordens, das liberações e permissões dos usuários em entrada e saída para os respectivos centros de trabalho, do monitoramento das habilidades, possibilitando atuar na capacitação das pessoas para atuação em determinada operação que apresentar desvio.
Gerenciamento dos serviços de manutenção	Na administração e implementação de medidas adequadas relativas ao controle e gerenciamento das instalações, máquinas e ferramentas, controle de manutenção preventiva e corretiva, índices de eficiência em manutenção e da vida útil do equipamento.
Controle de processos	Controle dos fluxos de trabalho, do previsto com o planejado, dos lotes de produção e especificações, do monitoramento dos ciclos de fabricação e do <i>lead time</i> , oportunizando dados que possam remeter à busca por redução do tempo de processamento.
Controle de qualidade	Realização da análise e monitoramento dos produtos e processos, do armazenamento, rastreamento, gerenciamento de não conformidades e controle estatístico de processo (medidas de desempenho e tendências), que assegurem ao gestor ações que melhorem a qualidade do produto.
Coleta de dados	Coleta, organização, visualização, armazenamento e processamento, eliminando ou reduzindo os tempos de entrada de dados.
Genealogia e rastreabilidade dos produtos	Identificação das origens das famílias ou grupos de peças e de todos os documentos e eventos relativos à confecção do respectivo produto.

Fonte: Adaptado de McClellan (2001), Kletti (2007), Stano *et al.* (2011), MESA (2015), Directa Automação (2015)

Demonstrando a evolução dos sistemas MES, é possível encontrar na literatura a denominação MOM (*Manufacturing Operations Management*), simbolizando o avanço das funções e conceitos do MES dentro do nível da manufatura, comunicação com sistemas de gestão, e ligação com o desenvolvimento de produtos e processos (MESA, 2015). Essa evolução do MES pode ser entendida como uma abordagem que visa a agregar em si a evolução das formas de gerenciar as operações e assim suprir as diferentes necessidades que as empresas possam requerer ao longo do tempo.

Por fim, relacionado à evolução, Neuhaus *et al.* (2014) discorrem que as empresas buscam melhorar a competitividade, principalmente em melhorias de produtos e processos, atrelados ao uso das tecnologias como o MES/MOM que dará suporte necessário para que os interesses das empresas sejam conquistados.

2.2 Prioridades Competitivas

As prioridades competitivas manifestam as necessidades dos clientes sob o olhar externo da organização do ponto de vista dos consumidores (CHEN *et al.*, 2015; JABBOUR; FILHO, 2010). Sendo ligada à competitividade de uma empresa e de sua capacidade em atender aos desejos deste mercado (CORBETT; VAN WASSENHOVE; DE CONSTANCE, 1993). Conforme esses autores, isso ocorre em um processo de construção de competências ao longo do tempo na organização que passam a sustentar a competitividade exigida pelo mercado em que a empresa está inserida, visando a construir vantagem competitiva.

Para Hayes *et al.* (2008), a obtenção de vantagem competitiva está relacionada ao estabelecimento de objetivos, de planos e direções, sendo resultante da estratégia do negócio ou empresarial (FINE; HAX, 1985). Essa vantagem competitiva é simbolizada como uma vantagem que a empresa obtém em relação aos seus concorrentes, decorrente de uma série de atividades realizadas, podendo ser, por exemplo, sob a forma de desempenho econômico superior ao da concorrência (PORTER, 1980). Outra vantagem diz respeito ao processo de alocação adequada dos recursos da empresa, provenientes das estratégias produtivas (JABBOUR; ALVES FILHO, 2010).

As estratégias produtivas podem ser encontradas em diferentes designações na literatura, sejam os termos estratégia de: manufatura; produção; ou de operações, visto que não se identifica concordância dos limites em cada definição entre os pesquisadores (VITORINO FILHO *et al.*, 2015). Contudo, cabe a estas estratégias produtivas a formação de metas, políticas e restrições que intensifiquem os elementos de gerenciamento, planejamento e execução das atividades de produção (HAYES *et al.*, 2008). Também cabe a combinação adequada dos elementos capital, energia, trabalho, técnicas e métodos existentes nos sistemas produtivos (ANTUNES JR. *et al.*, 2008). O atendimento às prioridades competitivas visa a contribuir com o adequado uso de recursos e capacidades, transformando-se em uma das principais fontes de formação de lucros e mecanismo de sustentação de vantagem competitiva sustentável.

As prioridades competitivas podem ser encontradas na literatura pelas expressões: critérios competitivos; objetivos de desempenho; fatores competitivos; e, dimensões competitivas, na relação entre necessidades dos clientes e metas de desempenho que a função produção deverá desempenhar (JABBOUR; ALVES FILHO, 2010). É possível considerar que as prioridades competitivas auxiliam na busca de eficácia em contexto amplo. Essa amplitude ocorre pela representação dos objetivos dos clientes, passando a qualificar as competências produtivas denominadas capacitações operacionais internas. As capacitações operacionais internas, por sua vez,

proporcionam suporte às prioridades competitivas, e essas o suporte às estratégias de operações que sustentam as estratégias da corporação, garantindo o atendimento eficiente no mercado em que a empresa está inserida, auxiliando na criação da vantagem competitiva.

As prioridades competitivas são motivos de estudos desde os anos de 1960, sendo Skinner (1969) o precursor. Para este autor, é importante a realização de certas escolhas em detrimento a outras; assim, introduz o conceito de *trade-off* (SKINNER, 1969, 1974), fazendo parte entre as escolhas as variáveis: qualidade produtividade, serviço e rentabilidade sobre os investimentos (SKINNER, 1969); qualidade, condições de entrega, prazo, flexibilidade (SKINNER, 1974). Miltenburg (2008) reforça a necessidade da realização de escolhas entre as prioridades, abordando em seu estudo os critérios: entrega, custos, flexibilidade, qualidade, *performance* do produto. Paralelamente, Slack, Chambers e Johnston (2009) estabeleceram cinco prioridades competitivas: custo, qualidade, rapidez ou velocidade, confiabilidade e flexibilidade. Jabbour e Alves Filho (2010) identificam como principais critérios: custo, flexibilidade, qualidade e entrega. Borchardt *et al.* (2008, 2010) inseriram inovação e base tecnológica como elementos capazes de sustentar a competição em manufatura. Em seu estudo, Gohr e Silva (2015) identificam: preço, formas de pagamento, segurança dos produtos, confiabilidade nos prazos de entrega e agilidade no atendimento e entrega.

O Quadro 2 ilustra as principais prioridades competitivas e seus respectivos significados, compilando as prioridades abordadas por grande parte dos autores citados. Nesse sentido, este estudo analisará as prioridades competitivas: custo, qualidade, flexibilidade, entrega e inovação.

Quadro 2 – Prioridades competitivas e seus significados

(continua)

Prioridades Competitivas	Significados
Custo	Capacidade de reduzir o custo de produzir o produto; Oferta de produtos e serviços com menor preço que seus concorrentes.
Qualidade	Promover baixa taxa de rejeitos e defeitos; Disponibilidade de produtos manufaturados de acordo com os padrões preestabelecidos (conformidade); Oferta de produtos com baixa probabilidade de falhas em seu funcionamento (confiabilidade); Oferecer produtos com finalidades e características melhores que a de seus concorrentes com alto desempenho.
Flexibilidade	Realizar mudanças rápidas no <i>mix</i> de produtos; Habilidade de mudanças nas datas de entrega; Prover mudanças rápidas de volumes de produção frente a flutuações de demanda; Introdução de novos projetos, de novos produtos e melhorias dos existentes de maneira rápida; Disponibilidade de ampla gama de produtos.

Quadro 2 – Prioridades competitivas e seus significados

(conclusão)

Prioridades Competitivas	Significados
Entrega	Proporcionar menor tempo de entrega do produto; Atender aos pedidos, em quantidades e datas especificadas.
Inovação	Criar produto, serviço ou processo novo que oportunize maior competitividade, entregando a clientes características até então inéditas na indústria.

Fonte: Adaptado pelos Autores de Jabbour e Alves Filho (2010); Borchardt, Sellitto e Pereira (2008, 2010); Miltenburg (2008).

Elas servirão de ponto de discussão para que se identifiquem entre as cinco, qual ou quais prioridades foram e atualmente são as mais importantes para cada empresa. Com base nisso, possibilitar analisar os resultados que a implantação do MES pode trazer para as empresas de manufatura.

3 METODOLOGIA

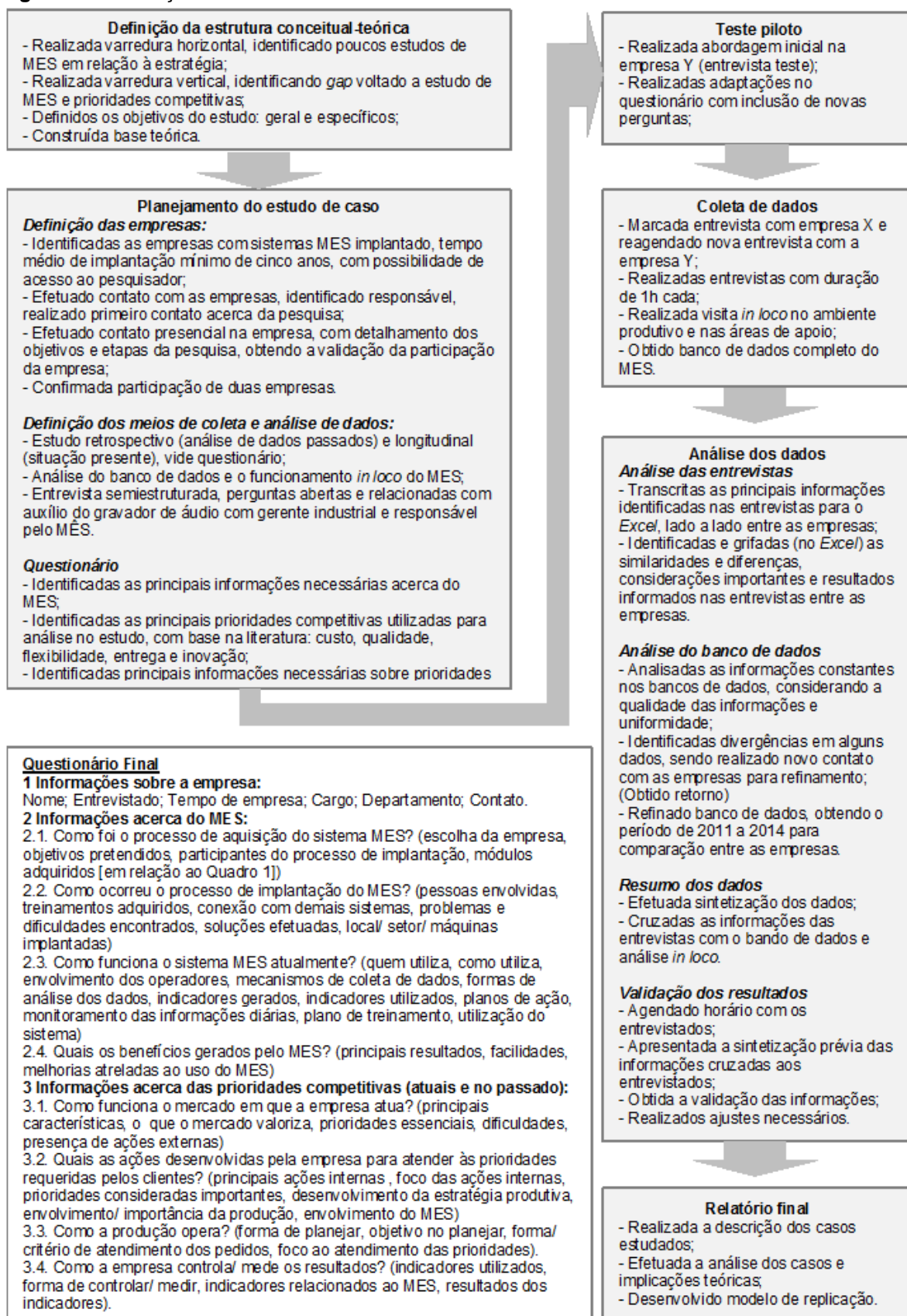
O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso múltiplo. O estudo de caso caracteriza-se pela possibilidade de analisar com maior profundidade um ou mais objetos, podendo empregar diversos instrumentos na coleta de dados e possibilitar o contato entre pesquisador e objeto de pesquisa (MIGUEL *et al.*, 2012). A técnica de pesquisa consistiu na entrevista semiestruturada, com roteiro de perguntas abertas e relacionadas entre si, mediante a análise do referencial teórico da Seção 2, posteriormente validado por um especialista da área. Essa técnica de coleta de dados possibilita ao entrevistado falar livremente, e, no final, proporcionando ao entrevistador obter uma análise mais objetiva dos pontos importantes (GIL, 2008).

As informações relativas às prioridades competitivas determinantes das empresas foram obtidas pelas explicações obtidas durante a entrevista. Os entrevistados foram os gerentes de produção e os responsáveis pelo gerenciamento do MES. Esses entrevistados representam o grupo de pessoas que utilizam diretamente o MES, sendo algumas das pessoas mais indicadas a responder questionamentos sobre o MES, as estratégias de produção e respectivas prioridades competitivas. Por fim, são colaboradores com, pelo menos, quatro anos de empresa, o que possibilita maior robustez nas respostas sobre a evolução do MES, dos objetivos da empresa e as necessidades dos clientes.

A Figura 2 apresenta o processo utilizado para a condução da pesquisa, com base no processo de condução de pesquisa exibido por Miguel *et al.* (2012).

A escolha das empresas ocorreu pela possibilidade de acesso e tempo de uso do MES. A empresa X conta com quase 50 anos de atividades de mercado, fabrica produtos que são acoplados a motores da linha automotiva, industrial e naval. A empresa é líder neste segmento e exporta para mais de 50 países. A empresa Y conta com mais de 20 anos na fabricação de produtos para freios automotivos da linha de médio e grande porte. Atende, sobretudo, ao mercado de reposição nacional e exporta para mais de 50 países.

Figura 2 – Condução do estudo de caso



Fonte: Desenvolvido pelos Autores (2016)

4 RESULTADOS

Os resultados apresentados estão divididos em descrição dos casos e análise dos casos. Na descrição dos casos, serão explanadas, no primeiro momento, as informações da empresa X, posteriormente, da empresa Y. Na análise dos casos, serão apresentadas as principais informações obtidas no estudo.

4.1 Descrição dos casos

As informações da empresa X são:

O MES na empresa X foi concebido no ano de 2005, com o intuito de substituir o sistema anteriormente existente, visto que não comportava as necessidades da empresa. A decisão de escolha do MES foi baseada no tempo de mercado e experiência do fornecedor e na possibilidade de expansão do sistema com a adição de novos módulos. Além de *software* e *hardware*, foram adquiridos treinamentos para os envolvidos: gerentes, analistas e operadores. A implantação interna na empresa foi conduzida pela equipe de PCP, com o auxílio da TI (Tecnologia da Informação).

O MES está posicionado entre o nível do ERP e o chão de fábrica, realizando os caminhos de comunicação a jusante e a montante. O ERP gera todas as necessidades de produção que são transmitidas para o MES por comunicação *online*; e as cargas de trabalho são requisitadas do MES pelos gestores e operadores em terminais denominados coletores de dados. Os coletores de dados ficam dispostos próximos aos equipamentos produtivos, contam com um leitor de código de barras e sensores I/O (Dispositivo de Entradas e Saídas) conectados às máquinas, interligados via rede ethernet TCP/IP. Alguns coletores são preparados para desempenhar a função de captar as informações de dois equipamentos, dos I/O, referentes às quantidades produzidas, paradas e realizar a comunicação NC (baixar/ gerenciar programas CNC – Comando Numérico Computadorizado). A inserção de algumas informações ocorre manualmente em alguns equipamentos, são os casos de máquinas com tecnologia mais antiga. Todas as informações capturadas são enviadas para o banco de dados do MES, sendo transmitidas para o ERP as informações relativas às ordens de produção.

O MES adquirido dispõe das funções de coleta de dados, gerenciamento dos recursos, documentos, ordens de produção, controle de processos, da qualidade, análise de desempenho e rastreabilidade. O MES é utilizado para monitorar 66 equipamentos dispostos no processo de usinagem, apesar de a empresa contar com outros processos que não são monitorados (fundição, montagem e expedição). Em 2016, está prevista a implantação do MES na fundição. Os equipamentos são monitorados em todos os turnos, controlam cerca de 350 produtos diferentes por mês, em um *mix* de 600 produtos que giram no decorrer do tempo. O processo é controlado por ordem de produção, e a produção ocorre em quantidades em lotes econômicos.

O MES é gerenciado por um analista em tempo integral. Sua atividade é monitorar o sistema; analisar as informações de discrepâncias; desenvolver planos de

ação; a gestão do posto de trabalho; desenvolver melhorias nos processos com base nas informações geradas pelo MES; e, quinzenalmente, apresentá-las aos gerentes e diretores da empresa.

A principal dificuldade em relação ao MES foi relacionada à motivação de pessoas, principalmente as de linha direta de operação, pois havia receio de excesso de controle sobre as equipes. Como forma de estimular a implantação, a empresa, no mesmo período, implantou um processo de participação em lucros e resultados, baseado em indicadores, alguns proporcionados pelo novo sistema. Outra dificuldade aconteceu na implantação que prolongou o prazo previsto, principalmente, pela comunicação entre o MES e o ERP, visto que ocorreu no mesmo momento da implantação com o chão de fábrica. Inicialmente, não havia uma pessoa dedicada ao gerenciamento do MES, o que justificou serem necessários cinco anos para organizar o sistema e chegar a resultados confiáveis e estáveis. Contudo, os entrevistados afirmam estar utilizando 75% da totalidade dos recursos que o sistema dispõe.

Relacionado às prioridades competitivas, conforme os entrevistados, primeiramente, a maior parte dos clientes busca preço, e qualidade em segundo lugar. Secundariamente, a maior parte dos clientes pode considerar, algumas vezes, flexibilidade e entrega (rapidez e pontualidade), como eventuais fatores de competição. Ou seja, os clientes reconhecem dois níveis de prioridade competitiva: o primeiro formado por preço e qualidade; o segundo por flexibilidade e entrega. Para os clientes que exigem flexibilidade de volume e de *mix*, a empresa mantém estoque de certos itens. Para aqueles que exigem entrega veloz e pontual, esta mantém alguns itens em estoque para pronta entrega, pois o tempo de atravessamento era longo antes do MES, o que impedia entregas velozes. A empresa focaliza esforços, sobretudo, na melhoria contínua dos processos, de modo a reduzir custos por redução de perdas; na padronização de produtos, de modo a aumentar a escala de produção, com isso reduzir custos fixos unitários; e, no aumento na vida útil de seus produtos, o que é percebido pelos clientes como qualidade.

Com base nos procedimentos metodológicos, a Tabela 1 apresenta os resultados obtidos pelo MES entre os anos de 2011 a 2014.

Tabela 1 – Resultados da empresa X entre 2011 a 2014

Nível	Ano					Varição entre
		2011	2012	2013	2014	2011 e 2014
1	Maq. Operando	55,1%	68,1%	75,7%	72,8%	32,1%
2	Ociosidade	31,7%	14,3%	6,4%	7,6%	-76,0%
3	Paradas	13,2%	17,6%	17,9%	19,6%	48,5%
3.1	Refeição	27,4%	25,0%	29,6%	28,7%	4,7%
3.2	Falta de MP	22,1%	35,6%	20,6%	18,5%	-16,3%
3.3	Paradas Injustificadas	31,8%	22,6%	21,1%	24,7%	-22,3%
3.4	Somatório de Outras Paradas	3,0%	5,0%	10,2%	8,0%	168,8%
3.5	Falta de Operador	1,8%	1,7%	7,1%	6,7%	273,6%
3.6	Manutenção dos equipamentos	7,9%	5,5%	4,0%	4,0%	-49,6%
3.7	Setup	4,4%	3,3%	4,9%	4,8%	9,4%
3.8	Inspeção de peças	1,7%	1,3%	2,5%	4,7%	173,4%
4	Rejeitos (% sobre tot. prod.)	0,183%	0,148%	0,181%	0,232%	26,8%
5	Lead Time (dias)	21	30	15	11	-47,6%

* Soma das três primeiras linhas equivalem a 100%

** Somatório do nível três equivale a 100%

Fonte: Elaborado pelos Autores com base nos dados do sistema MES da empresa X

As informações da empresa Y são:

O MES na empresa Y foi concebido em 2008, evidenciado, primeiramente, pelo corpo técnico. O objetivo era passar a monitorar o chão de fábrica, principalmente, a qualidade dos produtos. A decisão de escolha do fornecedor ocorreu pela determinação de critérios considerados importantes pela empresa em relação ao futuro do negócio, sobretudo, relativo à integração com o sistema supervisório existente no chão de fábrica (CLP – Controlador Lógico Programável e IHM – Interface Homem Máquina). O processo adotado, para a escolha do fornecedor e a realização da implantação, ocorreu por uma equipe multifuncional, composta pela qualidade, processos, produção, TI e coordenada por uma pessoa do PCP.

O MES está alocado entre os níveis do ERP e o chão de fábrica, realizando os caminhos a jusante entre ERP e MES e a jusante e montante entre MES e tecnologia do chão de fábrica. O ERP gera as necessidades que são descarregadas no MES por processo *batch*; posteriormente, o MES comunica-se com o sistema supervisório do chão de fábrica. Os gestores e operadores, por meio da IHM e leitores de código de barras, realizam a obtenção das informações de produção. Cada equipamento conta com uma IHM, conectada ao sistema supervisório que capta todas as informações relativas à produção automaticamente, assim como o ajuste desses equipamentos, de acordo com as informações capturadas no MES. As informações relativas ao gerenciamento estatístico da qualidade também são feitas via IHM com conexão por meio de paquímetros digitais. Essa troca de informações entre MES e sistema supervisório ocorre via comunicação OPC (*OLE for Process Control*), desenvolvida exclusivamente para a empresa. As informações capturadas e enviadas para o MES são armazenadas em banco de dados, não havendo comunicação de retorno com o ERP.

O MES adquirido dispõe das funções de coleta de dados; gerenciamento dos recursos; manutenção; documentos; ordens de produção; detalhamento do planejamento; controle de processos; da qualidade; análise de desempenho; e, rastreabilidade. A empresa conta com dois processos produtivos: fabricação de *blank* e beneficiamento. No primeiro, ocorre mistura de material, prensagem e tratamento térmico. No segundo, corte, retífica interna, externa e embalagem. O MES é utilizado no monitoramento de 15 equipamentos no setor de prensagem que é considerado local crucial, e em fase de ajustes no setor de beneficiamento. Na prensagem, os equipamentos são monitorados em todos os turnos. O *mix* de produtos é composto por mais de 200 tipos diferentes que giram na íntegra durante o mês, sendo que quatro modelos representam 30% do total produzido. O processo de produção ocorre por lotes, distribuídos ao longo do mês para atender o plano mestre de produção.

O gerenciamento do MES é realizado por uma pessoa que dedica parte do seu tempo também à função de PCP. Sua atribuição com o MES é monitorar os eventos diários dos equipamentos, as possíveis inconsistências, e, ao final de cada mês, realizar a distribuição completa das informações aos supervisores e gerentes. A consulta diária, mais aprofundada em cada área, fica a cargo de cada gestor e técnico.

As principais dificuldades em relação ao MES foram no momento da implantação no âmbito humano e tecnológico, que levaram ao atraso do projeto. O primeiro foi relacionado às pessoas que ficavam receosas em utilizar os equipamentos com medo de serem vigiadas, situação superada por troca de colaboradores e intensificação dos treinamentos. Na parte tecnológica, houve problemas relacionados à comunicação do MES com o sistema supervisório do chão de fábrica. O tempo de adaptação e melhorias no MES para chegar a um nível de alta confiabilidade dos números foi de dois anos, marcado por ajustes de informações internas ao sistema (tempos e cadastros), estabilização do funcionamento e a alteração da cultura organizacional. Os entrevistados afirmam estar utilizando 60% da totalidade de recursos que o sistema dispõe.

Relacionado às prioridades competitivas, os entrevistados consideram que seus clientes procuram baixo preço com qualidade suficiente. A principal meta dos últimos dois anos é redução de custos internos diante do atendimento da prioridade competitiva custo. Isso força a empresa a buscar internamente desenvolver melhorias que levem à redução dos custos dos processos, em face da absorção dos aumentos de algumas matérias-primas que são afetadas pela taxa cambial e recursos energéticos, tais como gás e eletricidade. No momento da implantação do MES, o objetivo focal era a melhoria na qualidade dos produtos. Essa necessidade, que o mercado exigia da empresa, com o passar do tempo foi atendida. A empresa mantém estoques dos produtos o que garante entrega rápida. Isso materializa que a empresa consegue suprir, levando a um menor grau de importância entre as demais prioridades competitivas.

Com base nos procedimentos metodológicos, a Tabela 2 apresenta os resultados obtidos pelo MES entre os anos de 2011 a 2014.

Tabela 2 – Resultados da empresa Y entre 2011 a 2014

Nível	Ano					Varição entre
		2011	2012	2013	2014	2011 e 2014
1	Maq. Operando	56,5%	62,2%	56,5%	54,9%	-2,8%
2	Ociosidade	9,6%	2,3%	3,2%	7,7%	-19,6%
3	Paradas	33,9%	35,5%	40,3%	37,4%	10,3%
3.1	Falta de Operador	30,1%	54,1%	40,4%	41,0%	36,4%
3.2	Manutenção dos Equipamentos	39,0%	16,7%	19,7%	17,5%	-55,0%
3.3	Somatório de Outras Paradas	3,7%	2,9%	15,8%	18,4%	395,2%
3.4	Refeição	6,3%	7,4%	11,6%	14,6%	130,8%
3.5	Setup	15,9%	13,0%	6,9%	4,4%	-72,6%
3.6	Falta de Material	5,0%	6,0%	5,6%	4,1%	-18,8%
4	Rejeitos (% sobre tot. prod.)	5,70%	4,32%	3,10%	2,70%	-52,6%
5	Lead Time (dias)	2	1,9	1,8	1,6	-20,0%

* Soma das três primeiras linhas equivalem a 100%

** Somatório do nível três equivale a 100%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do sistema MES da empresa Y

4.2 Análise dos casos

O objetivo deste artigo consiste em analisar os resultados que a implantação do MES pode trazer para empresas de manufatura, contribuindo para a redução das lacunas de estudos que entendam como a aplicação do sistema MES auxilia as empresas na obtenção de melhores resultados para o suporte das suas prioridades competitivas.

Nesse sentido, é possível confirmar que, independentemente do tipo de produto ou processo, que é o caso das empresas analisadas, ambas apresentaram resultados positivos com a implantação do MES, conforme demonstrado nas Tabelas 1 e 2. Na empresa X, o tempo de máquina operando aumentou 32,1%, a ociosidade caiu 76%. Considerando que sua principal prioridade competitiva a ser atendida é o preço, os resultados demonstraram que os custos de fabricação reduziram 9,7%, enfocando diretamente ao objetivo da estratégia da manufatura. As demais prioridades consideradas pelos clientes são relacionadas à qualidade e, algumas vezes, flexibilidade e entrega. No indicador qualidade, foi percebido um aumento em 26,8%, o que representa 0,2% do total de peças manufaturadas, considerado aceitável. Os motivos destacados pelos entrevistados e observados nos dados foram motivados pelo aumento do *mix* de produtos que duplicaram nos últimos três anos e a falta de operador especializado (foram comprados 14 novos equipamentos em quatro anos). Isso auxilia a justificar o indicador máquina parada que aumentou 48,5%. Já em relação à flexibilidade e entrega, ocorreu uma redução em 47,6% do *lead time*.

Perante a mesma análise, a empresa Y apresentou na qualidade uma das principais melhorias, com redução em 52,6%. A qualidade era a prioridade competitiva predominante no momento da implantação do MES, confirmando os esforços de melhoria obtidos a partir dos planos desenvolvidos com o auxílio das informações do MES. Na prioridade competitiva atual, o custo demonstrou 8,7% de redução. Outros

resultados importantes que justificam que o MES auxiliou a empresa, em face das prioridades e obtenção de resultados, são provenientes da redução dos tempos de *setup* em 72,6%, e falta de material em 18,8%, resultados diretos de ações apontadas pelo MES e conduzidas por equipes de melhoria. O tempo de manutenção reduziu 55%, resultante de melhorias em diagnósticos dos equipamentos e realização de manutenção preventiva.

Semelhantemente, entre as empresas, a implantação do MES foi conduzida pelo PCP das empresas com o auxílio da TI. O PCP dessas empresas são os colaboradores que mais utilizam as informações do MES no dia a dia para as decisões operacionais. Essa utilização está associada aos recursos e informações que o sistema MES disponibiliza, em termos de gerenciamento dos recursos produtivos, monitoramento das ordens de produção, das quantidades produzidas e rejeitadas, dos *status* das máquinas, os produtos que estão operando entre outras informações que auxiliam no momento da programação da produção e o desenvolvimento do plano mestre de produção, facilitando suas decisões. Um fato mencionado pelos entrevistados é do ERP não contar com a gama de informações que o MES dispõe. Essa constatação reforça os achados de Neuhaus *et al.* (2014).

Os gerentes da produção entrevistados informaram que o MES possibilitou identificar informações que anteriormente não eram percebidas como relevantes, cita-se o caso de pequenas paradas que ocorriam, que no montante chegavam a superar outras paradas, cujos esforços não eram direcionados. Essa visibilidade de informações permitiu a correção e ajustes dos processos, desenvolver novas ferramentas e até justificar a compra de peças de manutenção. Conforme o entrevistado da empresa Y, a produção passou a ser reconhecida e incorporada como área estratégica na empresa. Mesmo assim, ambas as empresas reconhecem que poderiam utilizar mais intensamente os recursos que o MES disponibiliza. Atualmente, a utilização média na empresa X de 75% e na empresa Y é de 60%.

Para a determinação do sucesso do MES, para uma ou ambas as empresas, a pesquisa identificou como fatores relevantes os seguintes itens: (i) envolvimento de equipe multifuncional na implantação: composta por um representante de cada setor, assegura o comprometimento e garante que todos os objetivos dos envolvidos sejam contemplados; (ii) política de recompensas: possibilita trabalhar os receios das pessoas, envolvendo os indicadores gerados pelo sistema, sendo o primeiro passo para o seu uso efetivo; (iii) comunicação entre sistemas: dependendo do sistema de comunicação, a jusante ou a montante podem apresentar restrições que elevam o tempo de implantação; (vi) pessoa direcionada ao controle do MES: há um maior controle sobre as informações geradas, os planos de ação tornam-se mais efetivos e as decisões mais rápidas.

Em face dos fatores de sucesso mencionados, as empresas, no decorrer do tempo, foram se ajustando, permitindo resolver as principais dificuldades. Algo a ser enfatizado foi o período necessário para que o MES fornecesse informações fidedignas. A empresa X necessitou de aproximadamente cinco anos e a empresa Y de dois anos. A empresa Y iniciou a implantação com uma pessoa disponibilizando parte do seu tempo ao gerenciamento do MES, o que não aconteceu na empresa X,

que passou a contar com uma pessoa nos últimos quatro anos, apresentando uma constante de resultados positivos, conforme a Tabela 1. Isso reforça a necessidade identificada neste estudo de dispor de uma pessoa focada no MES.

Por fim, foi identificado que na empresa Y a prioridade competitiva modificou no decorrer do tempo. Essa mudança levou a manufatura a readequar suas estratégias para atender adequadamente às necessidades dos clientes. De acordo com Jabbour e Alves Filho (2010), conforme o setor industrial e a especificidade do mercado, a maneira de interpretar as prioridades competitivas podem variar. Complementando essa colocação do autor, a empresa no decorrer do tempo pode e deve adequar suas prioridades competitivas, que diretamente influenciará nas estratégias da produção e nas suas capacitações operacionais internas. Entretanto, este estudo não possibilitou identificar o grau de importância que os pilares do MES apresentam em relação às prioridades competitivas, suas estratégias da produção e capacitações operacionais, assim como o respectivo alinhamento e foco entre ambas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, foi possível constatar resultados que reforçam a importância do uso da tecnologia MES como fator substancial para as empresas aumentarem sua competitividade, melhorando seus resultados e suporte das suas prioridades competitivas. A empresa X, com o custo sendo a sua prioridade competitiva principal, obteve uma redução de 9,7% nos custos de fabricação que refletem diretamente na prioridade custo, além da redução das paradas de máquina, ociosidade, *lead time* e uma melhora no tempo de máquina operando.

Similarmente, a empresa Y tinha inicialmente a qualidade como prioridade competitiva. Com a diminuição nas perdas com rejeitos de 52,6%, o custo passou a ser a principal prioridade competitiva a ser atendida pela estratégia da produção, o que se materializou com a redução dos custos de fabricação em 8,7%, seguidos da redução do *lead time*, das paradas por manutenção e da ociosidade das máquinas.

O gerenciamento da manufatura via MES possibilitou às empresas visualizar informações que até então não eram possíveis de serem identificadas e medidas. Isso facilitou as ações do tomador de decisão, auxiliando no direcionamento dos planos de ação. Esses resultados ao longo do tempo favoreceram para que a manufatura se fortalecesse como área estratégica da empresa.

O estudo possibilitou identificar quatro fatores determinantes que auxiliaram de alguma forma, para uma ou ambas as empresas, na determinação do sucesso do MES. A saber: (i) envolvimento de equipe multifuncional na implantação; (ii) política de recompensas; (iii) comunicação entre sistemas; (vi) pessoa direcionada ao controle do MES. Esses fatores podem ser úteis para outras empresas que pretendam implantar ou melhorar o MES.

Como limitações desta pesquisa, destaca-se por apresentar somente dois casos estudados, não permitindo algumas generalizações. Como oportunidades para futuras pesquisas, ressalta-se a importância de haver mais pesquisas que enfoquem

o MES em relação às prioridades competitivas, estratégia da produção e às capacidades operacionais internas. Por fim, sugere-se a realização de estudos que possibilitem identificar o grau de importância que os pilares do MES têm, por exemplo, em relação às estratégias da produção e suas capacitações operacionais.

AGRADECIMENTOS

Este artigo foi totalmente financiado pela CAPES (bolsa Prosup) e pelo CNPq (bolsa PQ). Agradece-se a estes órgãos de apoio, aos gerentes e analistas das empresas pesquisadas e aos referees anônimos, estes últimos pela contribuição dada à forma final do artigo.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES JR., J.; ALVAREZ R.; KLIPPEL M.; BORTOLOTTI P.; PELEGRIN I. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BARRETO, G.; FARIAS FILHO, J.; CARNEIRO, C.; FARIAS. Revisão bibliográfica sobre a manufatura ágil e comparação e diferenciação entre três eras produtivas. **Revista Produção Online**, v.5, n.1, p.1–25, 2005. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v5i1.329>
- BERCHET, C.; HABCHI, G. The implementation and deployment of an ERP system: an industrial case study. **Computers in Industry**, v.56, n.6, p.588–605, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2005.02.009>
- BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. Serviços de pós-venda para produtos fabricados em base tecnológica. **Produção Online**, v.8, n.2, p.1–25, 2008. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v8i2.121>
- BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. Sistemas produto-serviço: referencial teórico e direções para futuras pesquisas. **Produção Online**, v.10, n.4, p.837–860, 2010. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v10i4.510>
- CHEN, Y.; LIMA R.; CSILLAG J. OYADOMARI J. Does the competitive orientation really lead to emphasis on different internal capabilities? **International Journal of Operations & Production Management**, v.35, n.7, p.1075–1096, 2015. <http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-11-2013-0517>
- CORBETT, C.; VAN WASSENHOVE, L.; DE CONSTANCE, B. Trade-offs? What trade-offs? Competence and competitiveness in manufacturing strategy. **California Management Review**, v.35, n.4, p.107-122, 1993. <http://dx.doi.org/10.2307/41166757>
- CORREIA, A.; GOMES, M. Habitat's de inovação na economia do conhecimento: identificando ações de sucesso. **Revista de Administração e Inovação**, v.9, n.2, 4 jul. 2012. <http://dx.doi.org/10.5773/rai.v9i2.673>
- DIRECTA AUTOMAÇÃO. Sistemas, benefícios e funcionalidades. Disponível em: <<http://www.directaautomacao.com.br/sistemas/>>. Acesso em: abril de 2015.

ESCOBAR, J.; CARVALHO, M.; FREIRES, F. O uso de tecnologias para o processo de preparação de pedidos: implicações e proposições. **Produção Online**, v.15, n.1, p.188, 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i1.1743>

FAORO, R.; ABREU, M. As posturas de adoção de inovações em TI com vistas a obtenção de vantagens competitivas: uma síntese teórica. **Gestão, Inovação e Tecnologias**, v.4, n.1, p.504–517, 2014. <http://dx.doi.org/10.7198/S2237-0722201400010007>

FINE, C.; HAX, A. Manufacturing strategy: a methodology and an illustration. **Interfaces**, v.15, n.6, p.28–46, 1985. <http://dx.doi.org/10.1287/inte.15.6.28>

GAIDZINSKI, V. **A tecnologia da informação no chão de fábrica**: as novas ferramentas e a gestão integrada da informação. 2003. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GOHR, C.; SILVA, Y. Gerenciando o relacionamento entre recursos estratégicos e prioridades competitivas segundo a visão baseada em recursos. **Produção Online**, v.15, n.2, p.734, 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i2.1939>

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WEELWRIGHT, S. **Em busca da vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ISA. **ISA** - International Society Of Automation. Disponível em: <<https://www.isa.org/>>. Acesso em: 1 mar. 2015.

JABBOUR, A.; ALVES FILHO, A. Tendências da área de pesquisa em estratégia de produção. **Sistemas & Gestão**, v.4, n.3, p.238–262, 2010.

KLETTI, J. **Manufacturing execution systems** — MES. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49744-8>

LIU, Y.; LI, Y.; YAO, J. Achieving Semiconductor Assembly and Test Manufacturing Excellence via Manufacturing Execution System. In: **Proceedings of the 6th CIRP-Sponsored International Conference on Digital Enterprise Technology**. Springer Berlin Heidelberg, 2010, p.757-771. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10430-5_59

MCCLELLAN, M. Introduction to manufacturing execution systems. **MES conference & exposition**, p.1–12, 2001.

MELLO, M.; FERREIRA, J. Avaliação de presença de recursos alternativos em plano de processos para melhorar o desempenho de sistemas manufatura. **Produção Online**, v.14, n.2, p.648–678, 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i2.1467>

MESA. **Mesa**: manufacturing execution system association. Disponível em: <<http://www.mesa.org/en/index.asp>>. Acesso em: 1 abr. 2015.

MIGUEL, P. et. al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MILTENBURG, J. Setting manufacturing strategy for a factory-within-a-factory. **International Journal of Production Economics**, v.113, n.1, p.307–323, may, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.09.001>

MIRCHANDANI, D.; LEDERER, A. The impact of core and infrastructure business activities on information systems planning and effectiveness. **International Journal of Information Management**, v.34, n.5, p.622–633, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.06.001>

NAEDELE, M.; CHEN H.; KAZMAN R.; CAI Y.; XIÃO L.; SILVA C. Manufacturing execution systems: a vision for managing software development. **Journal of Systems and Software**, v.101, n.1, p.59–68, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2014.11.015>

NEUHAUS, C.; SILVA, M.; PACHECO, D. Implicações de manufacturing execution systems na gestão da qualidade industrial. **Gestão, Inovação e Tecnologias**, v.4, n.5, p.1489–1500, 2014. <http://dx.doi.org/10.7198/S2237-0722201400050016>

NEVES, J. **Contribuições da implantação da tecnologia de informação MES - Manufacturing Execution System - para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura - estudo de caso Novelis Brasil Ltda.** 2011. 190f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2011.

NEVES, J.; MARINS F.; AKABANE G. KANAANE R. Deployment the MES (Manufacturing Execution System) aiming to improve competitive priorities of manufacturing. **Independent Journal of Management & Production**, v.6, n.2, p.449–463, 2015. <http://dx.doi.org/10.14807/ijmp.v6i2.233>

NONAKA, Y.; ERDOS G.; KIS T.; NAKANO T.; VANCZA J. Scheduling with alternative routings in CNC workshops. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v.61, n.1, p.449–454, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2012.03.045>

PEREIRA, G.; SELLITTO, M.; BORCHARDT M.; GEIGER A. Procurement cost reduction for customized non-critical items in an automotive supply chain: An action research project. **Industrial Marketing Management**, v.40, n.1, p.28–35, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2010.09.007>

PORTER, M. **Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors.** New York: The Free Press, 1980.

ROSA, E.; SELLITTO, M.; MENDES, L. Avaliação multicriterial de desempenho e separação em aglomerados de fornecedores críticos de uma manufatura OKP. **Production**, v.16, n.3, p.413-428, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132006000300005>

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Avaliação multicriterial de desempenho: um estudo de caso na indústria de transporte coletivo de passageiros. **Gestão & Produção**, v.13, n.2, p.339-352, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2006000200014>

SKINNER, W. Manufacturing-missing link in corporate strategy. **Harvard Business**, v.47, n.3, p.136–145, 1969.

SKINNER, W. The focused factory. **Harvard Business Review**, v.52, p.113–121, 1974.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

STANO, P.; SIMEONOV S.; CIROVIC I.; PFAFF O. Application range of integrating manufacturing execution system functions In Enterprises. **Annals of DAAAM & Proceedings**, Vienna: v.22, n.1, p.1245-1246, 2011.

TEECE, D. J. Business models, business strategy and innovation. **Long Range Planning**, v.43, n.2--3, p.172–194, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>

TEIXEIRA, R.; LACERDA D.; ANTUNES JR. J.; VEIT D. **Estratégia de produção**: 20 artigos clássicos para aumentar a competitividade da empresa. Porto Alegre: Bookman, 2014.

UÇAKTÜRK, A.; VILLARD, M. The effects of management information and erp systems on strategic knowledge management and decision-making. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.99, p.1035–1043, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.577>

UGARTE, B.; ARTIBA, A.; PELLERIN, R. Manufacturing execution system – a literature review. **Production Planning & Control**, v.20, n.6, p.525-539, 2009. <http://dx.doi.org/10.1080/09537280902938613>

VANDERLEI, M.; JUNIOR J.; MARINS F.; MIRANDA G. Implantação de controle baseado no sistema de execução da manufatura (mes): análise em empresa de usinagem no setor aeronáutico. **Produção Online**, v.9, n. 4, p.747–770, 2009. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v9i4.380>

VITORINO FILHO, V.; PIRES S.; NETO M.; SILVA E.; MENDONÇA J. A produção acadêmica internacional em gestão de operações: um estudo bibliométrico. **Produção Online**, v.15, n.1, p.21, 12 fev. 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i1.1574>

WHEELWRIGHT, S. C. Manufacturing strategy: Defining the missing link. **Strategic Management Journal**, v.5, n.1, p.77–91, jan. 1984. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250050106>

ZAYATI, A.; BIENNIER, F.; MOALLA, M.; BADR, Y. Towards lean service bus architecture for industrial integration infrastructure and pull manufacturing strategies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.23, n.1, p.125–139, 20 fev. 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s10845-010-0401-8>

ZHANG, Y.; DAI Q.; ZHONG R. An extensible event-driven manufacturing management with complex event processing approach. **International Journal of Control**, v.2, n.3, p.1–12, 2009.



Artigo recebido em 04/09/2015 e aceito para publicação em 06/04/2016
DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v16i3.2161>