

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS — UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

ELISANDRO J. DE VARGAS

MODELAGEM PARA DISTRIBUIÇÃO DE IMPORTÂNCIAS ENTRE
FUNCIONALIDADES QUE COMPÕEM OS PILARES DE *MANUFACTURING*
EXECUTION SYSTEM EM APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

SÃO LEOPOLDO
2016

Elisandro J. de Vargas

MODELAGEM PARA DISTRIBUIÇÃO DE IMPORTÂNCIAS ENTRE
FUNCIONALIDADES QUE COMPÕEM OS PILARES DE *MANUFACTURING*
EXECUTION SYSTEM EM APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos — UNISINOS

Orientador:
Prof. Dr. Miguel A. Sellitto

São Leopoldo
2016

V297m

Vargas, Elisandro J. de.

Modelagem para distribuição de importâncias entre funcionalidades que compõem os pilares de *manufacturing execution system* em aplicações industriais / Elisandro J. de Vargas. – 2016.

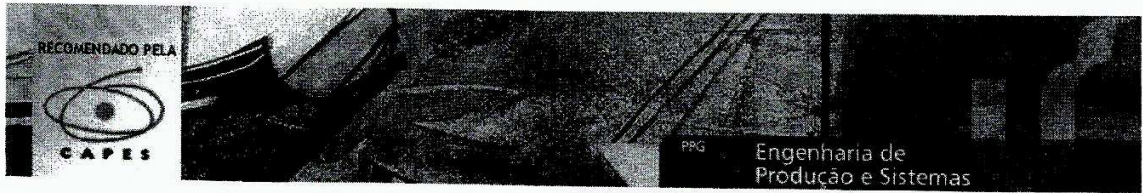
127 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, 2016.

“Orientador: Prof. Dr. Miguel A. Sellitto.”

1. Sistemas de informação gerencial. 2. Tecnologia da informação. 3. Administração da produção. I. Título.

CDU 658:004



Ata MEPS-D 33/2016

Aos 22 dias do mês de dezembro do ano de 2016, às 09h, reuniu-se na sala E08102, a Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação composta pelos professores doutores, Miguel Afonso Sellitto, Orientador e Presidente, Elpidio Oscar Benitez Nara, da UNISC, André Luis Korzenowski e Cristiano Richter da UNISINOS, para analisar e avaliar a Dissertação intitulada "MODELAGEM PARA DISTRIBUIÇÃO DE IMPORTÂNCIAS ENTRE FUNCIONALIDADES QUE COMPÕEM OS PILARES DE MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM EM APLICAÇÕES INDUSTRIAIS", apresentada pelo aluno Elisandro João de Vargas, candidato ao título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Após a apresentação, argüição e defesa, a Banca atribuiu os seguintes conceitos:

Prof. Dr. Elpidio Oscar Benitez Nara	Conceito: <u>APROVADO</u>
Prof. Dr. André Luis Korzenowski	Conceito: <u>APROVADO</u>
Prof. Dr. Cristiano Richter	Conceito: <u>APROVADO</u>

A Dissertação obteve conceito final de aprovado

Ocorreu alteração do título? Não () Sim. Qual? _____

As alterações sugeridas pela Banca Examinadora são as seguintes:

Recebidas em mãos

O aluno deverá apresentar a versão final do trabalho com as modificações propostas pela Banca Examinadora da Dissertação, no prazo máximo de 7 dias, mediante supervisão do professor orientador. A emissão do diploma está condicionada a entrega da Versão Final da Dissertação.

São Leopoldo, 22 de dezembro de 2016.

Mestrando: Elisandro João de Vargas

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

Membro: Prof. Dr. Elpidio Oscar Benitez Nara

Membro: Prof. Dr. André Luis Korzenowski

Membro: Prof. Dr. Cristiano Richter

Secretária: Lilian Amorim

Assinatura: _____
Assinatura: _____
Assinatura: _____
Assinatura: _____
Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus e a Nossa Senhora Consoladora, ao qual sou devoto de longa data, em que sempre fui agraciado pela sua benção.

Agradeço a Capes pelo auxílio financeiro decorrente da bolsa de estudos, possibilitando dedicação exclusiva em estudo e pesquisa.

Agradeço ao Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto, na qualidade de orientador, pelas ponderações às melhorias em meu aprendizado e acreditar em meu potencial; e ao momento em que nos conhecemos, por ter proporcionado “inquietação”, contribuindo em minha tomada de decisão em cursar o mestrado. Agradeço ao Prof. Me. André R. dos Santos, ótimo orientador MBE, parceiro e amigo; conduzindo minha pessoa ao “impulso” final em buscar o mestrado.

Agradeço a todos os professores do PPG de Engenharia de Produção e Sistemas da Unisinos, em especial aos professores André L. Korzenowski; Cláudia V. Viegas; Daniel P. Lacerda; Giancarlo M. Pereira; Guilherme L. Vaccaro; José Antônio V. Antunes Jr; Luis H. Rodrigues; Marco A. Borges; Miriam Borchardt; pelas esplendorosas aulas, as quais deixavam a cada dia um gosto de “quero mais”; também, aos professores de outros PPG ao qual tive a possibilidade de cursar algumas disciplinas e/ou trocar informações; e secretárias e atendentes, em especial a Lilian S. Amorin, pela sua prestatividade e qualidade no atendimento; e aos professores convidados da banca, meu eterno agradecimento às contribuições.

Agradeço aos amigos e colegas de aula. Com vocês foi possível expandir as fronteiras das discussões, obter novos *insights* e aprender que mesmo sabendo muito, somos dotados de limitações, ao passo que a união de todos promove o conhecimento. Cito em especial, Ismael e Bruno, nossas idas e vindas entre Caxias do Sul a São Leopoldo eram tão rápidas que nem percebia-se a distância percorrida; Ana, Davenilcio, Wagner, Jayme, Lenon e Pablo, aos encontros nas salas de estudo, sagradamente todas as semanas estávamos empenhados em pesquisas, seminários e outros, inclusive no momento da “ambrosia” (almoços e jantas); Marcelo, Rossano, Fischer, Giane, Giuliano, Alaércio, aos trabalhos de aula, discussões e experiências; Marcos, grande profissional e acadêmico do PPGA-Unisinos, aos cafés e trocas de informações.

Agradeço aos profissionais e amigos das empresas em que desenvolvi algumas pesquisas; Marcelo Pacheco, Luiz G. Carvalho, Robledo M. Daros, Aldomir Rech, Aurélio Ames, Eduardo Maggioni, Alvaro Pinheiro, Cristiano Valer; a vocês, minha imensa gratidão por compartilhar vossas experiências e acreditar que o resultado entre pesquisadores x empresas podem gerar excelentes resultados. Também, agradeço ao Sr. Humberto Cervelin e demais diretores e gerentes da empresa Unylaser ao qual trabalhava, por entenderem minha posição de solicitação de ausência das atividades; e aos consultores Roberto e Marcelo Boniatti pela partilha de informações.

Agradeço a minha família, meus pais Nadir e Lurdes e aos meus sogros Antônio e Maria, que considero meus segundo pais. A esta família, obrigado pelo apoio, compreensão das ausências e ao “pouco tempo”, inclusive nos finais de semana, período ao qual a Unisinos e meu ambiente de estudo foram os locais de minha maior presença.

Ao final, denotando grande importância em que representa, Jocimara L. Mauer; minha amiga, companheira de união e de estudos. Agradeço imensamente por apoiar-me nas decisões; em entender e ao mesmo tempo seguir a mesma direção em estudar, pesquisar, redigir artigos, dissertar, etc; ou seja, acompanhar-me entre as noites de estudo e finais de semana, dividindo os “sons do teclado e mouse”, dentre as pesquisas, inclusive à algumas parcerias em publicações. Por antemão, a parabênzo pelas suas pesquisas e dissertação em ADM (PPGA-Unisinos). A você Jocimara, que demonstra muita garra e perspicácia, meu muito obrigado.

A todos que, de alguma forma participam direta e indiretamente para que o conhecimento possa ser levado às pessoas, povos e nações, minha expressiva gratidão e reconhecimento.

“O descontentamento é o primeiro passo na evolução de um homem ou de uma nação”.
(Oscar Wilde)

RESUMO

Sistemas de informação têm sido introduzidos progressivamente nos ambientes de manufatura. Isso advém da necessidade de captar dados, otimizar processos e gerar informações de maneira eficiente, inclusive em tempo real das operações produtivas, visando facilitar a tomada de decisão de gerentes e analistas. O *Manufacturing Execution System* (MES), denominado Sistema de Controle da Manufatura, pode auxiliar as empresas a captar dados e gerar informações, identificar e melhorar seus resultados. Entretanto, o simples acesso a um sistema de informação não garante vantagem. Portanto, para obter resultados consistentes é necessário alinhamento a jusante e a montante entre estratégias e táticas às práticas de produção com os sistemas de informação disponíveis no chão-de-fábrica. Neste sentido, esta pesquisa buscou responder ao problema de pesquisa como determinar o foco das funcionalidades que compõem os pilares de um MES para à satisfação dos objetivos estratégicos da manufatura?; sendo o MES representado pelos pilares e suas funcionalidades e estratégia da manufatura representada pelas prioridades de competência da manufatura. O objetivo geral consistiu em elaborar uma modelagem que possa distribuir importâncias entre as funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. O método de pesquisa utilizado foi a modelagem qualitativa e as técnicas de coleta de dados foram entrevistas, aplicação da *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e escala Likert, e grupo focal. A modelagem desenvolvida possibilita identificar um vetor de importância entre funcionalidades e um quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores. Com isso, permite que as empresas que possuem ou buscam implantar sistemas MES e aplicadores de sistemas MES possam identificar quais elementos de medição e controle da manufatura mais representam os objetivos estratégicos da manufatura; além de contribuir ao avanço em pesquisas acerca de MES e estratégia da manufatura. Esta modelagem foi aplicada em duas empresas que datam o uso do MES de onze e oito anos, com produto e processos diferentes. Os resultados obtidos foram considerados consistentes e representativos à realidade das empresas.

Palavras-chave: Sistemas de Informação. *Manufacturing Execution System*. Pilares do MES. Funcionalidades do MES. Estratégia da Manufatura. Prioridades de Competência da Manufatura.

ABSTRACT

Information systems have been progressively introduced in manufacturing environments. This is due to the need to capture data, optimize processes and generate information efficiently, including real-time production operations, to facilitate decision-making by managers and analysts. The Manufacturing Execution System (MES), called the Manufacturing Control System, can help companies capture data and generate information, identify and improve their results. However, simple access to an information system does not assure advantage. Therefore, to achieve consistent results, downstream and upstream alignment between strategies and tactics is required for production practices with the information systems available on the factory floor. In this sense, this research sought to answer the research problem how to determine the focus of the features that make up the core functions of a MES for the satisfaction of the strategic objectives of the manufacture; being the MES represented by the core functions and its features and manufacturing strategy represented by the competitive capabilities. The overall objective was to elaborate a model that can distribute importance between the features that make up the core functions of a MES for industrial applications. The research method used was qualitative-quantitative modeling and the techniques of data collection were interviews, application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Likert scale, and focus group. The developed model allows identifying a vector of importance between features and a quadrant between application and improvement of these vectors. Thereby, it allows companies that have or are look up to deploy MES systems and MES system applicators to identify which elements of manufacturing measurement and control most represent the strategic objectives of manufacturing; besides contributing to the advancement in research on MES and manufacturing strategy. This model was applied in two companies that date the use of the MES of eleven and eight years, with different product and processes. The results obtained were considered consistent and representative to the reality of the companies.

Keywords: Information Systems. Manufacturing Execution System. Core Functions of MES. Features of MES. Manufacturing Strategy. Competitive Capabilities.

LISTA DE FIGURAS

1	Estrutura teórica da pesquisa	25
2	Representação da evolução tecnológica dos sistemas	26
3	Pilares do MES	27
4	Modelo atual MESA Programas de Iniciativas Estratégicas	28
5	Aspectos influenciadores na estratégia de produção	42
6	Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e operações	50
7	Sequência esquemática de construção do MDIMES	64
8	Representação numérica da MDIMES	65
9	Representação gráfica da MDIMES	66
10	Resultado gráfico final da MDIMES – empresa MA	80
11	Resultado gráfico final da MDIMES – empresa DZ	89

LISTA DE TABELAS

1	Resultados das buscas nas bases de dados	19
2	Valores de IR em relação a diferentes tamanhos de matrizes	58
3	Perfil dos respondentes - empresa MA	71
4	Resultados para os macro-objetivos - empresa MA	72
5	Resultados para o macro-objetivo gerenciar o processo - empresa MA	72
6	Resultados para o macro-objetivo gerenciar os equipamentos - empresa MA	73
7	Resultados para o macro-objetivo gerenciar as operações e o planejamento - empresa MA	73
8	Resultados para o macro-objetivo gerenciar os produtos - empresa MA . . .	74
9	Resultados para as prioridades de competência da manufatura - empresa MA	74
10	Resultados para as subprioridades de competência da manufatura - empresa MA	75
11	Resultados da relação entre funcionalidades x prioridades de competência da manufatura e os pesos obtidos para a aplicação e melhoria das funcionalida- des - empresa MA	76
12	Resultado numérico final da MDIMES – empresa MA	79
13	Perfil dos respondentes - empresa DZ	86
14	Resultado numérico final da MDIMES – empresa DZ	87

LISTA DE QUADROS

1	Critérios de refinamento nos portais de periódicos	19
2	Estrutura arborescente dos macro-objetivos, pilares e funcionalidades do MES	37
3	Síntese das prioridades de competência da manufatura descritas no estudo .	45
4	Principais prioridades de competência da manufatura e significados	45
5	Prioridades e subprioridades de competência da manufatura	46
6	Etapas de execução da pesquisa	53
7	Protocolo de pesquisa	54
8	Escala proposta por Saaty	57

LISTA DE SIGLAS

ABES	Associação Brasileira das Empresas de <i>Software</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMR	<i>Advanced Manufacturing Research</i>
APICS	<i>Association for Supply Chain and Operation Management</i>
APM	<i>Asset Performance Management</i> (Gestão de Desempenho de Ativos)
APS	<i>Advanced Planning and Scheduling Systems</i>
BRASSCOM	Associação Brasileira de Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação
BI	<i>Business Intelligence</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	<i>Statistical Process Control</i> (Controle Estatístico de Processo)
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i> (Manufatura Integrada por Computador)
CLP	<i>Programmable Logic Controller</i> (Controlador Lógico Programável)
CNC	<i>Computer Numerical Control</i> (Comando Numérico Computadorizado)
CQS	<i>Statistical Quality Control</i> (Controle Estatístico da Qualidade)
CRM	<i>Customer Relationship Management</i> (Gestão do Relacionamento com o Cliente)
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento dos recursos da empresa)
IHM	<i>Human Machine Interface</i> (Interface Homem Máquina)
ISA	<i>International Society of Automation</i>
ISO	<i>International Organization for Standartization</i> (Organização Internacional de Normatização)
LIMS	<i>Lab Information Management Systems</i> (sistema de gerenciamento de laboratórios)
MES	<i>Manufacturing Execution System</i> (Sistema de Controle da Manufatura)
MESA	<i>Manufacturing Execution Systems Association</i> , atualmente, <i>Manufacturing Enterprise Solutions Association</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i> (Planejamento de Necessidades de Materiais)
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> (Tempo Médio entre Falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo Médio de Reparo)
NAOs	<i>New Approaches to Operations</i>
NDLTD	<i>Global ETD Search</i> (Biblioteca digital de teses e dissertações internacionais)
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PLM	<i>Product lifecycle Managemen</i> (Gerenciamento de Ciclo de Vida de Produto)
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>

SubUEN	Subunidade Estratégica de Negócios
SI	Sistema de Informação
TEEP	<i>Total Effectiveness Equipment Performance</i>
TI	Tecnologia da Informação
UEN	Unidades Estratégicas de Negócio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	18
1.2	Objetivos de Pesquisa: Geral e Específicos	22
1.3	Delimitação	23
1.4	Estrutura da Dissertação	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1	Evolução dos Sistemas de Informação em Manufatura	25
2.2	Manufacturing Execution System	27
2.2.1	Pilares de um MES	31
2.3	Composição e Formação de Estratégias	39
2.3.1	Prioridades de Competência da Manufatura	42
2.4	Tecnologia da Informação, Manufatura e MES	47
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
3.1	Tipologia de pesquisa	49
3.2	Objeto e unidades de pesquisa	51
3.3	Método de trabalho	52
3.4	Procedimento de execução da Pesquisa	54
4	CONSTRUÇÃO DA MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE IMPORTÂNCIAS	56
4.1	Aplicação da AHP e escala Likert	56
4.1.1	Identificação dos macro-objetivos, pilares e funcionalidades do MES e sua distribuição percentual	59
4.1.2	Identificação das prioridades e subprioridades de competência da manufatura e sua distribuição percentual	59
4.1.3	Identificação dos percentuais entre as funcionalidades MES x prioridades de competência da manufatura	60
4.1.4	Identificação dos pesos quanto a aplicação e quanto a melhorar e/ou implantar as funcionalidades MES	61
4.2	Modelagem de distribuição de importâncias MES - MDIMES	61
4.3	Aplicação da Modelagem nas Empresas	68
4.3.1	Empresa MA	68
4.3.2	Sistema MES da empresa MA	69
4.3.3	Identificação das subprioridades de competência da manufatura na empresa MA	70
4.3.4	Resultados da aplicação da modelagem MDIMES na empresa MA	71
4.3.5	Discussão dos resultados da empresa MA	81
4.3.6	Empresa DZ	83
4.3.7	Sistema MES da empresa DZ	84
4.3.8	Identificação das subprioridades de competência da manufatura na empresa DZ	85
4.3.9	Resultados da aplicação da modelagem MDIMES na empresa DZ	86
4.3.10	Discussão dos resultados da empresa DZ	90
4.4	Discussão Acerca da Modelagem	91

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
5.1	Recomendações de Pesquisas Futuras	97
	REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE A	— IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS, PRIORIDADES E SUB-PRIORIDADES ESTRATÉGIAS	108
APÊNDICE B	— ESTIMATIVA DS INTERAÇÕES RECÍPROCAS (APLICAÇÃO DA AHP): MACRO-OBJETIVOS E FUNCIONALIDADES DO MES	110
APÊNDICE C	— ESTIMATIVA DAS INTERAÇÕES RECÍPROCAS (APLICAÇÃO DA AHP): PRIORIDADES E SUBPRIORIDADES DE COMPETÊNCIA DA MANUFATURA	116
APÊNDICE D	— ESTIVA DE INFLUENCIA ENTRE FUNCIONALIDADES DO MES X PRIORIDADES DE COMPETÊNCIA DA MANUFATURA	118
APÊNDICE E	— ESTIMATIVA DE APLICAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DO MES	123
APÊNDICE F	— ESTIMATIVA PARA MELHORIA DAS FUNCIONALIDADES DO MES	125

1 INTRODUÇÃO

Para empresas que buscam ser competitivas, melhorar competências é importante, haja vista o avanço globalizado de produtos e serviços. Para isso, alinhar adequadamente os meios que proporcionem comunicar, captar dados, otimizar processos, planejar soluções e alternativas no chão-de-fábrica, tornam-se relevantes (FRANK et al., 2016). Principalmente quando estes meios auxiliam no aumento da competitividade, na melhora nos resultados e suporte às prioridades competitivas, que conseqüentemente, podem influenciar nas estratégias da produção e suas prioridades de competência da manufatura (DE VARGAS; SELLITTO, 2016).

Em uma organização, os objetivos do negócio por meio das orientações estratégicas devem guiar as escolhas das práticas de produção, e estas práticas devem guiar os programas a serem priorizados e desenvolvidos, para que estes contribuam adequadamente ao desempenho operacional (ARNAS; SOUSA JABBOUR; SALTORATO, 2013). Isso denota grande importância ao alinhamento a jusante e a montante entre estratégias e táticas às práticas de produção, soluções e alternativas no chão-de-fábrica que conduzam à obtenção de melhores resultados, expressos sob a forma de lucros e satisfação do mercado consumidor.

A obtenção de melhores resultados pode ocorrer com o uso de ferramentas que auxiliem no processo de tomada de decisão, inclusive por meio do uso de ferramentas que possibilitem o controle em tempo real das operações produtivas (KLETTI, 2007; LIU; LI; YAO, 2010; NEGABAN; SMITH, 2014; STANO et al., 2011). Pois, dispor da capacidade de processamento e recuperação de informações em tempo real pode auxiliar as empresas em seu ambiente de manufatura, em vista a competição global (YANG; ZHANG; CHEN, 2016).

O processamento de informação é proveniente dos sistemas de informação (SI). Os SI possibilitam gerar vantagem competitiva, sendo progressivamente incorporados nas empresas (PORTER; MILLAR, 1985), expressando ainda, em 2016, relevância para a obtenção de resultados (DE VARGAS; SELLITTO, 2016). Os SI auxiliam na obtenção de maior controle e produtividade (TROCHE-ESCOBAR; CARVALHO; FREIRES, 2015), permitindo gerar melhorias nos processos e nas estratégias das empresas (BERCHET; HABCHI, 2005). Os SI podem ser essenciais para algumas indústrias (MIRCHANDANI; LEDERER, 2014), sobretudo, em ambientes de manufatura em que produtos e insumos sejam mais onerosos e difíceis de serem obtidos (UÇAKTÜRK; VILLARD, 2013). O mesmo pode acontecer em ambientes de complexidade das atividades e de diferentes necessidades a serem atendidas (ZHANG; GREGORY, 2011).

O *Manufacturing Execution System* (MES), denominado Sistema de Controle da Manufatura, é um SI que pode auxiliar as empresas a identificar e melhorar seus resultados. É amparado por um sistema computadorizado que permite o monitoramento e supervisão dos produtos e processos, auxiliando os gestores em suas tomadas de decisão (SEDANO et al., 2011). Essas informações são dinâmicas, com base estatística, podendo a visualização dos eventos ser online (LIU; LI; YAO, 2010; STANO et al., 2011) apropriadas para técnicos, analistas e gerentes em suas decisões (STANO et al., 2011).

O MES sustenta a conexão entre as atividades de chão-de-fábrica e o *Enterprise Resource Planning* (ERP - Planejamento dos Recursos da Empresa), transferindo dados entre esses níveis (GOVINDARAJU; PUTRA, 2016; NEVES, 2011; ZHANG et al., 2009), gerando vínculos com os planos de processos que podem auxiliar na melhoria do método de decisão (NONAKA et al., 2012). Tem por objetivo complementar a lacuna entre os sistemas de planejamento ERP e *Material Requirement Planning* (MRP - Planejamento das Necessidades de Materiais), com o controle relativo aos recursos do chão-de-fábrica (pessoas, equipamentos e estoques), proporcionando maior controle (MCCLELLAN, 2001).

O MES é apresentado na literatura como um sistema constituído de pilares que refletem um conjunto de funcionalidades em que este sistema é capaz de executar (KLETTI, 2007; MESA, 2015). Isso ocorreu em 1992 pela *Manufacturing Enterprise Solutions Association* (MESA), designando 11 funcionalidades que permitem: coletar dados; gerenciar os recursos; o desempenho; os materiais; as ordens de produção; a manutenção; os documentos; os processos; a qualidade; obter informações para o planejamento e rastreabilidade (KLETTI, 2007; MCCLELLAN, 2001; MESA, 2015; NAEDELE et al., 2015; STANO et al., 2011).

Em suma, a relevância dos sistemas MES é decorrente da possibilidade em auxiliar no controle do desempenho operacional das empresas (UGARTE; ARTIBA; PELLERIN, 2009; ELLIOTT, 2013; HELO et al., 2014; KARANI, 2005; KLETTI, 2007; NAEDELE et al., 2015; NEVES, 2011; NEVES et al., 2015; NEWS, 2015; VALER, 2011). Este controle ocorre por meio do processo de coleta, integração e análise dos dados gerados no chão-de-fábrica, sendo disponibilizadas informações rápidas e precisas para a tomada de decisão, viabilizando melhorias nos processos operacionais que permitem às empresas otimizarem seus ativos, minimizarem seus estoques e aumentarem sua agilidade (NAEDELE et al., 2015). Esses resultados podem auxiliar no fortalecimento das prioridades de competência da manufatura, também identificadas na literatura por prioridades competitivas da manufatura, capacidades competitivas da manufatura, ou também capacitações operacionais internas, cujas nomenclaturas tratam da mesma temática. No decorrer da pesquisa será utilizado o termo prioridades de competência da manufatura.

As prioridades de competência da manufatura de uma empresa, a exemplo de: custo, tempo e qualidade (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993); produtividade, atendimento, lead-time, flexibilidade, qualidade e inovação (PANTALEÃO, 2012), estão ligadas às condições internas da empresa, na relação de aplicação de técnicas e ferramentas que permitam intensificar a eficiência e proporcionar a manutenção da competitividade. A competitividade expressa a capacidade da empresa atender aos objetivos do mercado (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993), ou seja, o olhar externo sob a visão dos consumidores, denominadas de prioridades competitivas (CHEN et al., 2015; JABBOUR; FILHO, 2010; PANTALEÃO, 2012).

De acordo com Corbett e Van Wassenhove (1993), a competência e a competitividade podem ser entendidas como conceitos multidimensionais complexos, cujas subdimensões podem variar conforme o mercado, sendo a competência uma condição indispensável para sustentar a competitividade. Isso representa dizer que, o desenvolvimento das prioridades de compe-

tência da manufatura são requisitos que sustentam e refletem no atendimento das prioridades competitivas (visão externa), por consequência na estratégia do negócio.

Conforme Skinner (1969), a manufatura influencia na estratégia do negócio e a estratégia do negócio influencia na manufatura. A estratégia da manufatura pode auxiliar por meio dos seus sistemas produtivos, mediante escolhas operacionais, sejam elas voltadas à personalização dos produtos, tempo de entrega, flexibilidade, escala ou outros (TEIXEIRA et al., 2014). Pode-se considerar que a estratégia da produção relaciona diversos elementos de ações e decisões combinadas, guiadas pelas aprendizagens e a trajetória da organização (MARCHI, 2014). Neste relacionamento de elementos pode ser encontrado o SI MES, como mecanismo de apoio às competências de uma empresa.

As empresas necessitam melhorar sensivelmente suas competências e suas estratégias de gerenciamento (KLETTI, 2007). Para isso, é necessária a adoção de soluções que reproduzam a estratégia de negócio adotada e que viabilize a obtenção de resultados eficazes (KAPLAN; NORTON, 2009). Resultados podem ser obtido com a rápida disponibilidade em avanços nos métodos que promovem a integração das informações industriais que, conseqüentemente, impulsionam o crescimento por sistemas (CHEN, 2016).

Entretanto, o crescimento por sistemas muitas vezes não são priorizados cientificamente, a exemplo do planejamento dos sistemas de gerenciamento, alocação, utilização e manutenção (SONG et al., 2015). Portanto, conforme este autor, determinar a importância dos subsistemas de informação é algo crucial, afim de determinar a manutenção ou construção dos sistemas em empresas de manufatura. Ademais, determinar a importância das funcionalidades dos SI ou subsistemas é fundamental no apoio a competência, ou seja, apoio às prioridades de competência da manufatura.

Considerando o MES para as empresas, o conveniente seria às estratégias, requisitos de competência e práticas de produção, guiar os pilares e funcionalidades a serem desenvolvidas e priorizadas. Ugarte, Artiba e Pellerin (2009) em sua revisão sistemática sobre o MES, mencionam existir lacunas a serem respondidas sobre como identificar quais processos devem ser implementados e quais dados devem ser recolhidos em uma empresa que busque implantar o MES. Os autores explicam que, conforme o modelo de organização, é possível encontrar diferentes prioridades e processos de fabricação, que resulta na necessidade de diferentes priorizações dos elementos MES. Na mesma linha, De Vargas e Sellitto (2016) consideram importante o alinhamento do foco entre MES e prioridades competitivas, estratégia de produção e/ou prioridades de competência da manufatura. Por fim, achados do estudo de Chen (2016), sinaliza crescente aumento em pesquisas acerca de desafios e soluções pertinentes a concepção, implementação e gestão da integração da informação industrial. Sobre estas, o autor considera necessário esforços que visem a combinação de técnicas às tecnologias, atuais e emergentes.

Neste entendimento, a presente pesquisa contribui às empresas de manufatura que possuem ou buscam implantar sistemas MES e implantadores de sistemas MES, na concepção de modelagem que possa auxiliar na determinação do foco que conduz à satisfação dos objetivos

estratégicos da manufatura.

1.1 Justificativa

Academicamente, desenvolver estudos sobre MES pode ser importante, haja vista a previsão do faturamento na aplicação e desenvolvimento de sistemas MES de mais de US\$ 12 bilhões de dólares entre 2015 e 2020, o que representa um crescimento médio anual de 10,8%, (RESEARCHANDMARKETS, 2015). Segundo Davidson (2014), em seu relatório referente a *Manufacturing Metrics* (2013-2014), desenvolvido para a MESA entre o período de outubro de 2013 e fevereiro de 2014, analisando 214 indústrias de diversos ramos e países, o uso do sistema MES passou de 35% para 40% .

Ademais, buscas em alguns portais de periódicos em novembro de 2015, demonstram que a maior parte dos estudos sobre MES está concentrada nos últimos cinco anos, com pico em 2011 e 2012. Nas bases de dados, o termo “*Manufacturing Execution System*” apresentou, entre janeiro de 2011 a novembro de 2015, os seguintes percentuais em relação ao total publicado na literatura sobre este termo: Google Scholar 39,3%; EBSCO Host 48,2%; Science Direct 45,3%; Scopus 25%; Web of Science 44,2%; CAPES 36,4%.

Diante disso, conclui-se que expressiva parcela das publicações tem se concentrado nos últimos cinco anos. Para prevenir efeito de bias, tendo em vista que toda a produção mundial cresceu, fez-se uma comparação com o seguinte termo de base: “*Theory of Constraints*”. Os resultados em relação ao total publicado sobre este termo foram: Google Scholar 41,3%; EBSCO Host 29,4%; Science Direct 29%; Scopus 30,7%; Web of Science 26,9%; CAPES 35,8%.

Em novembro de 2015, revisado em novembro de 2016, foram realizadas buscas no Portal da Capes, Web of Science, EBSCO Host, Science Direct e Scopus, relacionado ao período de 2006 a 2016 e critérios de seleção, conforme o Quadro 1, para os termos MES (*Manufacturing Execution System*); Pilares do MES (*Core Functions of Manufacturing Execution System*) e Prioridades de Competência da Manufatura (*Competitive Capabilities*). O desdobramento da pesquisa contou com MES e Prioridades de Competência da Manufatura (*Manufacturing Execution System and Competitive Capabilities*); MES e Estratégia da Produção/ Estratégia da Manufatura (*Manufacturing Execution System and Production Strategy/ Manufacturing Strategy*).

Os critérios de busca utilizados nos portais são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de refinamento nos portais de periódicos

Portal	Critério de Refinamento
Capes	Qualquer; é (exato); artigos; revisado por pares
Web of Science	Tópico".."; <i>article</i>
EBSCO Host	AB Resumo "..."; texto completo; revistas acadêmicas (analisadas por especialistas)
Science Direct	"..."; <i>Title-Abstr-Key</i> ; <i>journal</i>
Scopus	<i>Title-Abs-Key</i> ("..."); <i>document type (article, article in press)</i>
Google Scholar	"...".

Fonte: Autor (2015)

Os resultados das buscas nas bases de dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das buscas nas bases de dados

Termos	Total	Anos com maior volume de publicações	Bases com maior volume de publicações
MES (<i>Manufacturing Execution System</i>)	639	2012; 2008; 2011	Scopus; Portal Capes; <i>Web of Science</i>
Prioridades de Competência da Manufatura (<i>Competitive Capabilities</i>)	459	2011; 2012; 2013	Scopus; Portal Capes; <i>Web of Science</i>
Pilares do MES (<i>Core Functions of Manufacturing Execution System</i>)	26	2011; 2013; 2008	Scopus
MES e Prioridades de Competência da Manufatura (<i>Manufacturing Execution System and Competitive Capabilities</i>)	1	2001*	Scopus
MES e Estratégia da Produção/ Estratégia de Manufatura (<i>Manufacturing Execution System and Production Strategy/ Manufacturing Strategy</i>)	9	2012; igual quantidade 2006;2013;2014;2015	Scopus

Nota: * não constam pesquisas com os termos partir de 2006, considerou-se a publicação mais próxima (2001)

Fonte: Autor (2016)

Estes resultados demonstram maior quantidade de publicações para o termo MES, posteriormente prioridades de competência da manufatura e pilares do MES. Para estes termos, o ano de 2011 é um dos anos de maior volume de publicação entre os termos. Para o termo MES, a maior concentração em publicações foi 2012; prioridades de competência da manufatura e pilares do MES foi 2011. Os termos MES e prioridades de competência da manufatura apresentou somente um artigo na data de 2001. Para os termos MES e estratégia da produção/ estratégia da manufatura foram nove artigos com maior concentração no ano de 2012. Mediante estes critérios é notável a baixa quantidade de artigos que abordam MES e estratégia da produção e MES e prioridades de competência da manufatura. Distintamente, os resultados quando o termo é independente, ou somente MES, ou somente prioridades de competência da manufatura; a quantidade de publicações é superior. Estes resultados são indícios de possibilidade à pesquisa que explore ambos os termos de maneira conjunta.

Além disso, os resultados demonstram maior volume de publicações na base de dados *Scopus*. Neste sentido, utilizando o auxílio do software de análise bibliométrica *VOSviewer*, conforme Van Eck e Waltman (2010), por meio da função “*create map*”; “*Co-authorship*”; “*Coun-*

tries”; “*minimum number of documents of a country = 5*”; demais campos mantido o preenchimento padrão do software (autoria com base no país de origem do principal autor); resultou as seguintes análises aos termos:

- a) MES: de um total de 124 países, 31 apresentam cinco ou mais publicações. Destes, a China possui o maior volume de publicações (29,7%), seguida por Estados Unidos (19,7%) e Alemanha (14,1%). O Brasil encontra-se na 17^a posição com 1,1%. Consequentemente, a China concentra o maior volume de citações (22,9%); e o Brasil 1,4%. Estes países apresentam-se distribuídos em sete clusters. O Brasil está posicionado no cluster composto por Itália, Países Baixos, Noruega e Reino Unido.
- b) prioridades de competência da manufatura: de um total de 53 países, nove apresentaram cinco ou mais publicações. Destes, os Estados Unidos possui o maior volume de publicações (31,8%), seguido por China (19,9%) e Reino Unido (10,4%), consequentemente, os Estados Unidos concentra maior volume de citações (61,4%). Estes nove países apresentam-se em três clusters: Austrália, Canadá Espanha e Estados Unidos; Alemanha, Itália e Reino Unido; China e Taiwan. O Brasil apresenta somente quatro publicações, não fazendo parte desta análise.

Conclui-se que haja um baixo volume de publicações originárias do Brasil relativas a estes temas. Quando comparado à China, as diferenças no volume de publicações são notáveis. Auxiliando a reforçar estes resultados, em consulta na base NDLTD – *Global ETD Search* (Biblioteca digital de teses e dissertações internacionais), em novembro de 2016 para o termo “*Manufacturing Execution System*”, os resultados demonstram grande concentração de estudos acerca do MES nas línguas chinesa e inglesa. Estas línguas concentram 75,8% e 12,1%, respectivamente, concentrando na língua portuguesa 5,8%.

Sob a visão empresarial, é identificado crescente aumento na implementação de tecnologias no ambiente industrial, inclusive de sistemas MES (ZHANG et al., 2017). Planejar esses SI em direção aos objetivos desejados torna-se essencial (UÇAKTÜRK; VILLARD, 2013). Neste caso, antes da implantação de um MES é recomendado que a empresa realize uma análise estratégica do seu negócio e das tecnologias de informações já existentes, como parte para a definição dos requisitos do negócio e dos critérios necessários para a seleção da tecnologia e fornecedor (KARANI, 2005).

Ademais, é necessária a utilização inteligente dos recursos produtivos vinculando-os ao ambiente estratégico, possibilitando atingir diferencial competitivo e maximizar os resultados da organização (PANTALEÃO, 2012). Isso simboliza a necessidade de potencializar os recursos abundantes e minimizar os recursos limitados, controlando a manufatura para obter o máximo de resultado, sejam eles em momentos de alto consumo ou em tempos de crise.

Segundo Antunes Jr. et al. (2008), algumas conjunturas que motivam a necessidade de controle dos recursos, principalmente no ambiente brasileiro, são:

- a) a variedade de produtos na maior parte dos setores industriais aumentou com a abertura da economia brasileira;
- b) a escala de produção na indústria é relativamente menor que o apresentado pelos países desenvolvidos, a exemplo do Japão, Estados Unidos e Alemanha;
- c) o custo da mão de obra é menor que os países desenvolvidos, porém maior que em outros países recém industrializados. No Brasil, esse custo de mão de obra tem demonstrado aumento nos últimos anos;
- d) os juros detêm taxas exorbitantes comparados aos países desenvolvidos. Isso requer que a indústria maximize a pleno a utilização dos seus ativos e reduza os estoques; e,
- e) por fim, as empresas necessitam de modelos de gestão da produção que maximizem os recursos abundantes (trabalho) e minimizem os recursos escassos (capital e investimento).

A Indústria de Transformação no final de 2014, apresentou 10,9% de participação no Produto Interno Bruto brasileiro (PIB). A maior participação deste setor ocorreu em 1985 com 21,6%. A partir desse momento ocorreram oscilações e decréscimo, galgando retomada maior somente em 2003, ao valor de 16,9%. Doravante, ocorreram decréscimos, chegando em 2014 correspondendo a um dos menores valores da série histórica, equivalente ao de 1947. Isso sinaliza crise na indústria. A soma do valor adicionado da Indústria de Transformação, conforme dado do ano de 2013, foi de R\$ 506.071 milhões (DEPECON, 2015).

Por outro lado, a área de Tecnologia da Informação (TI) no Brasil está crescendo nos últimos tempos. Conforme a Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES), o Brasil apresentou crescimento de 6,7% em 2014 em relação a 2013. Esse mercado de TI, formado por hardware, software e serviços, conta com cerca de 12.660 empresas que desenvolvem, produzem, distribuem e prestam serviços no mercado nacional, chegando a movimentar 60 bilhões de dólares em 2014, o que representou 129,72 bilhões de reais. Isso designa 2,6% do PIB brasileiro, 3% do total investido em TI no mundo e 46% entre os países da América Latina. O crescimento entre 2005 a 2014 no setor de TI foi de 260%. Os setores com maior investimento em TI, nesse período, foram o comércio e a indústria, sendo esta última com a participação em 22,5% no Market Share em TI (ABES, 2015).

Por fim, implantar sistemas MES pode auxiliar a obter resultados. Segundo pesquisa realizada pela MESA, divulgada por Davidson (2014), o resultado médio de melhoria obtido entre as empresas que contam com MES, durante 2012 e 2013, foram: financeiro 8,6%; inventário 15%; inovação 7,8%; velocidade nas informações 10%; eficiência 17%; qualidade 13,7%; manutenção 14,9%; conformidade 18,5%, custo por unidade 22,5%. Ainda, é possível identificar outros benefícios advindos da implantação de um sistema MES corroborada por alguns autores:

- a) pode facilitar a centralização e distribuição de informações para a organização, de maneira integrada com outros sistemas de informação (KŠKSAL; TEKIN, 2012; NEVES, 2011; SONG et al., 2015);
- b) pode auxiliar na identificação em tempo real da situação dos produtos na manufatura (ELLIOTT, 2013; MESA, 2015; NEVES, 2011; VANDERLEI et al., 2009);

- c) pode ser integrado a algumas das novas tecnologias de manufatura digital e tecnologias de informação (JIANG et al., 2015; NEWS, 2015);
- d) pode auxiliar na redução de custos (DE VARGAS; SELBITTO, 2016; DEUEL, 1994; MATSUBARA, 2014; MESA, 2015);
- e) pode aumentar pelo menos um dos elementos de: produtividade, confiabilidade das informações, qualidade dos produtos, rastreabilidade; facilita a programação de produção e o controle (DEUEL, 1994; MESA, 2015);
- f) pode auxiliar na contribuição com a sustentabilidade da manufatura (ex.: redução de energia, desperdícios e quebras de máquinas) (LEE et al., 2014; MESA, 2015);
- g) pode auxiliar no planejamento da produção e controle de materiais (MESA, 2015; VALER, 2011).
- h) contribui com os objetivos estratégicos (KLETTI, 2007; MESA, 2015).

Sob a visão social, tanto o setor da indústria de transformação quanto da tecnologia da informação contam com parcela considerável na geração de empregos. Conforme a Associação Brasileira de Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (BRASSCOM), o setor contou com grandes investimentos na qualificação da mão de obra, por exemplo, o investimento em 1,4 milhão de reais pelo Programa Estratégico de Software e Serviços de TI, promovido pelo Governo Federal no ano de 2012. De acordo com os dados, nesse mesmo ano, o setor de TI empregava cerca 1,3 milhão de profissionais (BRASSCOM, 2012). Já, o setor da Indústria de Transformação participa com a geração de 8,171 milhões de empregos formais, o equivalente a 16,4% do total de empregos no Brasil (RAIS, 2015). Ambos os setores são objeto desta pesquisa.

Por fim, o uso de sistemas MES pode auxiliar a minimizar os desperdícios de recursos, principalmente os escassos. Minimizar perdas contribui com o total necessário de matéria-prima na fabricação de produtos. Esta ação pode auxiliar, inclusive ao meio ambiente.

1.2 Objetivos de Pesquisa: Geral e Específicos

A presente pesquisa tem por objetivo responder ao problema de pesquisa: como determinar o foco das funcionalidades que compõem os pilares de um MES para à satisfação dos objetivos estratégicos da manufatura?

O objetivo geral é elaborar uma modelagem que possa distribuir importâncias entre as funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais.

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar na literatura os macro-objetivos, pilares e funcionalidades que podem compor um sistema MES;
- b) Identificar na literatura, posteriormente nas empresas, as principais prioridades e subprioridades de competência da manufatura;

- c) Identificar a distribuição percentual para os macro-objetivos, pilares e funcionalidades MES; prioridades e subprioridades de competência da manufatura; e, a influência que cada funcionalidade MES pode exercer na obtenção de resultados em cada prioridade de competência da manufatura; em cada empresa;
- d) Identificar pesos quanto a aplicação das funcionalidades MES e quanto a melhorar e/ou implantar a funcionalidade MES; em cada empresa;
- e) Construir uma modelagem que distribua importâncias entre as funcionalidades MES, formado por vetor de importância entre funcionalidades e quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores.

O método de pesquisa é a modelagem quali-quantitativa. A modelagem desenvolvida foi aplicada em duas empresas denominadas MA e DZ, que datam o uso de sistema MES de onze e oito anos. As principais técnicas de pesquisa consistem em: entrevista semiestruturada e aberta; aplicação da análise de decisão multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP); escala Likert; e, grupo focal. Participaram nove colaboradores de cada empresa, distribuídos em gerentes, gestores, analistas e analistas técnicos.

1.3 Delimitação

Esta pesquisa tem por foco responder ao objetivo geral e específicos. Diante disso, não fazem parte da pesquisa:

- a) entender profundamente o porquê de determinada estratégia ou o processo de concepção do MES implantado nas empresas;
- b) analisar resultados de indicadores das empresas, mesmo os provenientes dos sistemas MES;
- c) utilizar todas as prioridades e subprioridades de competência da manufatura presentes na literatura ou nas empresas, na modelagem;
- d) analisar em profundidade pormenores das funcionalidades do MES;
- e) efetuar comparativos e/ou aprofundamentos acerca dos resultados das modelagens entre as empresas.

1.4 Estrutura da Dissertação

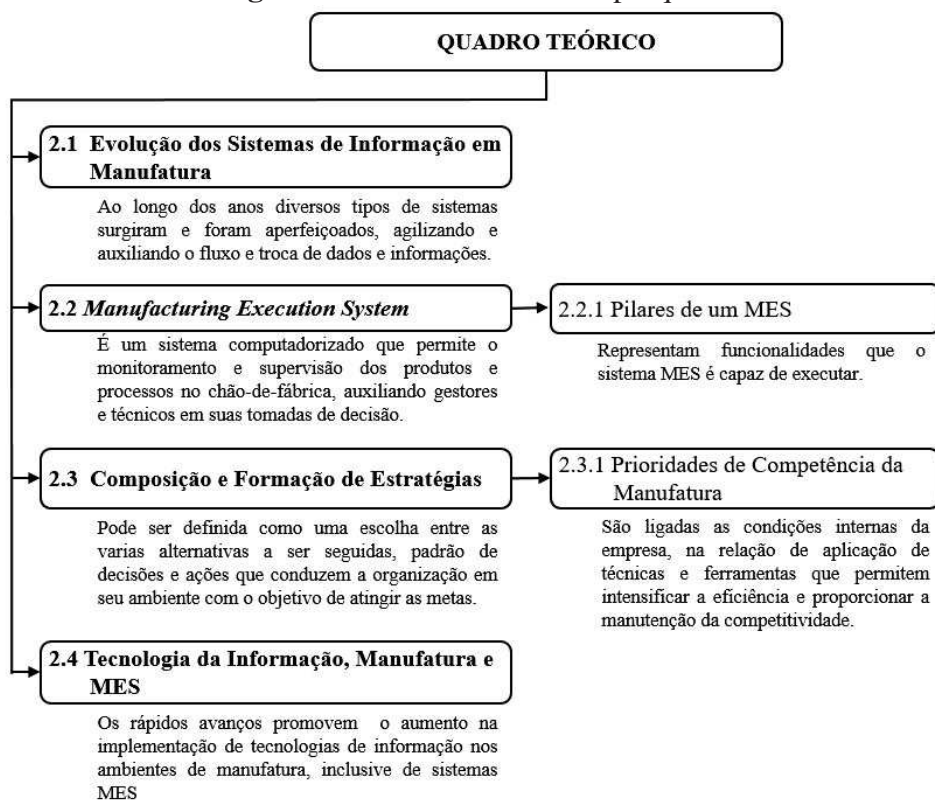
Esta dissertação está organizada cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, contendo: justificativa, objetivos de pesquisa, delimitação e estrutura da dissertação. O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, contendo: evolução dos sistemas de informação em manufatura, MES, composição e formação de estratégias e tecnologia da informação, manufatura e MES. O Capítulo 3 apresenta a metodologia, contendo: tipologia de pesquisa, objeto e unidades de pesquisa, método de trabalho e procedimento de execução da pesquisa. O Capítulo 4

apresenta a construção da modelagem de distribuição de importâncias, contendo: etapas para a construção da modelagem de distribuição de importâncias, aplicação da modelagem nas empresas empresa MA e DZ com respectivos resultados e discussão acerca da modelagem. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, contendo: elementos finais e recomendações de pesquisas futuras. Demais elementos integrantes da dissertação podem ser encontrados nos Apêndices.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são discutidas as diversas perspectivas relacionadas ao MES e prioridades de competência da manufatura. Para tanto, seguirá conforme a Figura 1.

Figura 1: Estrutura teórica da pesquisa



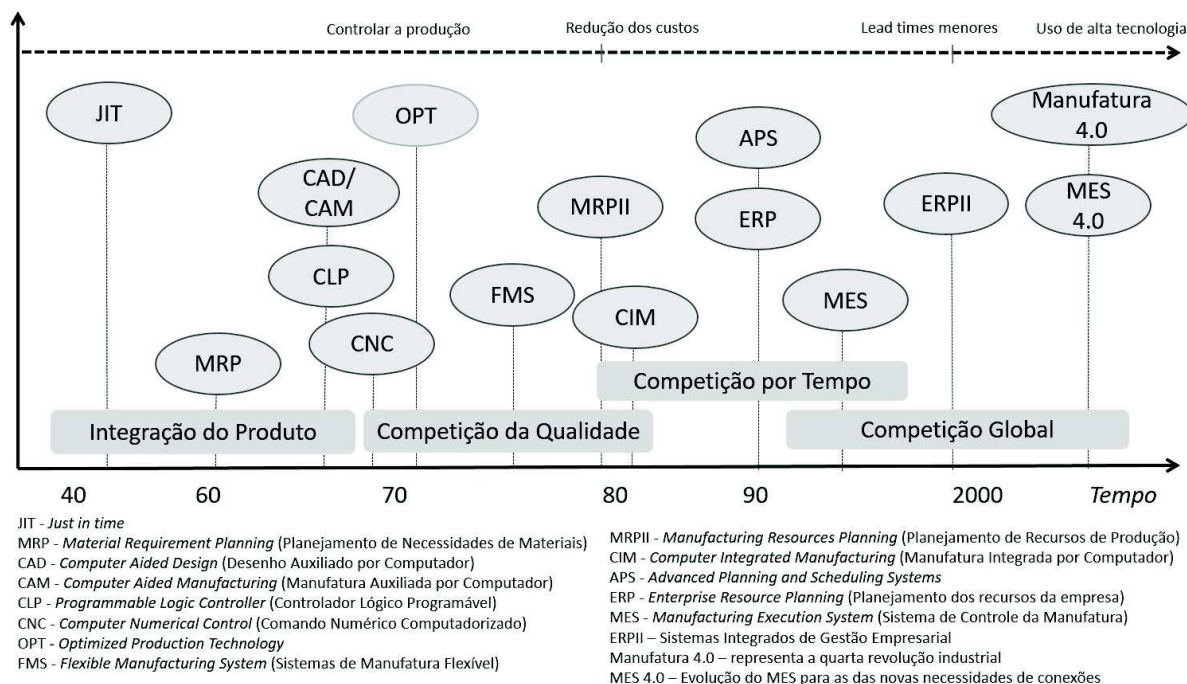
Fonte: Autor (2016)

2.1 Evolução dos Sistemas de Informação em Manufatura

Ao longo dos anos, novos contextos tecnológicos ligados ao ambiente da manufatura surgem. Isso decorre das necessidades existentes de algumas empresas em busca de maior agilidade e fluidez das suas estratégias de produção, encontrando nos sistemas de informação uma maneira de agilizar o fluxo e troca de dados e informações (ZAYATI et al., 2012). Para Matsubara (2014), nota-se o crescente esforço entre algumas empresas na realização de investimentos em sistemas para o chão-de-fábrica. O autor discorre que esses sistemas procuram integrar os diversos setores da cadeia, desde os fornecedores aos consumidores dos produtos, visando diferencial competitivo em um mercado de competição mundial.

As contribuições das técnicas passadas foram fundamentais para os atuais sistemas tecnológicos nos ambientes de manufatura. Ao longo das décadas, surgiram e aperfeiçoaram diversos tipos de sistemas. A Figura 2 representa esta evolução.

Figura 2: Representação da evolução tecnológica dos sistemas



Fonte: Autor com base em Matsubara (2014)

Diversos tipos de nomenclaturas em sistemas tecnológicos são identificados na Figura 2. Entre estes, o ERP na década de 90, congregando todo o aparato para a tomada de decisão sobre a gestão do negócio e de troca de informações com outros sistemas especialistas (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013; GIACON; MESQUITA, 2011). Entretanto, alguns autores relatam em suas pesquisas deficiências no ERP (HELO et al., 2014; KLETTI, 2007).

Kletti (2007) observa que as necessidades de algumas empresas, principalmente relacionado ao controle da produção, requerem ciclos de controles mais rápidos, inversamente ao que os ciclos de controle ERP geram. Devido a isso, as empresas de manufatura necessitam de sistemas mais específicos para o gerenciamento e otimização dos seus recursos produtivos para que garantam melhores serviços aos seus clientes (STADTLER, 2005).

Visando dispor de maior especificidade, surge na década de 90 a nomenclatura MES. O surgimento do sistema MES foi decorrente da elaboração de uma nova arquitetura e design proposta para o modelo do sistema *Computer Integrated Manufacturing* (CIM - Manufatura Integrada por Computador) no final dos anos 80. Esse levantamento de necessidade foi realizado pela *Purdue Research Foundation*, em Indiana nos EUA, em decorrência das necessidades almejadas para o sistema CIM nas plantas de manufatura (WILLIAMS, 1989). Então, em 1990, o termo MES foi criado pela *Advance Manufacturing Research* (AMR), representando os sistemas que atenderiam às funcionalidades relacionadas à gestão da produção identificadas nos sistemas CIM (ZHANG et al., 2009).

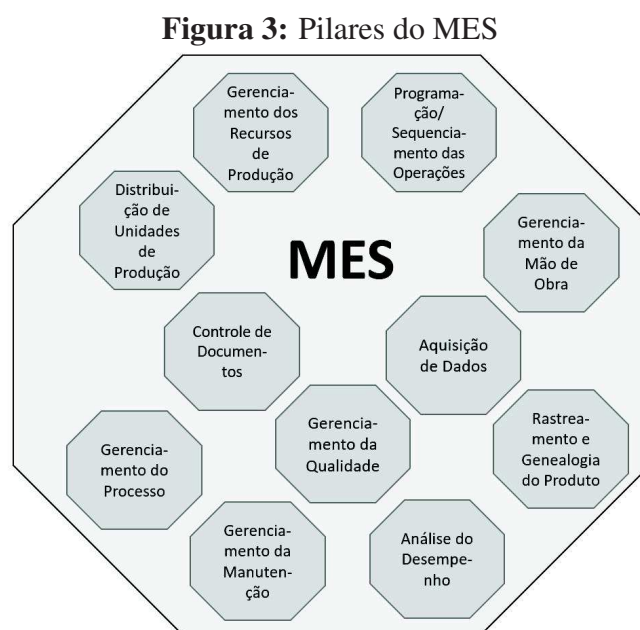
Em suma, conforme Kletti (2007), na manufatura de algumas empresas é possível encontrar uma série de sistemas que se comunicam, visando a atender às necessidades da empresa para o

atendimento das necessidades dos clientes. Com isso, as empresas passam a reconhecer a importância das tecnologias diante da gestão e tomada de decisão. Essas informações advindas das tecnologias auxiliam as empresas no desenvolvimento de novos produtos rapidamente, na realização de melhor controle nos custos envolvidos entre os processos, inclusive nos produtivos, e no respaldo ao mercado consumidor (NEVES, 2011).

2.2 Manufacturing Execution System

Em 1990 o termo MES foi criado pela AMR (ZHANG et al., 2009). Em 1992, surgiu a entidade MESA, representando os desenvolvedores de *software* e integradores de sistemas. Atualmente, a MESA possui amplitude global e objetivo de assessorar consultores, analistas, editores, acadêmicos e empresas parceiras que comercializam e implantam esses sistemas; atuando por meio de simpósios, publicações, eventos, reuniões e formação de grupos de discussão para troca de experiências e compartilhamento de melhores práticas de gestão (MESA, 2015).

Em 1992 a MESA divulgou uma lista de 11 funções/ atividades que as aplicações MES objetivavam realizar. Esta lista é denominada de Modelo MESA. As 11 funcionalidades são: alocação e estado dos recursos; programação das operações; distribuição de unidades de produção; controle de documentação; aquisição de dados; gerenciamento da mão de obra; gerenciamento da qualidade; gerenciamento do processo; gerenciamento de manutenção; rastreamento e genealogia da produção; e, análise de desempenho (MELLO; BOTINHÃO, 2012). Essas funcionalidades também recebem a denominação de Pilares do MES e representam as funcionalidades que esses sistemas podem desempenhar. A Figura 3 apresenta os pilares.



Fonte: Adaptado de MESA (2015)

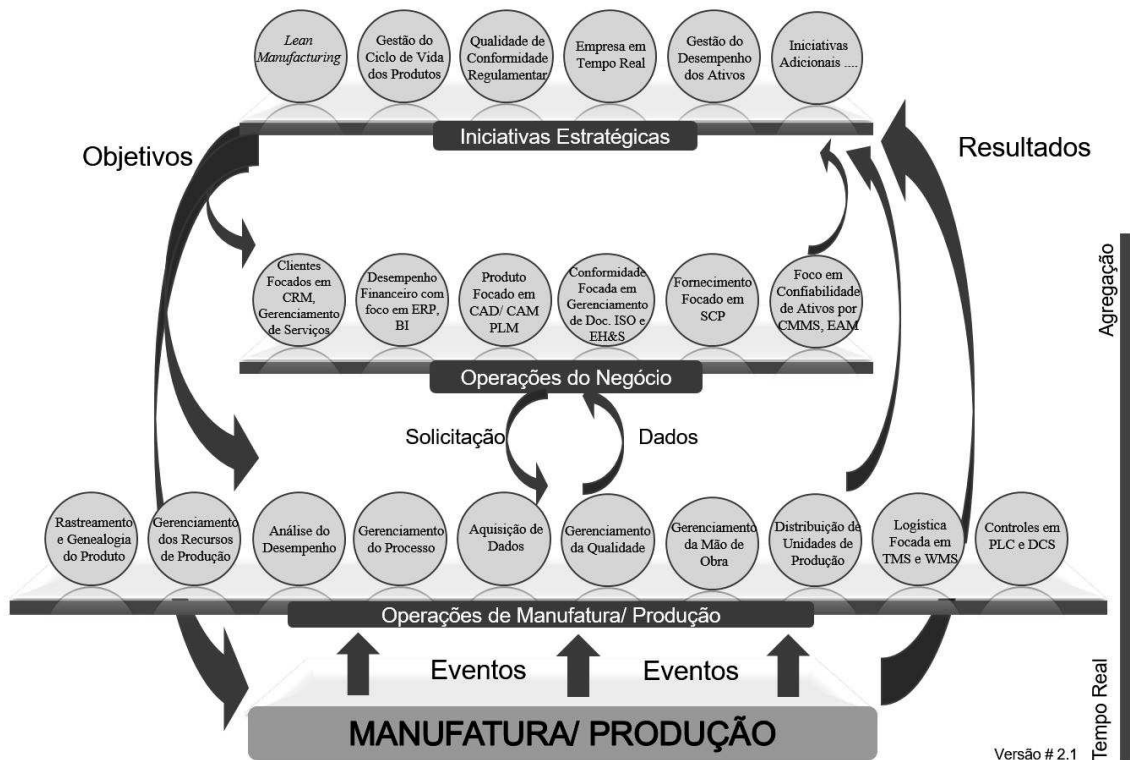
Mais tarde, em 1996, foi lançado o modelo de contexto, incorporando neste o modelo deno-

minado funcional, representando as relações do MES com outros sistemas.

Em segunda versão em 2004, a MESA o denominou modelo colaborativo c-MES, sugerindo o relacionamento com outras aplicações. Até o ano de 2004, as versões propostas pela MESA focavam unicamente as operações. A partir de 2004, o foco passou para a interação entre as atividades de operação com o negócio da organização, denominado *Collaborative Manufacturing Execution Systems* (Sistemas Colaborativos de Execução da Manufatura). Esse modelo amplia a visão da MESA, propõe a visualização de novas questões internas nas organizações relacionadas ao aumento da concorrência, terceirizações e a otimização da cadeia de suprimentos e dos ativos. O modelo sugere a combinação entre os sistemas com as funcionalidades MES, visando a melhorar essa ligação. Ainda que a maioria dos meios de comunicação entre estes sistemas ocorresse na maneira tradicional, o avanço da internet e de trocas baseadas na web auxiliaram decisivamente para a qualidade das comunicações.

Por fim, o modelo atual da MESA foi desenvolvido em 2008, provém da terceira geração do modelo MESA, com o nome de *MESA Strategic Initiatives Program*. O modelo tem por objetivo reconhecer a importância e o uso das informações provindas da produção em relação à supervisão direta dos eventos entre os departamentos e no suporte às necessidades administrativas. Em suma, contempla prioritariamente as inter-relações entre as estratégias do nível corporativo, as estratégias dos negócios das operações e as estratégias das operações de produção (MESA, 2015). A Figura 4 apresenta este modelo.

Figura 4: Modelo atual MESA Programas de Iniciativas Estratégicas



Fonte: Adaptado de MESA (2015)

No modelo atual, entre as necessidades administrativas estão inseridos os recursos do ERP, *Customer Relationship Management* (CRM – Gestão do Relacionamento com o Cliente), *Product lifecycle Management* (PLM – Gerenciamento de Ciclo de Vida de Produto) e *Supply Chain*, além do suporte para as estratégias corporativas como o *Lean Manufacturing*, *Real Enterprise* e PLM. Além disso, o nível intermediário é composto pelas estratégias que focam no negócio das operações e que provem o suporte às estratégias da corporação, realizando a administração dos recursos administrativos que monitoram as operações da manufatura, na coleta de dados e geração de informações. Logo abaixo, no nível de operações, é onde ocorre a manufatura dos produtos. Nesse nível, ocorre o monitoramento in loco dos elementos operacionais dos eventos produtivos.

O modelo atual da MESA foi definido sobre cinco iniciativas estratégicas que formam o nível executivo. Essas iniciativas são definidas pela MESA (2015) como:

- a) *Lean Manufacturing*: busca a identificação e eliminação de perdas continuamente, gestão dos processos e fluxos de materiais, a padronização e a gestão visual disponível aos colaboradores, o constante aperfeiçoamento dos funcionários, aumento da produtividade, melhoria da qualidade e a redução dos custos de produção;
- b) *Real-Time Enterprise* – RTE: procura executar o monitoramento, análise e captura de eventos que possam gerar atrasos no processo de negócio da organização exatamente no momento em que ocorrerem;
- c) Qualidade e conformidade regulatória: está associada à melhoria em design, na engenharia sobre o produto e processos que repercutirão na melhoria da qualidade e diminuição dos custos, além de atestar os procedimentos de qualidade aplicados sobre os produtos;
- d) Gestão de Desempenho de Ativos – APM (*Asset Performance Management*): visa à maximização da rentabilidade e previsibilidade dos ativos por meio do cruzamento entre visão financeira e operacional, visualizando todo o ciclo de vida do ativo;
- e) Gestão do Ciclo de Vida do Produto – PLM: realiza a integração de pessoas, processos, sistemas de negócio e informação, visando à prática de soluções de negócio que promovam o apoio a criação, gestão, divulgação e o uso de informações acerca do produto em todo o seu ciclo de vida.

Em suma, o que sugere o modelo atual é a possibilidade de escolha das soluções com base nas funcionalidades de que o negócio considera importante e como essas funcionalidades estão inter-relacionadas (MELLO; BOTINHÃO, 2012). Com base nessa colocação do autor, é possível interpretar que a MESA busca em seu modelo propor uma forma preliminar auto ajustada aos propósitos da organização. Esses propósitos relacionam-se ao tipo de negócio e as estratégias em desenvolvimento ou almejadas pela empresa. Procedendo a essas mudanças e às novas necessidades da indústria, levou a MESA a alterar seu nome para *Manufacturing Enterprise Solutions Association* (MESA, 2015).

O MES teve importante auxílio na organização e definição de padrões e terminologias. No Modelo Funcional da ISA-95, é definida as funções de inter-relações entre os sistemas de gestão

e de operações, formada por seis partes. Representa um guia que pode ser utilizado por fabricantes de tecnologias MES, integradores de sistemas, gestores de bases de dados entre outros de forma consistente e esclarecida (ISA, 2015). Isso ocorre da maneira como as comunicações são realizadas entre os elementos que compõem as atividades do MES e demais elementos externos que dão suporte às atividades de controle voltadas ao ambiente empresarial.

A norma ISA apresenta as funções que os sistemas devem desempenhar por meio de um modelo hierárquico composto de quatro níveis. Esse modelo especifica os limites e os tipos de trocas de dados para cada nível entre os sistemas (ISA, 2015); sendo: o nível quatro apresenta a camada de gestão do negócio; nível três apresenta a camada de gestão da manufatura; nível dois relata as funções de supervisão, monitoramento e controle dos processos de produção; nível um apresenta os sensores e demais atuadores; nível zero representa processo físico de produção. Em um contexto geral, as trocas de informações podem ocorrer de várias maneiras na manufatura. Essas trocas de informação podem ser por um processo totalmente automático ou ainda, o preenchimento manual de um formulário (MELLO; BOTINHÃO, 2012). Para os autores, os sistemas MES passaram a representar os sistemas computadorizados que desempenham uma série de atividades ou funcionalidade com o objetivo principal de gerenciar as informações da manufatura.

A *Association for Supply Chain and Operation Management* (APICS) traz em seu dicionário a tradução do MES referindo-se a um sistema específico para o controle do chão-de-fábrica, incluindo todo o aparato de controladores lógicos e computadores que executam o processo de controle e supervisão da manufatura. Complementa explicando ser um sistema de informação de processo que agrega a função de unir informações dos históricos das performances, após gerar informações em telas gráficas, relatórios ou alarmes que podem auxiliar os profissionais que atuam no controle das operações da planta. Além disso, a obter informações do controle da qualidade, possibilitando relacionar ao controle do processo, desse modo, propiciar a relação de causa e efeito dos problemas (APICS, 2015).

O sistema MES vem, ao longo do tempo, evoluindo e se transformando nos dias atuais em uma solução eficaz de alta performance, em que atua na conexão entre o ERP e o chão-de-fábrica, possibilitando ser customizado para atender determinadas necessidades de uma empresa. Ainda, prove a função de aproximar a manufatura das demais áreas, reduzindo as barreiras relacionadas à captura de dados, tornando-os mais confiáveis (BANERJEE et al., 2013). Isso proporciona maior transparência, flexibilidade e produtividade, elevando o valor agregado empregado no ambiente da manufatura (KLETTI, 2007).

Para Zayati et al. (2012), são as tecnologias que podem auxiliar no aumento da produtividade nas plantas industriais, citando como exemplo o relacionamento entre *Lean Manufacturing* e a tecnologia MES. Sobre isso, Cottyn et al. (2011) salientam que os sistemas MES são capazes de trabalhar em conjunto com os modelos *Lean Manufacturing*, fornecendo informações que validam o processo de tomada de decisão *Lean*. Jainury et al. (2014), em seu estudo, integram o sistema MES para o aperfeiçoamento das entregas de peças de montagem, *kanban* eletrônico

e a sincronização em uma empresa automobilística. Além disso, é possível utilizar o MES em conjunto com a tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID). Essa utilização conjunta facilita a gestão logística dos itens em fabricação, sobretudo a rastreabilidade, auxiliando na implementação de estratégias de fabricação, podendo ser utilizada em grandes corporações ou em pequenas e médias empresas (WANG et al., 2012).

Em síntese, a aplicação do sistema MES pode ocorrer para uma grande maioria dos tipos de sistemas de produção (KLETTI, 2007). Conforme o autor, por exemplo, nos sistemas produtivos contínuos, por lotes ou projetos; são os tipos de funcionalidades e o tempo de implantação do sistema que irá modificar. Isso pode levar a uma interpretação de que as funcionalidades dos sistemas MES necessitam ser adaptadas em relação aos objetivos dos sistemas produtivos, isto é, a estratégia da manufatura que rege os recursos e os sistemas produtivos influencia na escolha das funcionalidades necessárias para um sistema MES.

2.2.1 Pilares de um MES

Os pilares de um MES foram instituídos pela associação MESA, refletindo um conjunto de funcionalidades que são consideradas importantes para um efetivo suporte na administração da produção por um sistema MES. Segundo Naedele et al. (2015), pode existir sobreposição entre algumas funções designadas para o MES, por exemplo, entre os pilares. Além disso, esses autores argumentam que a ênfase sobre as diferentes funções pode variar de acordo com o tipo de indústria, ambiente de produção e a aplicação, o que pode justificar a falta de algumas dessas funcionalidades na prática, pois a implementação normalmente é impulsionada pelo contexto específico do negócio, as necessidades dos gestores e os objetivos de decisão.

Alguns modelos de referência de funcionalidades MES são apresentadas por outras organizações além da MESA, como a ISA, descrita anteriormente, a Namur (Associação Internacional de Tecnologia de Automação para Processos Industriais), que envolve entre as atividades o desenvolvimento de normas, entidade criada por utilizadores de sistemas MES das indústrias química e farmacêutica (NAMUR, 2016), a VDI (Associação dos Engenheiros Alemães), que busca desenvolver os trabalhos gerados pelos engenheiros, por exemplo, o desenvolvimento de normas, entre elas as relacionadas ao MES (VDI5600) que trata das tarefas específicas desses sistemas e seu desenvolvimento na manufatura (VDI, 2016).

Relacionado às funcionalidades, a *German Electrical and Electronic Manufacturers Association* (ZVEI Automation), em seu relatório “*Manufacturing Execution Systems: Industry specific requirements and solutions*”, descreve o modelo MES de acordo com a norma DVI5600/ IEC 62264 que resgata os pilares de um MES em sua visão (ZVEI, 2011). Neste os elementos do MES são retratados em quatro grandes áreas e oito principais atividades. As áreas são: (i) produção: relacionada às ações que influenciam durante a execução da produção; (ii) qualidade: envolvendo as análises das saídas geradas durante o desenvolvimento da produção; (iii) manutenção: envolvendo os aspectos para garantir a continuidade da produção, por exemplo,

documentação, serviços e manutenção dos equipamentos; (iv) inventários: designando os controles relativos aos materiais e seus movimentos. As atividades são relacionadas à (ao): análise; rastreabilidade; gerenciamento da execução; coleta de dados; expedição; detalhamento da programação; gerenciamento dos recursos; e, gerenciamento de definições.

Segundo Kletti (2007), entre as associações existentes, a MESA possivelmente é a que apresenta maior experiência no assunto MES, conseguindo agregar parceiros provedores de soluções reconhecidos mundialmente, empresas de manufatura, entidades de ensino e demais associados, na construção de conhecimento que se traduz em resultados. Esses resultados representam as melhores práticas no desempenho e rentabilidade das operações de manufatura, resultado da otimização das funcionalidades MES.

Kletti (2007) apresenta detalhada explanação sobre sistema MES, por exemplo, na concepção de caminhos para a construção de uma fábrica; o MES relacionado aos processos; formas de introdução do MES na manufatura; as TI e as aplicações ao MES; a construção dos sistemas MES; o gerenciamento da produção; planejamento; garantia da qualidade; gerenciamento de personalizações; e, exemplos da aplicação. O autor enfatiza alguns objetivos do MES que podem ser retratados em macro-objetivos, envolvendo um conjunto de funcionalidades, entendidos como: (i) gerenciamento da produção: envolvendo as ações necessárias para efetiva continuidade do desenvolvimento do processo de produção; (ii) gerenciamento das máquinas: visa a monitorar os eventos que estejam relacionados aos equipamentos, por exemplo, os meios de comunicação com equipamentos e o controle da disponibilidade desses recursos; (iii) gerenciamento dos materiais: inclui o controle dos materiais na planta, inclusive da garantia da qualidade dos produtos transformados; (iv) monitoramento e controle dos planos de produção: envolve o gerenciamento dos meios que garantam a efetividade do planejamento previsto para a planta, incluindo os controles e o monitoramento dos resultados desta.

Apesar de haver algumas convergências entre entidades e autores sobre o MES, neste estudo, será utilizada a linha proposta pela MESA em análise aos 11 pilares e suas funcionalidades, descritas conforme alguns autores (UGARTE; ARTIBA; PELLERIN, 2009; DEUEL, 1994; ELLIOTT, 2013; KLETTI, 2007; MCCLELLAN, 2001; MESA, 2015; NAEDELE et al., 2015; NEVES, 2011; VALER, 2011). Do mesmo modo, será utilizada a proposição identificada em Kletti (2007), sendo construída uma estrutura arborescente entre macro-objetivos e pilares e a sintetização para cada pilar em duas funcionalidades distribuídas.

O uso de estruturas arborescentes é indicado quando existe a necessidade de decomposição de um critério mais complexo em subcritérios menos complexos, mantendo a linha hierárquica de subordinação (SELLITTO et al., 2004).

Os pilares do MES são relacionados a: gerenciar os recursos produtivos; os recursos do processo; a mão de obra; a manutenção; executar a programação e sequenciamento das operações; distribuir as unidades de produção; efetuar a análise do desempenho; controlar os documentos; a rastreabilidade e a genealogia do produto. Os detalhes de cada pilar são formados por:

- a) Gerenciamento dos Recursos de Produção (*Resource Allocation and Status*):

- inclui o gerenciamento da reserva ou liberação dos equipamentos com base no plano gerado pelo sistema de programação e sequenciamento em relação ao controle das máquinas, ferramentas, recursos necessários ao processo, materiais, entre outros, para que estejam disponíveis no momento de início da operação;
- disponibiliza o mapa dos equipamentos e prevê a disposição de outras informações críticas, configurações e disponibilidade em relação ao chão-de-fábrica, detalhadamente para o gerenciamento do status dos recursos e suas atualizações no decorrer do tempo, visando ao controle das máquinas, materiais, documentos e habilidades de trabalho, entre outros recursos necessários, para que uma operação seja realizada;

b) Programação/ Sequenciamento das Operações (*Operations and Detailed Sequencing*):

- inclui o sequenciamento e sincronismo das operações com base em atributos, propriedades, tempo, características ou receitas, associada a determinadas unidades de produção em uma operação, uma cor ou característica em que otimize a entrega e potencialize os ciclos de planejamento em relação à diminuição dos estoques intermediários, menor lead time, maior taxa de transferência e aumento de produtividade;
- visa a obter informações de maneira ágil, melhorando o nível de resposta à solicitação de informações para outros setores, possibilitando programar ou reprogramar a produção de acordo com as necessidades entre as alternativas que melhor proporcionem o atendimento dos níveis de serviço ao cliente;
- a relação entre as fronteiras do MES e algumas das funções de soluções *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS) normalmente não são definidas. Ocorre normalmente é que essa funcionalidade é associada a outros sistemas informatizados, por exemplo, o APS ou o ERP. As bases para a realização do sequenciamento provêm das informações dos equipamentos em tempo real no chão-de-fábrica, que interligado aos sistemas de níveis superiores são executados os sequenciamentos, retornando para a camada do MES que coordenam as atividades *in loco*;

c) Distribuição de Unidades de Produção (*Dispatching Production Units*):

- coordena os fluxos das unidades de produção, sua rota em relação à gestão das quantidades e o comando de envio de materiais de acordo com as ordens entre as partes da planta para começar o processo/operação ou tarefa, na sequência e no momento a ser executado o trabalho. Normalmente, essas informações são recebidas dos sistemas APS ou ERP e passam a ser monitoradas pelo MES. Esse monitoramento permite a verificação, a qualquer momento, da situação de uma ordem despachada;
- coordena as movimentações de transação desses materiais ao longo de sua transformação em relação às entradas e saídas, consumos e baixas dos materiais, mantendo a disponibilização das informações atualizadas, podendo ser online, dos estoques disponíveis e comprometidos;

d) Controle de Documentos (*Document Control*):

- auxilia na redução ou até eliminação total de papel necessário para as trocas de informação no ambiente de produção, relacionadas a informações das unidades de produção, os procedimentos operacionais, as alterações de engenharia, desenhos, instruções de trabalho, registros de lote, receitas e demais trocas de informação;
- facilita o acesso, centralizando e otimizando a obtenção das informações, possibilitando, por exemplo, o fluxo de informações de normas ISO, regras relacionadas à saúde e segurança, além de planos de ações. Esses documentos podem ser acessados, arquivados, excluídos, com possibilidade de banco histórico das informações a qualquer momento;

e) Aquisição de Dados (*Data Collection and Acquisition*):

- os dados coletados referem-se a todos os eventos dos processos, dos materiais, dos manuseios, dos operadores, da qualidade, dispondo do registro detalhado e armazenamento de cada ocorrência em base de dados. Esse pilar é o que alimenta os demais pilares. Quanto mais refinada for a coleta, mais confiáveis serão as informações;
- no processo de coleta de dados, são obtidas as informações do chão-de-fábrica pelo operador que executa a atividade de inserção em coletores de dados, micro terminais ou *Human Machine Interface* (IHM – Interface Homem Máquina), ou de maneira automática por meio de sensoriamento nos equipamentos de produção interligados aos equipamentos de coleta de dados, facilitando e reduzindo o tempo de obtenção, garantindo maior precisão desses dados. Em muitos casos, é possível utilizar esses coletores de dados, micros terminais ou IHM para prover a transferência de programas de engenharia para os equipamentos, por exemplo, os programas DNC/ NC, dados de processo (ajustes de parametrização), entre outros;

f) Gerenciamento da Mão de Obra (*Labor Management*):

- realiza o monitoramento e acompanhamento, incluindo a frequência da mão de obra e apropriação dos custos nas atividades de produção, possibilitando rastrear detalhadamente essas atividades e realizar comparativo entre operadores, máquinas e turnos de produção, visando a identificar, em relação à mão de obra, os níveis de produtividade e eficiência, para o emprego de ações de adequação entre a mão de obra e equipamento, que possibilitem gerar maior resultado;
- permite interagir com a alocação dos recursos humanos. Visa determinar as atribuições e permissões ideais, de acordo com as habilidades de cada operador cadastradas no MES, em relação às particularidades dos equipamentos para o desenvolvimento da operação de produção, troca de ferramentas, preparação de materiais;

g) Gerenciamento da Qualidade (*Quality Management*):

- permite a análise dos motivos de não qualidade em tempo real dos eventos ocorridos na manufatura. Por meio da funcionalidade de coleta de dados, o controle das informações sobre a qualidade tem a capacidade registrar eletronicamente a identificação dos possíveis defeitos e, em alguns casos, as sugestões para a adequação. É possível dispor de registros históricos de defeitos semelhantes e a identificação da causa raiz, realizar a sintetização dos dados e exibir as anomalias identificadas para o desenvolvimento de ações de redução dos retrabalhos, na uniformização da qualidade dos produtos, repercutindo diretamente em redução dos custos para a empresa e na melhoria da satisfação dos clientes;
- este pilar pode incluir o monitoramento por Controle Estatístico de Processo (CEP – *Statistical Process Control*) e o Controle Estatístico da Qualidade (CQS – *Statistical Quality Control*), podendo estar associado ao sistema de gerenciamento de laboratórios (LIMS – *Lab Information Management Systems*) e estar conectado a dispositivos, como paquímetros digitais, coletores de dados, balanças, entre outros;

h) Gerenciamento do Processo (*Process Management*):

- implica o gerenciamento do fluxo de produto e trabalho na planta em relação às atividades planejadas e a produção real, supervisionando a transformação do produto e monitorando a existência de possíveis discrepâncias, gerando alertas para os operadores e gestores;
- fornece informações atualizadas intraoperacional, entre uma operação, e interoperacional, entre operações, dos parâmetros e configurações assegurando que o processo opere segundo padrões estabelecidos para sua execução;

i) Gerenciamento da Manutenção (*Maintenance Management*):

- controla as quebras de equipamentos, os motivos geradores, os diagnósticos efetuados e respectivos históricos e custos relacionados. Pode dispor da geração de estatísticas como Tempo Médio entre Falhas (MTBF – *Mean Time Between failures*) e o Tempo Médio de Reparo (MTTR – *Mean Time To Repair*), análise de riscos e análise de confiabilidade dos equipamentos;
- agrega a coordenação das atividades de manutenção dos equipamentos e ferramentas, controlando a adequação entre as atividades de manutenção preventiva e preditiva, comunicando com o plano de alocação da produção. Monitora a vida útil dos recursos, o controle dos materiais (peças ou produtos) de manutenção e emissão de ordens de serviço;

j) Rastreamento e Genealogia do Produto (*Product Tracking and Genealogy*):

- as informações incluem o registro detalhado sobre os eventos com possibilidade de acesso *online* ou de base histórica acerca do produto e do processo e suas relações,

por exemplo, com ordem de produção e pedido, permitindo estabelecer as origens de um produto ou família de produto e traçar a sua história, localização ou aplicação. Pode fornecer informações sobre a fase atual ou passada no processo produtivo, as condições de produção utilizadas ou em utilização, parâmetros dos processos, alarmes ocorridos, tempo empregado, equipamentos e ferramental;

- fornece informações sobre as condições dos produtos transformados ou em transformação, os dados de qualidade, a existência de rejeitos, os motivos e as ações empregadas, os materiais e componentes utilizados, os fornecedores, os lotes e números de série utilizados e gerados no decorrer da transformação da produção;

k) Análise do Desempenho (*Performance Analysis*):

- possibilita que sejam analisadas as informações atuais e passadas. Visa a gerenciar a análise da aderência ao plano de produção definido para determinada ordem/pedido com o realizado. Também as informações de índices OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e TEEP (*Total Effectiveness Equipment Performance*). Permite o confronto dos tempos de engenharia com o real ocorrido durante a realização de determinada atividade, provinda de possíveis melhorias nos processos ou nos equipamentos e o controle dos planos de ações;
- pode ocorrer por meio de relatórios ou gráficos, com acessos por computadores, micro terminais, IHM ou dispositivos móveis, sendo que tais informações podem ser replicadas para quadros eletrônicos ou em telas na manufatura e administrativos ou por ANDONS, ou simplesmente ser disponibilizada em quadros murais de gestão. Essas informações podem ser analisadas por equipamento, grupo de máquinas, uma unidade específica de produção ou toda a organização, servindo para tomada de decisão e desenvolvimento de planos de ação e processos de melhoria;
- este pilar, de maneira ampla, possibilita analisar vários dos resultados provenientes dos outros pilares, por exemplo a disponibilidade dos recursos, tempos de *setup*, perdas geradas no processo, ciclos de produção, tempo de paradas, motivos das paradas, os resultados CEP, entre outras.

O Quadro 2 sintetiza a estrutura arborescente entre macro-objetivos, pilares e funcionalidades MES.

Quadro 2: Estrutura arborescente dos macro-objetivos, pilares e funcionalidades do MES

Objeto de estudo	Macro-objetivos do MES	Pilares do MES	Funcionalidades do MES	Objetivos das funcionalidades do MES
MES	Gerenciar o Processo	Gerenciamento do Processo	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	Gerencia os fluxos do produto e do trabalho na planta em relação ao planejado, as quedas de velocidade, monitorando os acontecimentos e a existência de discrepâncias, gerando alertas para os operadores e gestores
			Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	Gerencia os parâmetros e configurações entre uma operação e entre as operações, assegurando que o processo opere de acordo com os padrões necessários para a execução de determinada operação/ tarefa
		Gerenciamento da Mão-de-Obra	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	Gerencia a interação entre os usuários (operadores) em determinar permissões e atribuições em relação às suas habilidades para realizar certas atividades, por exemplo, a troca de ferramentas, preparar ou operar determinado equipamento
			Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	Realizar o acompanhamento da mão de obra e apropriação de custos decorrentes das atividades realizadas, assim como a frequência, os níveis de produtividade e eficiência em relação ao operador, visando a identificar ações que possam gerar melhor resultado
		Rastreabilidade e genealogia do Produto	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	Disponibilizar informações <i>online</i> ou históricas sobre os eventos, traçando sua história, localização e aplicação, voltada às fases passadas ou em processamento do produto, as informações sobre as condições do processo, dos parâmetros, dos tempos, dos alarmes, dos equipamentos e ferramentas utilizadas
			Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	Disponibilizar informações <i>online</i> ou históricas sobre os eventos, possibilitando identificar as origens de um produto, os dados sobre sua qualidade, os desvios, os motivos, os materiais e componentes utilizados, os fornecedores, os lotes e números de série utilizados e gerados no decorrer da transformação da produção
	Gerenciar os Equipamentos	Gerenciamento dos recursos de produção	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	Gerencia e administra o <i>status</i> dos equipamentos, os desvios, paradas e motivos e demais informações críticas relacionadas aos equipamentos, visando ao controle de todos os recursos necessários para que a operação seja realizada
			Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	Monitora e coordena a disponibilidade dos equipamentos, as alocações das ordens/ pedidos, ferramentas e materiais necessários para a execução das operações no momento que for necessário, conforme o plano gerado de sequenciamento e programação da produção
		Coleta de dados	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	Reduzir o tempo para coleta e minimizar os erros provenientes de coleta manual dos dados, por exemplo, fichas de apontamento manual por coletores de dados, micro terminais ou IHM. Pode contar com o processo de automatização da coletada de dados por meio de sensores nos equipamentos
			Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	Agilizar a troca de informações entre o chão-de-fábrica e os ambientes de apoio, por exemplo, as informações da programação da produção, as informações/ parâmetros de engenharia (cadastros de engenharia, banco DNC/NC)
		Gerenciamento da Manutenção	Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	Identifica e gerencia ações corretivas, os motivos de quebras/ falhas dos equipamentos e ferramentas e os custos relacionados, monitorando indicadores, por exemplo, tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio de reparo (MTTR), risco de quebras e confiabilidade dos equipamentos
			Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	Coordenar as atividades de manutenção preventiva e preditiva, a vida útil dos equipamentos e o controle dos materiais (peças e produtos) de manutenção, emissões de ordens de serviço, mantendo conexão com o plano de alocação da produção

Continua

Conclusão

Objeto de estudo	Macro-objetivos do MES	Pilares do MES	Funcionalidades do MES	Objetivos das funcionalidades do MES
MES	Gerenciar as Operações e o Planejamento	Programação e sequenciamento das operações	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	Envolve o sequenciamento e sincronismos das operações considerando os atributos e características associadas a determinadas unidades de produção, potencializando os ciclos de planejamento visando à redução dos estoques e do <i>lead-time</i> e maiores taxas de transferência e aumento de produtividade
			Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	Prover informações que auxiliem a programação das ordens de produção/ pedidos e/ou a reprogramação da produção de maneira ágil e eficiente, proporcionando o atendimento dos níveis de serviço ao cliente e respostas rápidas para os demais setores
		Análise de Desempenho das Operações*	Gerenciar os índices OEE e TEEP	Visa a gerenciar o conjunto de indicadores formado pelos índices de disponibilidade dos equipamentos (durante o tempo planejado para operar (para o OEE) ou durante todo o tempo disponível, 24 horas (para o TEEP), da <i>performance</i> (velocidade atual x velocidade esperada) e qualidade efetiva decorrente do equipamento/ operação ou um grupo de equipamentos/ operações
			Gerenciar a aderência do plano de produção	Gerencia o cruzamento das informações entre o plano de produção determinado com (ordens/ pedidos previstos para execução em determinado tempo) em relação ao real ocorrido
			Gerenciar os tempos de engenharia	Gerencia as informações dos tempos previstos pela engenharia para a realização de determinada operação/ tarefa em relação ao real ocorrido, possibilitando ajuste de divergências providas de melhorias nos processos ou equipamentos
			Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	Visa a facilitar a disponibilização de informações gerados durante as execuções da produção, sejam estas voltadas ao equipamento, processo, produto ou planejamento. As informações podem ser disponibilizadas em telas, IHM, micro terminais, quadros de gestão entre outros meios, visando a demonstrar os resultados gerados pela manufatura
	Gerenciar os Produtos	Gerenciamento da Qualidade	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	Identificar os tipos de produtos, rejeitos e custos relativos a problemas de qualidade, exibir sugestões de correção e históricos de anomalias para subsidiar ações de correção e melhoria
			Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	Dispor do uso de mecanismos estatísticos para monitorar e validar a qualidade e conformidade dos produtos, processos e o desenvolvimento de ações direcionadas, por exemplo, o uso do Controle Estatístico de Processo (CEP), Controle Estatístico da Qualidade (CQS), Sistema de Gerenciamento de Laboratórios (LIMS), podendo dispor de dispositivos de coleta, como paquímetros digitais, balanças, entre outros
		Gerenciamento de Documentos	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	Facilitar o acesso às informações e sua gestão de forma rápida e organizada (arquivar, excluir, resgatar), necessárias para condução das atividades de produção, por exemplo, normas ISO, instruções de trabalho, planos de ações, dados de engenharia, desenhos, entre outros
			Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	Reduzir e/ou eliminar o uso de papel para o desenvolvimento da produção, gestão e análise da produção, por exemplo, os procedimentos operacionais, desenhos, instruções de trabalho, dados de engenharia, normas, entre outros
		Gerenciamento das Unidades de Produção	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)	Garantir que as movimentações físicas dos materiais ao longo de sua transformação em relação a entradas e saídas e respectivos consumos e baixas ocorram, permitindo a visualização real dos materiais disponíveis e comprometidos
			Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	Garantir os fluxos/ rotas, possibilitando a disponibilidade dos materiais na quantidade e no momento adequado para início de determinada operação/ tarefa

Nota*: Este pilar apresenta quatro funcionalidades devido à diversificação e representatividade de funções.

Fonte: Autor (2016)

2.3 Composição e Formação de Estratégias

Foi no século XX que a estratégia passou a ser utilizada com maior ênfase nos negócios (GHEMAWAT, 2002). Para Teixeira et al. (2014), a estratégia pode ser definida como uma escolha entre as várias alternativas a ser seguidas. Slack (2002) considera em ter um padrão de decisões e ações que conduza a organização em seu ambiente com o objetivo de atingir as metas de longo prazo. Similarmente, Hayes et al. (2008) referem-se ao estabelecimento de objetivos, de planos e de direções que garantam a vantagem competitiva desejada.

Para Hayes et al. (2008), é necessária uma reavaliação nas estratégias voltadas a operações. Segundos os autores, as empresas necessitam apresentar fatores relacionados à globalização, tecnologia avançada em relação à informação e ao desenvolvimento de parcerias em rede, chamados de “A Nova Economia Mundial”. Com isso, conquistar maior eficiência com a aplicação de abordagens denominadas de *New Approaches to Operations* (NAOs); alicerçadas em uma estratégia de produção eficaz, alinhadas aos objetivos estratégicos de negócios da empresa.

As estratégias podem ser apresentadas com a gestão em três níveis (HAYES et al., 2008): (i) estratégia corporativa: determina os objetivos, propósitos e metas, criando as políticas necessárias para atingir os resultados, entendida como a estratégia do grupo empresarial como um todo; (ii) estratégia de negócios: associado a cada uma das Unidades Estratégicas de Negócio (UEN) da corporação, representada por uma subsidiária, divisão ou linha de produto, podendo conceber sua própria estratégia e seu relacionamento com a corporação como um todo, assim como a maneira que irá se posicionar em relação a um determinado setor para atingir certa vantagem competitiva; e, (iii) estratégia funcional: envolve o relacionamento entre os setores que compõem uma UEN, em que normalmente é encontrada uma estratégia de marketing/ vendas, de produção, de pesquisa, de desenvolvimento (P&D) e de controladoria/ finanças, entre outras, que visam sustentar a vantagem definida no nível de UEN.

Neste enfoque, Skinner (1974) propõe o conceito de “fábricas focalizadas”, baseando a centralização do enfoque em uma pequena parcela de combinação de produtos para um mercado específico, em que uma UEN pode apresentar várias fábricas focalizadas. Na abordagem de Miltenburg (2008), são ampliados os conceitos de fábricas focalizadas perante a análise das diferentes estratégias de produção que podem existir em cada uma das unidades, no entendimento das diferentes estratégias necessárias até o nível de famílias de produtos que se denomina de “fábricas dentro de fábricas”. Dupont (2011) aborda o conceito de Subunidade Estratégica de Negócios (SubUEN), estando relacionado ao local físico em uma fábrica que tem por finalidade a produção de uma determinada família de produtos, que atende a um determinado mercado, de exigências específicas acerca destes produtos, como questões de dimensões competitivas ou atributos de marketing, possibilitando a análise e mensuração dos resultados econômico-financeiros específicos.

Acerca da formação de estratégias, é sugerido o máximo de cuidado nas estratégias desenvolvidas em relação à estratégia da organização, assim como o desenvolvimento da estratégia

organizacional, levando em consideração as demais unidades e seus pontos fortes e fracos (TEIXEIRA et al., 2014). Para Pantaleão (2012), o conveniente acerca da estratégia de produção é que esta seja concebida no nível de SubUEN ou no nível de UEN. Isso representa dizer que, as estratégias de uma empresa diante do seu desdobramento necessitam ser definidas em um nível desagregado, em que as relações com o mercado e as necessidades de prioridades de competência da manufatura estejam mais definidas da estratégia empresarial para funcional e os níveis de SubUEN ou UEN, seja na visão *top-down* ou *bottom-up*, e das necessidades de mercado e competências internas a serem desenvolvidas.

Na literatura, são identificadas diferentes designações sobre o termo estratégia de produção, podendo ser estratégia de manufatura ou estratégia de operações (MAIA; CERRA; FILHO, 2005). Nesta pesquisa, são utilizadas ambas as expressões no sentido de referir à produção e à prestação de serviços decorrentes da produção como um todo.

A estratégia de produção ganhou destaque a partir dos trabalhos de Skinner (1969, 1974). Os pressupostos de Skinner (1969) eram voltados aos fatores de desempenho futuro das organizações, às concentrações de investimentos destas empresas e à inércia dos recursos aplicados. O que se presume existir na época era a falta de distinção clara em relação à estratégia de produção e à estratégia corporativa, passando a ganhar destaque e ser considerada como uma área funcional da estratégia corporativa a partir dos anos 70 (MILLER; ROTH, 1994). As abordagens de Skinner (1969); Wheelwright (1984) introduziram a estratégia de produção, de negócios e a corporativa de maneira separada. A estratégia de operações pode ser entendida como um aglomerado de escolhas operacionais, envolvendo o uso adequado dos sistemas produtivos visando a auxiliar na satisfação dos objetivos organizacionais (SLACK; LEWIS, 2009; TEIXEIRA et al., 2014). Marchi (2014) argumenta que a estratégia de produção também pode ser interpretada como um aglomerado de ações e decisões vinculadas a aprendizados e escolhas que configuram questões do dia a dia. Para Hayes et al. (2008), a função produção deve ser conduzida de acordo com a composição estratégica formada por metas, políticas e restrições que potencializem os elementos necessários para o gerenciamento da organização, do planejamento e a execução das atividades de produção.

A composição estratégica pode ser influenciada pelo ambiente externo. Este ambiente envolve o posicionamento mercadológico, as necessidades dos clientes e ações dos concorrentes, conseqüentemente conduzem na definição das prioridades competitivas que o mercado mais valoriza (SLACK; LEWIS, 2009). As prioridades competitivas exprimem as necessidades dos clientes sob o olhar externo da organização do ponto de vista dos consumidores (CHEN et al., 2015; JABBOUR; FILHO, 2010; PANTALEÃO, 2012). Segundo Corbett e Van Wassenhove (1993), são ligadas à competitividade.

Uma alternativa útil para abordar a estratégia de operações é realizar a divisão entre conteúdo e processo da estratégia de produção (DA SILVA; SANTOS, 2007; SLACK; LEWIS, 2009). O processo pode ser entendido como as estratégias são ou podem ser formuladas, na determinação dos procedimentos necessários e na ilustração de como uma estratégia deve re-

lacionar as exigências do mercado e os recursos de operações (SLACK; LEWIS, 2009). O conteúdo está relacionado às decisões estratégicas que ajustam e desenvolvem a direção da operação, no sentido de influenciar na satisfação dos desejos do mercado por meio de ajustes no desempenho da operação referentes às decisões do uso de seus recursos (SLACK; LEWIS, 2009).

Swamidass e Newell (1987) argumentam que o conteúdo está relacionado às prioridades de competência da manufatura, melhores práticas de produção, às áreas de decisão estrutural e infra estrutural, às estratégias genéricas e aos indicadores de desempenho. Para os autores, esses elementos representam distintas funções da produção que visa à busca de uma vantagem competitiva. Em que a função produção segue as principais orientações da estratégia da corporação, negócio ou UEN, estabelecendo estratégias genéricas e as prioridades competitivas consideradas importantes, decidindo os principais investimentos em relação às questões estruturais e infraestruturais e às práticas de produção, seguindo com a determinação dos indicadores de desempenho que avaliarão os resultados (DA SILVA; SANTOS, 2007).

As área de decisão estrutural e infraestrutural foram propostas por Hayes e Wheelwright (1984). As decisões estruturais requerem maiores investimentos, são difíceis de serem alteradas e seus impactos são de longo prazo, podendo ser consideradas de natureza estratégica. As decisões infraestruturais podem ser interpretadas como sendo de caráter tático, formadas por decisões contínuas, normalmente vinculadas aos aspectos operacionais, sendo mais suscetíveis a alterações, requerendo menores investimentos (WHEELWRIGHT, 1984).

A importância de uma adequada gestão da manufatura reflete na relevância desta área para grande parte das empresas de que necessitam produzir, vender e entregar adequadamente seus produtos e serviços (TEIXEIRA et al., 2014). Dessa maneira, o entendimento do ambiente em que está inserida a empresa e sua combinação dos elementos trabalho, capital, energia, métodos e técnicas disponíveis em relação à concepção dos sistemas produtivos é essencial (ANTUNES JR. et al., 2008).

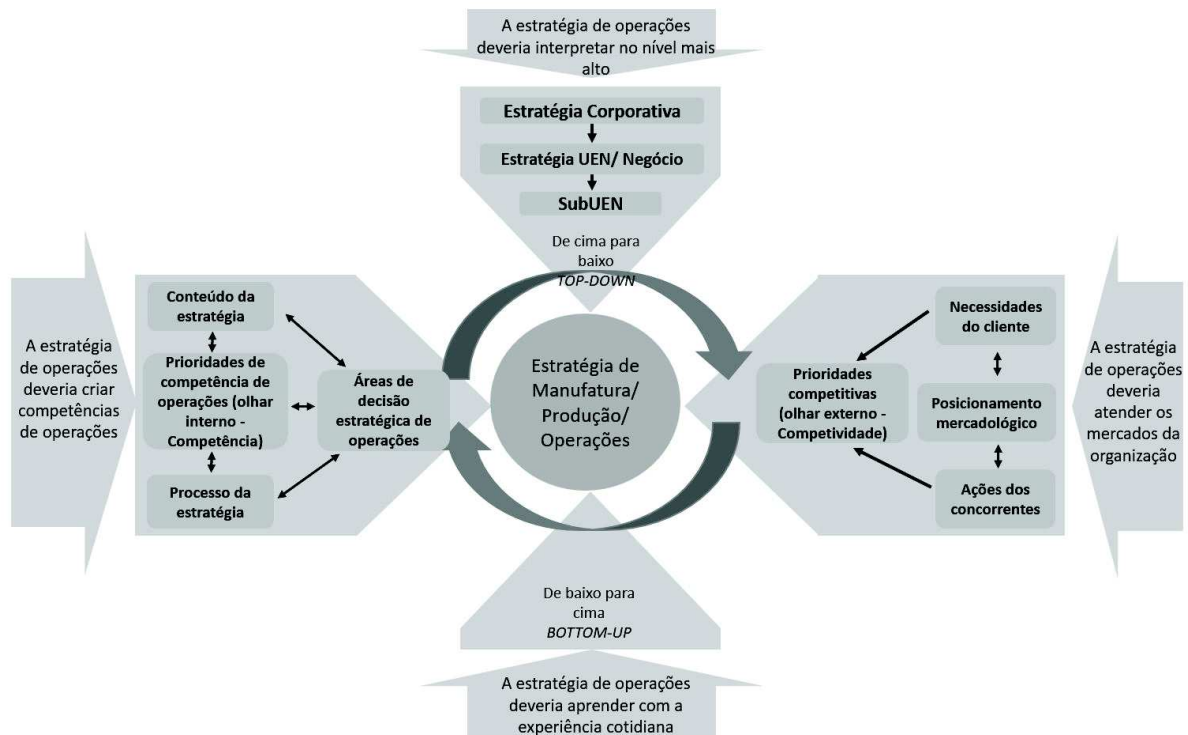
Portanto, a gestão da manufatura requer a medição e o controle do desempenho das ações provindas da estratégia da operação, sob o enfoque da análise dos resultados atingidos pelas ações estratégicas, caso a medição não represente os objetivos da estratégia haverá grande probabilidade de não atingir os resultados propostos (SELLITTO; WALTER, 2005). Afinal, uma estratégia adequada, habilmente conduzida, medida e gerenciada pode estabelecer um efetivo e sustentável instrumento de diferencial e vantagem competitiva (TEIXEIRA et al., 2014).

Situação em que, segundo Hayes et al. (2008) o simples acesso a uma tecnologia sem a devida habilidade de conduzir adequadamente este recurso não garante vantagem. Uma empresa que detenha a competência de gerenciar eficazmente suas instalações terá maior probabilidade de apresentar diferencial por mais tempo do que seus concorrentes. Assim, as operações de manufatura podem desempenhar papel crucial como fonte de vantagem e diferencial competitivo no cenário em que a empresa está inserida (LAUREANO PAIVA; CARVALHO JR.; FENSTERSEIFER, 2009; WHEELWRIGHT; HAYES, 1985).

Neste sentido, considerando o enfoque relacionado ao novo paradigma que envolve a estratégia de operações, ressalta-se o importante papel que vem assumindo as prioridades de competência da manufatura na consolidação da estratégia produtiva e no alcance dos objetivos estratégicos do negócio (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993; TEIXEIRA et al., 2014; VICKERY; DROGE; MARKLAND, 1993), além de fonte inspiradora na construção de competências dinâmicas que possam ser levadas ao mercado (GAGNON, 1999; PRAHALAD; HAMMEL, 1990).

Por fim, a Figura 5 sintetiza os aspectos que influenciam na estratégia de produção.

Figura 5: Aspectos influenciadores na estratégia de produção



Fonte: Elaborado pelo Autor com base em Slack e Lewis (2009)

Nesta pesquisa, será focada nas prioridades de competência da manufatura, em vista da sua relevância. Conforme Corbett e Van Wassenhove (1993), são condições essenciais à sustentação da competitividade, referindo-se a aspectos internos das empresas, relativo a competência.

2.3.1 Prioridades de Competência da Manufatura

As prioridades de competência da manufatura podem ser identificadas pelas expressões: prioridades ou capacidades competitivas da manufatura ou também capacitações operacionais internas. Esses termos estão ligados às condições internas da empresa, na relação de aplicação de técnicas e ferramentas que permitam intensificar a eficiência, proporcionando condições para a manutenção da competitividade (PANTALEÃO, 2012).

A competência de produção pode ser entendida como um atributo variável que pode ser

mensurada contínua e numericamente (CLEVELAND et al., 1989). Além do mais, por meio da habilidade, capacitação e preparação da produção é possível que empresas levem à risca as suas estratégias comerciais. Estes autores, em seu estudo, fazem a relação entre desempenho e competência. Como resultado final, obtiveram indicações de que existe um vínculo numérico entre a competência de produção e o desempenho comercial; ou seja, empresas que apresentaram melhores competências na manufatura, a exemplo de: custo, qualidade, confiabilidade e flexibilidade, apresentaram resultados superiores de desempenho, a exemplo de: participação de mercado, taxa de crescimento e rentabilidade sobre os ativos.

As competências podem reforçar umas às outras, necessitando de melhorias constantes e mecanismos de medidas absolutas (CORBETT; VAN WASSENHOVE, 1993). O exemplo das prioridades de competência da manufatura: custo, tempo e qualidade, propostas pelos autores, devem estar alinhadas em relação ao que o mercado necessita, podendo apresentar um ciclo de vida periódico ao longo do tempo. Isso denota a importância de realizar melhorias, em quantidade e velocidade acima da concorrência.

O reforço entre as competências está relacionado ao modelo do cone de areia desenvolvido por Ferdows e De Meyer (1990), considerado complementar ao modelo *trade-off*, proposto por Skinner (1969, 1974). Conforme este modelo, as prioridades de competência da manufatura são complementares e podem apresentar uma sequência lógica de desenvolvimento em analogia a cones de areia. Os resultados obtidos ordenam as orientações das prioridades de competência da manufatura, em primeiro lugar a qualidade; após, entrega, velocidade; e, por último, o custo.

Segundo Singh et al. (2015), o modelo do cone de areia e *trade-off* visam prever com base em suas prioridades de competência da manufatura, a exemplo de: custo, entrega, qualidade, flexibilidade e inovação; como as empresas competem. Ainda, os autores discorrem em seu estudo apresentando outros modelos de medidas; entretanto, o modelo do cone de areia é o que apresenta maior uso prático nas organizações, principalmente quando comparado ao modelo *trade-off*.

Ainda em relação às orientações e às prioridades de competência da manufatura, é possível identificar outros estudos que tratam desta temática. Para Miller e Roth (1994), em sua pesquisa, foram identificados três tipos de grupos de empresas: os zeladores, os vendedores e os inovadores, que variam de acordo com o grau de importância atribuída às capacidades competitivas: qualidade, flexibilidade, entrega e custo. Para Fleury e Fleury (2003), as empresas que dispõem de preço, qualidade e entrega são classificadas como empresas orientadas à excelência operacional, adotando prioridades de competência da manufatura baseadas na produção e logística; para aquelas que se concentram em inovação, em vez de competências operacionais é dada prioridade à capacidade de desenvolvimento. Os autores defendem que empresas que adotam a estratégia com orientação para o cliente procuram se especializar no desenvolvimento de produtos, sistemas e soluções que atendam às necessidades dos clientes.

A proposta dos estudos de Schmenner e Vastag (2006) apontam que diferentes negócios necessitam de diferentes prioridades de competência da manufatura para que possam ser atingidos

com sucesso os aspectos operacionais. Para estes autores, o desempenho organizacional de uma empresa também é influenciado pelo alinhamento entre as capacidades e a estratégia organizacional. Nesse sentido, é importante a análise da prioridade operacional, bem como a capacidade de produção, sendo que a implementação de uma orientação competitiva requer cuidados para que seja consistente e crie realmente vantagens competitivas (CHEN et al., 2015).

Partindo da análise das capacidades cumulativas, uma empresa que pretenda competir em custo deveria primeiramente melhorar os aspectos operacionais voltados à qualidade e à flexibilidade de entrega (FLYNN; FLYNN, 2004). Nessa perspectiva, Chen et al. (2015) inferem que as empresas orientadas para a operação devem concentrar-se na qualidade, entrega, flexibilidade ou outro aspecto, dando ênfase à sua capacidade operacional definida. Após atingir essa excelência, podem utilizar suas operações como recurso competitivo perante a competição em outro nível, por exemplo, competindo em qualidade e flexibilidade ou preço e flexibilidade (FLYNN; FLYNN, 2004). No mesmo sentido, a empresa pode enfatizar os aspectos da logística, do gerenciamento de sua cadeia de suprimentos entre outros aspectos que podem influenciar (CHEN et al., 2015).

Na aplicação das contribuições feitas por Pantaleão (2012), critérios posicionados nas prioridades de competência da manufatura: custo, atendimento, *lead time*, flexibilidade, qualidade e inovação podem ser entendidos sob a perspectiva do modelo do cone de areia, ligados aos processos da empresa, negócio, UEN ou SubUEN. Esses critérios de competência estão, respectivamente, em ligação direta com as prioridades competitivas: preço, prazo de entrega, velocidade, flexibilidade, qualidade e tecnologia e podem ser entendidos como integrantes do modelo do *trade-off*, representando os objetivos dos clientes.

Para Ward, Bickford e Leong (1996), as dimensões: custo, qualidade, flexibilidade e entrega podem ser consideradas terminologias genéricas em concordância com a literatura. Nesse sentido, com a finalidade de expressar as prioridades de competência da manufatura teorizadas nesta pesquisa, é apresentado o Quadro 3.

Considerando os argumentos de Ward, Bickford e Leong (1996) e o Quadro 3, este estudo abordará as quatro prioridades de competência da manufatura definidas em: custo, qualidade, flexibilidade e entrega, sendo incrementada a prioridade inovação (grifadas no Quadro 3). A inovação é uma prioridade que visa à diferenciação perante os concorrentes (PANTALEÃO, 2012).

Quadro 3: Síntese das prioridades de competência da manufatura descritas no estudo

Prioridades de Competência da Manufatura	Cleveland et al., (1989)	Corbett e Van Wassenhove (1993)	Ferdows e De Mayer (1990)	Miller e Roth (1994)	Fleury e Fleury (2003)	Flynn e Flynn (2004)	Pantaleão (2012)	Ward, Bickford e Leong (1996)
Custo	X	X	X	X		X	X	X
Preço					X			
Qualidade	X	X	X	X	X	X	X	X
Confiabilidade	X							
Flexibilidade	X			X		X	X	X
Tempo		X						
Velocidade			X					
Lead-time							X	
Atendimento							X	
Entrega			X	X	X	X		X
Inovação							X	

Fonte: Autor (2016)

Com o objetivo explicativo, o Quadro 4 apresenta os significados dessas prioridades de competência da manufatura.

Quadro 4: Principais prioridades de competência da manufatura e significados

Prioridades	Significados
Custo	Capacidade de desenvolver ações que reduzam os custos de produção ao longo do tempo
Qualidade	Capacidade de atender às expectativas dos clientes provenientes de objetivos que satisfaçam os níveis, por exemplo, de confiabilidade, desempenho, características, desempenho, durabilidade, qualidade percebida, estética e/ ou nível de atendimento
Flexibilidade	Capacidade de adaptar a característica que permita atender às variadas e/ ou alternadas necessidades. Isso pode envolver a flexibilidade em volume, previsões, mix produtivo, sequenciamento, roteiro, materiais, modificações, customizações ou de produto
Entrega	Capacidade de atender às necessidades que surjam com eficiência e qualidade, podendo ser relacionada à pontualidade, precisão de entrega, facilidade e velocidade de retorno, disponibilidade de informação, flexibilidade em relação ao pedido ou transporte e manutenção da qualidade nos produtos e serviços
Inovação	Capacidade de inovar diferenciando-se em produtos, serviços ou processos dos concorrentes

Fonte: Autor com base em Cleveland et al. (1989); Corbett e Van Wassenhove (1993); Ferdows e De Meyer (1990); Fleury e Fleury (2003); Flynn e Flynn (2004); Miller e Roth (1994); Pantaleão (2012); Ward, Bickford e Leong (1996)

As prioridades de competência da manufatura podem ser entendidas como atributo variável que possibilita ser mensurado numérica e continuamente (CLEVELAND et al., 1989). Nesse sentido, é possível identificar algumas subprioridades de competência da manufatura para cada prioridade definida para o estudo. O Quadro 5 apresenta a sintetização de algumas subprioridades, conforme alguns autores.

Estas subprioridades visam representar algumas das variações que podem ser encontradas nas empresas. Neste sentido, é válida a realização do entendimento acerca do que está sendo estudado e as características específicas de cada organização, UEN ou SubUEN.

Quadro 5: Prioridades e subprioridades de competência da manufatura

Prioridades	Subprioridades
Custo	<ul style="list-style-type: none"> – Operacional: envolve os custos em operar ou usar um produto ao longo do tempo; – Custo inicial: é o custo ou preço de aquisição de um produto; – Manutenção: é o custo para manter um produto/ equipamento, reposição de peças e reparos ao longo do tempo; – Custo com rejeitos e retrabalhos: é o custo proveniente da não qualidade;
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> – Confiabilidade: é a probabilidade de um produto ou serviço manter-se sem falhar em um determinado tempo; – Desempenho: é a qualidade em apresentar e manter as funções básicas em que o produto foi concebido, pois os clientes avaliam se o produto desempenha a função básica; – Características: é a capacidade de oferecer aspectos secundários, por exemplo, acessórios, que complementam as funções básicas do produto; – Conformidade: refere-se a um produto manter os padrões das especificações preestabelecidos, por exemplo, medidas, taxa de defeito na fábrica e reclamações dos clientes; – Durabilidade: corresponde ao tempo em que o produto ou serviço cumpre com suas características até que o reparo não seja conveniente; – Qualidade percebida: reflete o impacto da marca e a imagem da empresa no momento de decisão de compra, nesse sentido, a reputação é importante na percepção de qualidade; – Nível de serviço/ atendimento: refere-se à pontualidade, velocidade, competência e facilidades, por exemplo, em relação ao atendimento a um reparo ou manutenção do produto; – Estética: envolve medidas subjetivas e preferências individuais na decisão de compra, por exemplo, aparência, cheiro, som, entre outros;
Flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> – Volume: capacidade de reagir rapidamente às variações de volume de produto; – Incerteza nas previsões: habilidade de enfrentar demanda flutuante, de pequenos a grandes lotes; – Sequenciamento: capacidade de absorver alterações no sequenciamento produtivo; – Mix: capacidade de modificar a variedade de produtos de um lote; – Roteiro: capacidade de alterar a sequência de fabricação/ montagem em razão de algum problema, por exemplo, de ferramentas e máquinas; – Materiais: capacidade de administrar variações e substituições dos materiais utilizados; – Modificação: habilidade de alterar produtos existentes para atender a necessidades especiais; – Customização: habilidade de projetar um novo produto atendendo às especificações particulares de um cliente; – Produto: flexibilidade em adaptar os produtos para atender as necessidades específicas dos clientes;
Entrega	<ul style="list-style-type: none"> – Pontualidade: capacidade de cumprir com os prazos planejados e prometidos; – Precisão: efetuar a entrega correta e nas quantidades certas; – Facilidade de retorno: habilidade em executar os retornos das solicitações dos clientes; – Velocidade: habilidade em encurtar o tempo entre a emissão do pedido e a entrega; – Disponibilidade de produto: probabilidade em dispor de um produto em estoque no momento do pedido; – Disponibilidade de informação: nível de informações disponíveis sobre os produtos, processos e entrega; – Qualidade: condição de manter a qualidade na prestação de serviços e do produto até sua entrega ao cliente; – Flexibilidade de transporte: condição de alterar os roteiros de entrega mantendo a qualidade; – Flexibilidade de emitir pedidos: facilidade em gerar um pedido de acordo com a necessidade do cliente.
Inovação	<ul style="list-style-type: none"> – Novos processos: capacidade de inovar os processos ao longo do tempo; – Durabilidade: aumentar a vida útil do produto acima dos similares dos concorrentes; – Novos produtos: capacidade de desenvolver e introduzir novos produtos e serviços diferenciais ao longo do tempo.

Fonte: Autor com base em Cleveland et al. (1989); Corbett e Van Wassenhove (1993); Ferdows e De Meyer (1990); Fleury e Fleury (2003); Flynn e Flynn (2004); Miller e Roth (1994); Pantaleão (2012); Ward, Bickford e Leong (1996)

2.4 Tecnologia da Informação, Manufatura e MES

Investimentos em novas tecnologias de informação na manufatura pode auxiliar a algumas empresas elevar seu desempenho. Isso porque a manufatura concentra grande parte das informações que impactam no negócio (NEVES, 2011); e a falta de controle sobre os eventos pode comprometer a racionalização dos custos de produção. Assim, para auxiliar a minimizar esses desvios, os sistemas MES em sua concepção, ou em conjunto com outros sistemas, podem auxiliar no controle dos indicadores da organização.

O sistema tecnológico MES pode auxiliar no atendimento de diferentes requisitos normativos, regulatórios e mercadológicos de distintas empresas (DORRESTEIJN et al., 1997). Sobre isso, o autor Deuel (1994) faz alusão que foi importante na época em relação à necessidade de novas soluções tecnológicas nas empresas. O autor refere-se ao uso do MES para a automação e controle de plantas produtivas com vistas a melhorar o uso de recursos materiais, de equipamentos, de pessoas, processos e de instalações e no suporte a normas e regulamentações da época, além do aumento dos serviços prestados aos clientes e exigências em personalização dos produtos. Para fabricantes, a necessidade principal consistia em encontrar maneiras que permitissem construir diferenciais competitivos e de exploração em mercados mundiais, sendo visualizado no MES o potencial necessário para suprir os objetivos pretendidos.

Com a utilização dos dados gerados pelo MES, é possível obter informações mais precisas das atividades que ocorrem no chão-de-fábrica, auxiliando na construção de uma comunicação transparente entre os sistemas existentes na organização, combinando comunicações que facilitem o desenvolvimento entre as estratégias empresariais e as tecnologias de informação (ZAYATI et al., 2012). Para os gestores, as generalidades proporcionadas pelo MES podem facilitar o alinhamento entre decisões tomadas e os propósitos estratégicos definidos para a manufatura, tornando-se uma ferramenta útil para vários tipos e tamanhos de empresas (DAI et al., 2012).

Para Oliveira e Helleno (2012), ser ágil em obter informações e controlar indicadores e demais eventos referentes à manufatura é fundamental. É por meio da análise dos indicadores que é gerado o entendimento necessário para produzir iniciativas que garantam os resultados, por exemplo, do planejamento estratégico da organização (MATSUBARA, 2014). Afinal, os indicadores fornecidos pelos sistemas de apoio à gestão são o ponto-chave pertinente para qualquer empresa de manufatura e ramo de atuação (OLIVEIRA; HELLENO, 2012); dos quais podem auxiliar no aumento do desempenho operacional e critérios determinados pela empresa (VANDERLEI et al., 2009).

Para tanto, definir como um sistema de informação deve funcionar requer a análise dos objetivos estratégicos que guiam a empresa e os fatores que ela adota para competir (HAYES et al., 2008; SLACK; LEWIS, 2009). Uma vez que a simples adoção de uma prática que esteja disponível no mercado e a várias outras empresas, por exemplo, uma tecnologia de informação; ou ainda, a cópia de uma melhor prática, não auxilia na geração de capacitação distintiva (HAYES

et al., 2008). Conforme estes autores, o que se indica é o desenvolvimento de cenários que permita à empresa criar seus diferenciais quanto ao uso de práticas, ferramentas e demais controles em relação ao seu ambiente de negócio e estratégias competitivas.

Nos sistemas MES, analisar mecanismos que possam determinar o foco que conduz à satisfação dos objetivos estratégicos da manufatura, pode auxiliar nos controles e fortalecimento das abordagens em que a manufatura necessite ser conduzida. Haja vista que diante das mudanças de alguns mercados e a dinamicidade de algumas empresas, as estratégias do uso do MES necessitam ser analisadas para continuar a suprir com os objetivos da empresa e exigências dos clientes (UGARTE; ARTIBA; PELLERIN, 2009).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Miguel et al. (2012), a finalidade de uma pesquisa acadêmica é ampliar a compreensão de um fenômeno promovendo avanço às teorias existentes. Para isso, identificar adequadamente os passos para sua realização é essencial. Neste capítulo, são apresentadas as etapas, tipologia de pesquisa, objeto, unidades de análise e o método de trabalho utilizado para a construção da modelagem proposta, mediante o estabelecimento de critérios e a presença de rigor à pesquisa.

O critério está relacionado ao julgamento de escolha entre os possíveis passos que podem ser utilizados para a construção de um conhecimento, ao passo que rigor demarca o critério utilizado no sentido de assegurar que o resultado atenda ao critério de universalidade (MIGUEL et al., 2012). Conforme os autores, o rigor requer que o pesquisador revise criteriosamente o conhecimento existente em relação ao problema em pauta, vislumbrando entendimento e delimitação que lhe possibilite o encontro da ordem; com isso, proporcione desenvolver modelos úteis e rigorosos a realidade que possam resolver o problema identificado. Assim, possibilitar que a pesquisa e seus resultados decorrentes possam proporcionar conhecimentos que permitam ser aplicados na melhoria dos sistemas atuais ou novos e na concepção de produtos ou serviços, posicionando-se como uma pesquisa necessária (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015).

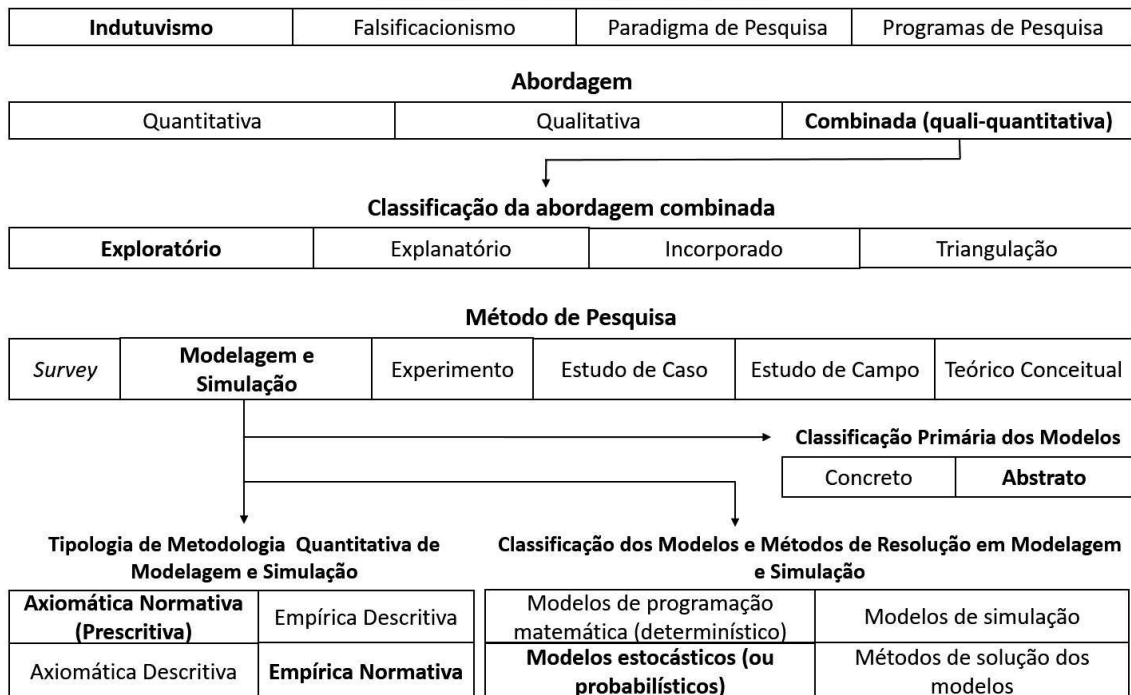
3.1 Tipologia de pesquisa

Segundo os autores Miguel et al. (2012), a engenharia de produção e operações apresenta conexão com a economia, administração e as ciências sociais, naturais e humanas, à medida que, dependendo da área o resultado do objeto de estudo, pode apresentar distintas formas de construção da teoria. Na Figura 6 são apresentados os principais elementos que constituem pesquisas em engenharia de produção e operações. Os elementos em destaque caracterizam as escolhas aplicadas.

Esta pesquisa utilizou a abordagem indutiva que é definida pela descrição de fenômenos, buscando gerar conhecimento das relações entre ação e contexto, em que o pesquisador poderá utilizar de aproximações probabilísticas para justificar os resultados (MIGUEL et al., 2012). Neste sentido, no transcorrer desta pesquisa pode ser observado o ambiente das empresas, são realizados os registros dos fatos, classificando-os em relação ao método proposto e, no final, geradas as constatações identificadas.

A abordagem de pesquisa consiste na quali-quantitativa de classificação exploratória, que possibilita ao pesquisador utilizar o que existe de mais apropriado em cada abordagem para responder a pergunta de pesquisa (MIGUEL et al., 2012). Por exemplo, nesta pesquisa, são utilizados mecanismos qualitativos em um primeiro momento para entender as premissas sobre o assunto, em entrevistas nas empresas com os decisores e os usuários do sistema MES. Esses

Figura 6: Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e operações
Concepções Metodológicas da Ciência



Fonte: Elaborado pelo Autor com base em Miguel et al. (2012)

levantamentos qualitativos passam a ser transformados em modelos quantitativos, formando a base necessária para a construção da modelagem da pesquisa.

O método de pesquisa utilizado é a modelagem, de classificação primária abstrata, de tipologia de metodologia quantitativa axiomática normativa e empírica normativa de classificação em modelo e resolução estocástica (ou probabilística). Conforme Miguel et al. (2012), a modelagem provém da criação de modelos que possibilitam entender e identificar problemas, captando e representando o sistema real que pode ser simplificado, desenvolvendo estratégias que apoiam e sistematizam o processo de tomada de decisão para gestores, analistas ou técnicos. Os modelos quantitativos abstratos possibilitam analisar diferentes resultados de diferentes ações, por meio do uso de diversas técnicas analíticas. A tipologia de pesquisa quantitativa axiomática normativa propõe novos modelos ou alteração de modelos já existentes que aperfeiçoem um específico problema por meio de ações, estratégias, políticas ou normas que proporcionem melhores resultados. Já a pesquisa empírica normativa procura desenvolver políticas, ações e estratégias que possam melhorar a situação atual da empresa, baseada em modelos que prescrevem determinada decisão podendo fundamentar-se em um modelo de otimização matemática. O método de resolução estocástica (ou probabilística) pode considerar certa incerteza nos parâmetros relacionados ao problema, em que o modelo construído visa a obter uma solução que maximize determinada probabilidade acerca de determinado objetivo, que envolve a análise de decisão, a seleção de alternativas entre as diversas existentes (MIGUEL et al., 2012).

Nesta pesquisa, modelos matemáticos foram utilizados para desenvolver uma modelagem

que distribui importâncias relativa entre as funcionalidades que compõem os pilares de um MES em relação às prioridades de competência da manufatura. Para a obtenção de informações aplicou-se nas empresas a AHP e a escala Likert, cujos dados das aplicações foram modelados e passam a integrar a modelagem de distribuição de importâncias MES. Ao final, foi possível identificar um vetor de importância entre funcionalidades e um quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores. Os resultados são apresentados em formato de tabela e gráficos.

3.2 Objeto e unidades de pesquisa

A obtenção de melhores resultados nas organizações pode ser proveniente do uso adequado dos seus recursos, entre eles os recursos tecnológicos, de maneira alinhada e focada em relação às suas táticas e estratégias. O MES é um sistema de informação amparado por um sistema computacional (SEDANO et al., 2011), que coleta e integra os dados gerados no chão-de-fábrica, dispondo de informações rápidas e precisas sobre os ativos, os processos, os produtos e os operadores (NAEDELE et al., 2015), fornecendo importantes subsídios para os tomadores de decisão (VANDERLEI et al., 2009).

Na literatura, é possível identificar alguns autores que corroboram apontando o MES como um elemento estratégico que pode auxiliar na obtenção de resultados (BOCHI, 2008; COTTYN et al., 2011; UGARTE; ARTIBA; PELLERIN, 2009; ELLIOTT, 2013; HELO et al., 2014; KARANI, 2005; KLETTI, 2007; MATSUBARA, 2014; MCCLELLAN, 2001; MESA, 2015; NAEDELE et al., 2015; NEUHAUS; SILVA; PACHECO, 2014; NEVES, 2011; NEVES et al., 2015; OLIVEIRA; HELLENO, 2012; SEDANO et al., 2011; VALER, 2011; VANDERLEI et al., 2009). No entanto, em pesquisas em alguns portais quando comparados os termos MES e Estratégia da Produção/ Estratégia de Manufatura (*Manufacturing Execution System and Production Strategy/ Manufacturing Strategy*), e MES e prioridades de competência da manufatura (*Manufacturing Execution System and Competitive Capabilities*), conforme a Tabela 1, a quantidade de estudos identificados é pouca, diferentemente da quantidade de estudos apresentados, quando os mesmos termos são analisados de maneira independente.

Portanto, esta pesquisa visa contribuir para o estado-da-arte do tema, buscando analisar os assuntos de maneira integrada, ou seja, o MES representado pelos pilares e suas funcionalidades e estratégia de manufatura representada pelas prioridades de competência da manufatura. Para tanto, foi elaborada uma modelagem que possa distribuir importâncias entre as funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais.

A aplicação da modelagem ocorreu em duas empresas denominadas MA e DZ. As empresas datam a utilização do sistema MES de onze e oito anos, respectivamente. As empresas foram escolhidas por conveniência: (i) possibilidade de acesso do pesquisador; (ii) por apresentarem características diferentes entre produto e processo, dispondo do sistema MES implantado em sua operação de fabricação; e (iii) pela expressiva representatividade que possuem no segmento em que operam.

As empresas são de médio porte e estão localizadas no Rio Grande do Sul - Brasil. A empresa MA fabrica produtos que são acoplados em motores da linha automotiva, naval e industrial, possibilitando melhorar a performance destes motores. Possui mais de 50 anos, é líder no mercado nacional de reposição, dispondo da maior rede de assistência técnica do país no segmento; e exporta para mais de 60 países. Suas atividades iniciais eram na manutenção de veículos. Nos anos seguintes a empresa introduziu os primeiros componentes dos produtos acopladores em motores, realizando a fabricação interna e importação de parte dos componentes. A tecnologia de fabricação foi adquirida no exterior, marcando após nove anos de empresa o domínio e completa produção interna deste tipo de produto, inclusive a nível Brasil.

A empresa DZ fabrica produtos que compõem o sistema de freio de veículos automotivos de grande e médio porte. Possui filial nos Estados Unidos, é considerada a segunda maior empresa do segmento nacional de reposição. Possui mais de 28 anos de mercado e exporta para mais de 50 países. A evolução e *know-how* em produtos e processos possibilitou a empresa desenvolver tecnologia própria no processo de fabricação, do qual permite o reaproveitamento como parcela a ser adicionada na matéria-prima de produtos rejeitados internamente e de produtos que chegam ao fim de uso recolhidos no mercado.

3.3 Método de trabalho

Ao pesquisador é posta a tarefa de adequar os meios de trabalho aos objetivos da pesquisa diante do desafio de transformar conhecimentos existentes em novos conhecimentos por meio do uso de equipamentos e recursos (MIGUEL et al., 2012).

Para esta pesquisa, algumas das principais bases de pesquisa foram consultadas; Portal Capes, *Web of Science*, *EBSCO Host*, *Science Direct*, *Scopus* e *Google Scholar*; que se pode designar como varredura horizontal (*literature search*) (MIGUEL et al., 2012). Os resultados iniciais levaram à indicação dos crescentes estudos em sistemas MES, dos quais alguns autores referenciavam como elemento estratégico. Entretanto, ao tratar o MES como elemento estratégico, a literatura pesquisada apresenta lacunas que esclareçam como ocorre este processo entre MES e estratégia de maneira integrada.

Vislumbrando a oportunidade da temática, foi realizada a segunda rodada de pesquisa denominada varredura vertical (*literature review*); que visa a apoiar na elaboração do modelo ou na contribuição teórica (MIGUEL et al., 2012). Aprofundando o assunto em questão, levantaram-se dois elementos-chave para o sucesso de um MES e de uma estratégia produtiva. Na parte do MES, os seus 11 pilares são caracterizados por apresentar funcionalidades que possibilitam a ferramenta MES suprir seus macro-objetivos. De outro lado, as estratégias de produção dispõem, em suas prioridades de competência da manufatura, de condições de suportar e gerar resultados, visando a atender adequadamente aos objetivos estratégicos da manufatura. Estes elementos possibilitaram o delineamento do problema de pesquisa, objetivo geral e específicos.

A coleta de dados ocorreu por meio de entrevistas estruturadas, buscando manter o padrão

das perguntas entre os entrevistados, com perguntas abertas e semiestruturadas, permitindo em específico momento maior liberdade dos entrevistados acerca de determinado assunto, em busca de maior profundidade e validação de argumentos. As análises documentais de dados e indicadores históricos foram utilizadas em busca de resgatar informações a serem comparadas, validadas e medidas com o objetivo proposto, quando necessário.

A escala Likert e a aplicação da ferramenta de análise multicritério à decisão o método AHP visam obter informações específicas do assunto com praticidade, assegurando robustez na coleta e tomada de decisão. Para a análise dos dados foi utilizada a Razão de Consistência (CR) para a AHP, e estatística descritiva (moda, média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para a escala Likert. Ao final foi utilizada a técnicas de grupo focal para validar às informações.

O grupo focal possibilita tentar compreender as variações de opiniões e/ou sentimentos que possam dar origem a determinado fato ou ação (PARANHOS et al., 2016). Esta técnica foi utilizada em um único momento para cada empresa, ao final, visando validar as informações e resultados obtidos na modelagem proposta. Maiores detalhes são descritos na seção 3.4.

Em suma, esta pesquisa foi definida em cinco etapas, contendo cada uma, atividades, objetivos, técnica e saídas. O planejamento é apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Etapas de execução da pesquisa

Etapa	Entrada	Objetivo	Técnica	Saída
1	Contato com as empresas	Obter aprovação para realizar a pesquisa	Contato por telefone, e-mail e reunião	Confirmação da participação da empresa e assinatura do termo de consentimento de pesquisa
2	Entrevista com gerente da produção e especialista de MES	Conhecer em profundidades as empresas	Entrevista (semiestruturada e aberta)	Descritivo acerca das empresas e delimitação do estudo
3	Apresentação da pesquisa aos participantes e explicação do formato de preenchimento da AHP	Nivelar os conhecimentos acerca da pesquisa e fornecer subsídios ao preenchimento dos formulários	Aplicação da AHP	Estimativa das interações recíprocas para os macro-objetivos e funcionalidades do MES
4	Esclarecimento de possíveis dúvidas e explicação do formato de preenchimento da escala Likert	Fornecer subsídios ao preenchimento dos formulários	Aplicação da escala Likert e AHP	Estimativa de influencia entre funcionalidade do MES \times prioridades de competência da manufatura, e estimativa das interações recíprocas para as prioridades e subprioridades de competência da manufatura
5	Apresentação dos resultados	Adequar/ ajustar, se necessário, e validar modelagem	Grupo focal (participantes-chave)	Modelagem final validada

Fonte: Autor (2016)

O Quadro 7 finaliza a composição do método de trabalho com a apresentação do protocolo de pesquisa.

Quadro 7: Protocolo de pesquisa

Elementos de Pesquisa	Descrição
Problema de pesquisa	Como determinar o foco das funcionalidades que compõem os pilares de um MES para a satisfação dos objetivos estratégicos da manufatura?
Objetivo geral	Elaborar uma modelagem que possa distribuir importâncias entre as funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais
Período de realização	Início em 2015; execução e finalização em 2016
Unidade de análise	Duas empresas denominadas MA e DZ, de médio porte, localizadas no Rio Grande do Sul - Brasil, com aplicação do MES de onze e oito anos, apresentando características diferentes em produto e processo
Fontes e técnicas	Entrevistas com gerente da produção e especialista de MES. Aplicação da AHP e escala likert com: gerente da produção, especialista de MES, gestor da produção, programação e controle da produção, qualidade, engenharia de processos, manutenção entre outros; de acordo com a estrutura hierárquica e disponibilidade de cada empresa. Por fim, grupo focal com alguns participantes
Validade interna	Análise e validação pelo grupo focal das práticas identificadas decorrentes dos resultados da modelagem
Validade externa	Comparação entre as lógicas planejadas do estudo, os resultados obtidos e a aplicabilidade e replicabilidade
Questões elementares do estudo	Identificar na literatura os macro-objetivos, pilares e funcionalidades que podem compor um sistema MES; Identificar na literatura, posteriormente nas empresas, as principais prioridades e subprioridades de competência da manufatura; Identificar a distribuição percentual para os macro-objetivos, pilares e funcionalidades MES; prioridades e subprioridades de competência da manufatura; e, a influência que cada funcionalidade MES pode exercer na obtenção de resultados em cada prioridade de competência da manufatura; em cada empresa; Identificar pesos quanto a aplicação das funcionalidades MES e quanto a melhorar e/ou implantar a funcionalidade MES; em cada empresa; Construir uma modelagem que distribua importâncias entre as funcionalidades MES, formado por vetor de importância entre funcionalidades e quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores

Fonte: Autor (2016)

3.4 Procedimento de execução da Pesquisa

A pesquisa contou com cinco etapas para cada empresa, conforme Quadro 6. A primeira etapa foi o contato com as empresas para a apresentação dos objetivos de pesquisa, dos possíveis resultados e riscos. A apresentação ocorreu para o gerente da produção e especialista de MES, totalizando 1,5h para cada empresa durante abril de 2016. A validação desta etapa ocorreu pelo aceite das empresas e assinatura do termo de consentimento de pesquisa.

Na segunda etapa foi realizada uma entrevista com o gerente da produção e especialista de MES, seguindo o Apêndice A como guia padrão, totalizando 2,5h para cada empresa durante agosto e setembro de 2016. Os resultados obtidos nesta etapa são apresentados nas Subseções 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3 para a empresa MA; e 4.3.6, 4.3.7 e 4.3.8 para a empresa DZ

Na terceira etapa foi realizada apresentação para o grande grupo participante da pesquisa e explicado o formato de preenchimento da AHP, de acordo com Apêndice C (estimativa das interações recíprocas para os macro-objetivos e funcionalidades do MES). Participaram na em-

presa MA: gerente da produção, analista de PCP, analista de MES, gestor da qualidade, analista de compras, analista técnico de programação de CNCs e três gestores técnicos de produção; totalizando 1h, em agosto de 2016. Participaram na empresa DZ: gerente da produção, analista de MES/PCP, gestor da qualidade, gestor da produção, planejador da manutenção, gestor da engenharia de processos e analista técnico de processos, líder da produção e um técnico operacional da produção; totalizando 1h; em outubro de 2016. Por necessidade de retorno as atividades de trabalho, os participantes ficaram de posse dos formulários para preenchimento, posteriormente, os formulários foram reunidos pelo especialista de MES e repassado ao pesquisador. Os resultados desta etapa são apresentados na subseção 4.3.4, para a empresa MA e 4.3.9 para a empresa DZ.

Na quarta etapa foi realizado novo encontro com o grupo participante. Nesta etapa foi explicado o formato de preenchimento da escala Likert e AHP de acordo com Apêndice C, D e E (estimativa das interações recíprocas para as prioridades e subprioridades de competência da manufatura; estimativa de influencia entre funcionalidade do MES \times prioridades de competência da manufatura; e, estimativa de aplicação das funcionalidades do MES). Na empresa MA ocorreu em setembro, na empresa DZ ocorreu em novembro, ambas totalizaram 30 minutos cada. Por necessidade de retorno as atividades de trabalho, os participantes ficaram em posse dos formulários para preenchimento, posteriormente, os formulários foram reunidos pelo especialista de MES e repassado para o pesquisador.

Na quinta etapa foi realizada uma sessão de grupo focal. Estavam presentes os participantes-chave da pesquisa. Foi aplicado o Apêndice F, correspondente a avaliação quanto a melhorar e/ou implantar a funcionalidade do MES. Posteriormente, foram apresentados os resultados finais correspondentes aos Apêndices B, C, D e F, do qual passou por discussão acerca da representação destas informações à realidade da empresa. Participaram na empresa MA: gerente da produção, analista de MES e um dos gestores técnico de produção; totalizando 2h, em novembro de 2016. Participaram na empresa DZ: gerente da produção; analista de MES/PCP; gestor da engenharia de processos; analista de processos; e um PCP (este integrante não participou dos julgamentos por ausência no período de aplicação, entretanto é considerado uma pessoa chave), totalizando 2,5h, em novembro de 2016. Os resultados desta etapa configuram a validação da aplicação da modelagem proposta. Os resultados são apresentados na subseção 4.3.4 e 4.3.5 para a empresa MA e 4.3.9 e 4.3.10 para a empresa DZ.

4 CONSTRUÇÃO DA MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE IMPORTÂNCIAS

As próximas seções e subseções apresentam os elementos para a composição da modelagem e os resultados da aplicação da modelagem nas empresas.

4.1 Aplicação da AHP e escala Likert

Nas empresas, a tomada de decisão pode fazer parte das atividades de muitos profissionais. Em muitos casos, o volume de variáveis a serem analisadas e associadas em busca de uma solução ótima passa a ser objeto de dificuldade, fato em que, por exemplo, a realização de uma ponderação simples não poderá simbolizar a melhor decisão (ISHIZAKA; NEMERY, 2013). Nestes casos, é possível utilizar métodos de Análise de Decisão Multi-Critério (*Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA*).

Ishizaka e Nemery (2013) argumentam que muitos métodos MCDA foram criados com a finalidade de auxiliar o tomador de decisão. Estes métodos podem ser entendidos como uma disciplina que abarca matemática, informática, gestão, ciências sociais, economia e psicologia; visando a resolução de soluções, sejam elas táticas, estratégicas ou outras decisões. Os diferentes problemas, sejam eles relacionados a escolhas, classificação ou descrição, podem ser resolvidos por diferentes métodos MCDA. Alguns exemplos são: ANP; AHP; PROMETHEE; ELECTRE; TOPSIS; DEA; MAUTUTA; GAIA; entre outros vários métodos; e a possibilidade de utilizar diferentes softwares na resolução ou até modelar com o auxílio do Excel. Mais informações sobre o uso destes métodos MCDA podem ser obtidos em (ERTUGRUL; KARAKASOGLU, 2008; ISHIZAKA; NEMERY, 2013).

É importante entender que cada método apresenta particularidades e limitações. Neste sentido, é de suma importância entender as características do problema a ser tratado e definir com base nesta análise e das particularidades de cada método, qual poderá oferecer melhor resultado. De acordo com a análise realizada, para esta pesquisa o método AHP demonstrou ser a opção mais apropriada a obter resultados, considerando principalmente os seguintes critérios: possibilidade de compensação entre pontuações (característica presente na AHP, abordagem da escola americana); simplicidade de aplicação e entendimento aos participantes (considerando o processo de avaliação em pares e atribuição de uma escala); possibilidade e facilidade de medir a qualidade dos julgamentos (relacionado ao índice de razão de consistência); possibilidade de aplicação com julgamentos individuais e posterior agregação individual das prioridades (situação aplicada a esta pesquisa).

A construção da modelagem proposta utilizou o método AHP com a finalidade de identificar a distribuição percentual para as prioridades de competência da manufatura e, entre os macro-objetivos do MES e as funcionalidades do MES.

Na literatura sobre MES é possível identificar alguns estudos que utilizam a AHP como método de apoio à decisão (CHAO; Li Qing, 2006; CHEN, 2006; CHEN et al., 2012; SONG

et al., 2015; WANG; HONG, 2010), entre outros. Segundo Rodriguez, Costa e Carmo (2013), a AHP é um dos métodos mais encontrados em aplicação de estudos que envolvem modelagem e análise de problemas de manufatura.

A AHP permite modelar os elementos que compõem um problema de decisão multicritério (SAATY, 1991). Para o autor, é possível organizar e racionalizar o problema em partes, sob a forma de hierarquia e de análise pareada entre os diferentes critérios e subcritérios, estimando a importância relativa de cada nível, possibilitando encontrar os desempenhos de cada alternativa. Além disso, este método de decisão multicritério é fundamentado nos princípios: estabelecimento de uma hierarquia; definição de prioridades; e, consistência lógicas das prioridades. Saaty (1991) argumenta que deve ser iniciado pelo nível mais elevado da hierarquia, cada critério a_i deve ser comparado com os critérios a_j da mesma hierarquia, formando uma matriz $C_{i,j}$ $n \times n$, de preferência com os valores apresentados no Quadro 8.

Quadro 8: Escala proposta por Saaty

Grandeza	Valor Subjetivo	Descrição
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Mais importante	A análise e experiência mostram que um critério é um pouco mais importante em relação ao outro
5	Muito mais importante	A análise e experiência mostram que um critério é claramente mais importante em relação ao outro
7	Bastante mais importante	A análise e experiência mostram que um dos critérios é predominantemente maior
9	Extremamente mais importante	A análise e experiência mostram que um critério é absolutamente predominante que o outro
2, 4, 6, 8 valores recíprocos dos anteriores	Valores intermediários	É possível serem utilizados

Fonte: Autor (2016)

Uma vez construída a matriz de comparação, é calculado o autovetor de máximo autovalor, representando o vetor de prioridades, ou médias normalizadas dos julgamentos. Desse modo, é possível ser realizado o cálculo do autovalor λ_{max} , e a razão de consistência (CR). A CR apresenta a probabilidade de que os julgamentos possam ter sido criados por acaso e não por uma escolha racional. A Equação 4.1 apresenta o cálculo da CR.

$$CR = [\lambda_{max} - n] / [IR \times (n - 1)] \quad (4.1)$$

Sendo:

n = número de critérios;

$\lambda_{max} \leq$ = é o maior autovalor;

IR = é um índice randômico médio, nesse caso, utiliza-se conforme a Tabela 2.

Para os resultados de $CR < 0,10$ sugere-se aceite nos julgamentos, caso os valores resultem a maior, sugere-se a reformulação dos julgamentos (SAATY, 1991).

Tabela 2: Valores de IR em relação a diferentes tamanhos de matrizes

Dimensão da matriz n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,32	1,41	1,45	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1991)

O método AHP possibilita ser aplicado de duas maneiras: em atividade de grupo por intermédio de um analista ou pesquisador; ou, individualmente operando com cada respondente e, após, agregando os resultados. Nesta pesquisa foi aplicado de maneira individual, após, foi agregado os resultados. Esta ação visou facilitar a aplicação em respeito à disponibilidade dos participantes e suas preferências, considerando que ocorreu participação eclética de várias pessoas de diversos setores.

Outrossim, a escala Likert é considerada uma escala de intensidade, unidimensional, ou seja, considera-se que o intervalo é linear, podendo ser considerada um exemplo de dado qualitativo ordinal (MIGUEL et al., 2012). Conforme esses autores, a escala a ser utilizada pode variar em termos de amplitude, por exemplo, de 0 a 4; 1 a 5; 1 a 9; ou 0 a 1; entre outras, considerando que em uma escala de 5 pontos, é possível ter 1 como “discordo totalmente” e a 5 “concordo totalmente”, ou, 0 “influência nula” e a 1 “influência dominante”. Ressalta-se que é importante analisar a consistência que a escala escolhida atende ao objetivo proposto.

Miguel et al. (2012) sugerem que no questionário deve constar as instruções de preenchimento, assim como a existência de glossário quando existirem termos ou jargões específicos da área, objetivando facilitar o entendimento pelo respondente. Os autores também consideram relevante a realização de um teste piloto, identificando a consistência e entendimento, calibrando e ajustando as questões quanto a conteúdo e forma antes de começar a coleta.

Para a construção da modelagem foi utilizada a escala Likert com o objetivo de identificar a estimativa de influencia entre funcionalidades do MES x prioridades de competência da manufatura; a estimativa de aplicação das funcionalidades do MES; e a estimativa para melhoria das funcionalidades do MES.

Os resultados obtidos visam quantificar numericamente as avaliações dos respondentes. Como resultado final para a composição da modelagem, na primeira foi agregado os valores passando a utilizar a média aritmética dos resultados. A segunda foi utilizada a moda dos resultados. Como análise de discrepâncias, foi utilizado o desvio padrão e coeficiente de variação. Para a última, a aplicação ocorreu em grupo focal.

Os instrumentos desenvolvidos foram aplicados primeiramente em uma das empresas (MA), posteriormente replicado na segunda empresa (DZ). Para a confirmação dos resultados foi executado um grupo focal. O grupo focal contou com a participação de alguns colaboradores considerados “chave” pela gerencia da produção. Este grupo analisou os resultados da aplicação da AHP e escala Likert, efetuando ajustes, visando refletir a realidade da empresa; e por fim efetuou a estimativa para melhoria das funcionalidades do MES. As ações deste grupo focal validaram a modelagem proposta.

4.1.1 Identificação dos macro-objetivos, pilares e funcionalidades do MES e sua distribuição percentual

Este estudo utilizou a linha proposta pela MESA em análise aos seus 11 pilares e funcionalidades, conforme corroboração de alguns autores sobre o assunto (UGARTE; ARTIBA; PELLERIN, 2009; DEUEL, 1994; ELLIOTT, 2013; KLETTI, 2007; MCCLELLAN, 2001; MESA, 2015; NAEDELE et al., 2015; NEVES, 2011; VALER, 2011). Do mesmo modo, foi utilizada a proposição de macro-objetivos identificados em Kletti (2007). Essas informações são apresentadas na Seção 2.2 e Quadro 2, em que é apresentada de maneira decomposta em uma estrutura arborescente de hierarquia e subordinação, conforme identificado na literatura, sendo base para a construção da modelagem.

A aplicação da AHP ocorreu por meio de formulário, conforme descrito no Apêndice B. Os resultados proporcionam identificar a distribuição percentual entre os macro-objetivos e funcionalidades do MES para cada respondente. A distribuição dos percentuais aos pilares ocorreu pelo somatório correspondentes às suas funcionalidades. A opção por este processo visou diminuir o volume de análises pareadas (matrizes) e, respectivamente, diminuir o tempo necessário dos respondentes. Como resultado final para a composição da modelagem, foi agregado os valores passando a utilizar a média aritmética dos resultados.

Para a validação dos julgamentos foi utilizado os resultados da CR para cada respondente, sendo solicitado novo julgamento até o ajuste ao valor indicado por Saaty (1991); e, ao final do estudo, estes resultados foram analisados, ajustados e validados pelo grupo focal.

4.1.2 Identificação das prioridades e subprioridades de competência da manufatura e sua distribuição percentual

As prioridades de competência da manufatura utilizadas neste estudo foram: custo, qualidade, flexibilidade, entrega e inovação, conforme identificadas no Quadro 3 e descritas no Quadro 4. A escolha dessas prioridades ocorreu com base na literatura, visto que as quatro primeiras podem ser consideradas prioridades genéricas (WARD; BICKFORD; LEONG, 1996), acrescida da inovação, cuja prioridade pode ser considerada importante em um ambiente em que a inovação pode auxiliar na diferenciação (PANTALEÃO, 2012).

A estas, a aplicação da AHP ocorreu por meio de formulário, conforme descrito no Apêndice C. Os resultados proporcionam identificar a distribuição percentual entre as prioridades de competência da manufatura para cada respondente. Como resultado final para a composição da modelagem, foi agregado os valores passando a utilizar a média aritmética dos resultados. Na validação dos julgamentos foi utilizado os resultados da CR para cada respondente, sendo solicitado novo julgamento até o ajuste ao valor indicado por Saaty (1991); e, ao final do estudo, estes resultados foram analisados, ajustados e validados pelo grupo focal.

As subprioridades de competência da manufatura analisadas utilizam o Quadro 5 para apoio

na identificação e definição nas empresas. Considerando que características específicas podem ser encontradas em uma organização ou UEN (HAYES et al., 2008), ou uma SubUEN (DUPONT, 2011) que as diferencia das demais, requerendo uma determinada configuração em seu sistema de produção (OLIVEIRA; MAIA; MARTINS, 2006), isso foi levado em consideração para a escolha de algumas das subprioridades para na pesquisa.

Para a construção da modelagem proposta e sua representação, foi delimitado em duas subprioridades para cada prioridade de competência da manufatura. As escolhas ocorreram por meio de entrevista com o gerente da produção e especialista de MES de cada empresa. Foi utilizado o Apêndice A como guia, identificando argumentos importantes e as configurações utilizadas, passando a serem discutidas e validadas com estes entrevistados, chegando a um consenso. Para cada par de subprioridades, posteriormente, receberam a distribuição percentual pelos respondentes, considerando o somatório do par equivalente a 100%; conforme Apêndice C. Como resultado final para a composição da modelagem, foi agregado os valores passando a utilizar a média aritmética dos resultados.

Os resultados foram analisados utilizando a estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) e, ao final, estes resultados foram analisados, ajustados e validados pelo grupo focal.

4.1.3 Identificação dos percentuais entre as funcionalidades MES x prioridades de competência da manufatura

Neste momento, é realizada a estimativa de influência entre funcionalidades do MES x prioridades de competência da manufatura. Para cada relação, considerando uma escala de 5 pontos (1 a 5; um a cinco), o nível de influência que cada funcionalidade do MES pode exercer na obtenção de resultados em cada prioridade de competência da manufatura. A escala contém em um extremo a influência nula que corresponde a 1 (um ponto); influência baixa (2 pontos); influência média (3 pontos); influência alta (4 pontos); e, influência dominante (5 pontos), das quais cada participante apontou sua escolha; conforme aplicação de formulário descrito no Apêndice D.

Ao final, os julgamentos foram normalizados as proporcionalidades ao somatório de 100%, para cada respondente. Este procedimento entre estimativas e normalização ocorreram para as relações entre a funcionalidade x custo, funcionalidade x qualidade, funcionalidade x flexibilidade, funcionalidade x entrega e funcionalidade x inovação. Como resultado final para a composição da modelagem, foi agregado os valores passando a utilizar a média aritmética dos resultados.

Os resultados foram analisados utilizando a estatística descritiva (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) e, ao final, estes resultados foram analisados, ajustados e validados pelo grupo focal.

4.1.4 Identificação dos pesos quanto a aplicação e quanto a melhorar e/ou implantar as funcionalidades MES

Este tópico representa o avanço da pesquisa em sua segunda fase (pós-qualificação).

A identificação dos pesos quanto a aplicação das funcionalidades visa avaliar quanto ao uso de cada funcionalidade do MES, conforme os respondentes, ao qual é denominada na modelagem de “aplicação”. Para isso, foi utilizado uma escala de 5 pontos (0 a 1; zero a um), contendo em um dos extremos a representação de que a utilização é nula, correspondente a 0 (zero); utilização baixa (0,25 ponto); utilização média (0,5 ponto); utilização alta (0,75 ponto); e, utilização plena (1 ponto); conforme aplicação de formulário descrito no Apêndice E.

Como resultado para a composição da modelagem, foi identificada a moda dos pesos atribuídos; e, aos resultados obtidos foi analisado o desvio-padrão, ao final, estes resultados foram analisados, ajustados e validados pelo grupo focal.

Já, os pesos quanto a melhorar e/ou implantar as funcionalidades visa identificar o nível de facilidade em melhorar e/ou implantar a funcionalidade do MES, ao qual é denominada na modelagem de “melhoria”. A identificação dos pesos ocorreu pela análise do grupo focal. Para esse fim, foi utilizado uma escala de 5 pontos (0 a 1; zero a um), contendo em um dos extremos a representação de que a melhoria é muito difícil, correspondente a 0 (zero); difícil (0,25 ponto); médio (0,5 ponto); fácil (0,75 ponto); e, muito fácil (1 ponto); conforme aplicação de formulário descrito no Apêndice F.

Como resultado final para a composição da modelagem, foi utilizado o resultado identificado pelo grupo focal.

4.2 Modelagem de distribuição de importâncias MES - MDIMES

A modelagem de distribuição de importâncias MES (MDIMES), apresenta como resultado um vetor de importância das funcionalidades que compõem os pilares de um MES em relação às principais prioridades de competência da manufatura da empresa em análise, e um quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores. Estes resultados são obtidos por meio da aplicação das subseções 4.1.1 a 4.1.4.

A Equação 4.2 apresenta o procedimento adotado para a construção da “Matriz” do MDI-MES, que posteriormente será utilizada na Equação 4.3.

$$\text{MDIMES-M} = \frac{\sum [(\%DeFMES \times \%DeSubCM) + (\%DeF_e_PCM \times \%DeSubCM)]}{2} \quad (4.2)$$

Sendo

MDIMES-M = Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Matriz;

%DeFMES = Percentual distribuído entre as funcionalidades do MES, Subseção 4.1.1;

%DeSubCM = Percentual distribuído entre as subprioridades de competência da manufatura, Subseção 4.1.2;

%DeF_e_PCM = Percentual distribuído entre as funcionalidades do MES x prioridades de competência da manufatura, subseção 4.1.3. Vale destacar que deve ser obtido o valor de acordo com a prioridade de competência da manufatura em que está sendo desenvolvida a distribuição, por exemplo, se está sendo desenvolvido o cálculo para o %DeSubCM da prioridade custo; logo, deve ser obtido o valor correspondente ao %DeF_e_PCM do custo, para cada funcionalidade; de igual forma para as demais subprioridades e funcionalidades.

A Equação 4.3 apresenta a construção do “Vetor” de importância das funcionalidades MDIMES.

$$\text{MDIMES-V} = \sum [\% \text{MDIMES-M}] \quad (4.3)$$

Sendo:

MDIMES-V = Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Vetor;

$\sum [\% \text{MDIMES-M}]$ = Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Matriz;

A Equação 4.3 corresponde ao vetor de importância das funcionalidades que compõem os pilares de um MES em relação às principais prioridades de competência da manufatura da empresa em análise; quanto maior, mais importante. Estes percentuais resultantes possibilitam ser organizados em ordem crescente de importância.

A identificação dos valores correspondentes à “Aplicação” das funcionalidades da MDIMES corresponde a Equação 4.4.

$$\text{MDIMES-A} = \sum [\% \text{MDIMES-V} \times \text{PUsoF}] \quad (4.4)$$

Sendo:

MDIMES-A = Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Aplicação;

MDIMES-V = Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Vetor;

PUsoF = Peso quanto ao Uso de cada Funcionalidade, Subseção 4.1.4.

A Equação 4.4 permite analisar o quanto está sendo utilizado do vetor de importância da funcionalidade que compõe os pilares de um MES x as principais prioridades de competência da manufatura da empresa em análise; quanto maior, melhor. Este resultado é utilizado na composição do quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores.

Para a identificação dos valores correspondentes a “Melhorar e/ou Implantar” as funcionalidades do MDIMES, corresponde a Equação 4.5.

$$\text{MDIMES-Me} = \sum [\% \text{MDIMES-V} \times \text{PM}_e\text{F}] \quad (4.5)$$

Sendo:

MDIMES-Me = Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Melhoria;

MDIMES-V: Modelagem de Distribuição de Importâncias MES-Vetor;

PM_e_F: Peso quanto a Melhorar e/ou Implantar cada Funcionalidade, Subseção 4.1.4.

A Equação 4.5 permite analisar o nível em melhorar e/ou implantar a funcionalidade que compõe os pilares de um MES em relação às principais prioridades de competência da manufatura da empresa em análise; quanto maior, mais fácil. Este resultado é utilizado na composição do quadrante entre aplicação e melhoria destes vetores.

Os quadrantes finais obtidos pelos resultados do MDIMES, correspondem a aplicação gráfica da distribuição dos pontos entre Melhoria x Aplicação, e o Vetor correspondendo a “grandeza” da funcionalidade; a saber:

- linha vertical; eixo Y: MDIMES-A;
- linha horizontal; eixo X: MDIMES-Me;
- grandeza da funcionalidade: MDIMES-V.

Neste sentido, a Figura 7 apresenta a sequência esquemática de construção da MDIMES, reunindo os argumentos utilizados para a construção da modelagem de distribuição de importâncias. Posteriormente, na Figura 8, é exibido a representação numérica da MDIMES, ao qual simboliza a aplicação da Figura 7 no plano de operação, ou seja, o formato de execução utilizado para a obtenção dos resultados. Por fim, a Figura 9 exibe a representação gráfica da MDIMES.

Figura 7: Sequência esquemática de construção do MDIMES

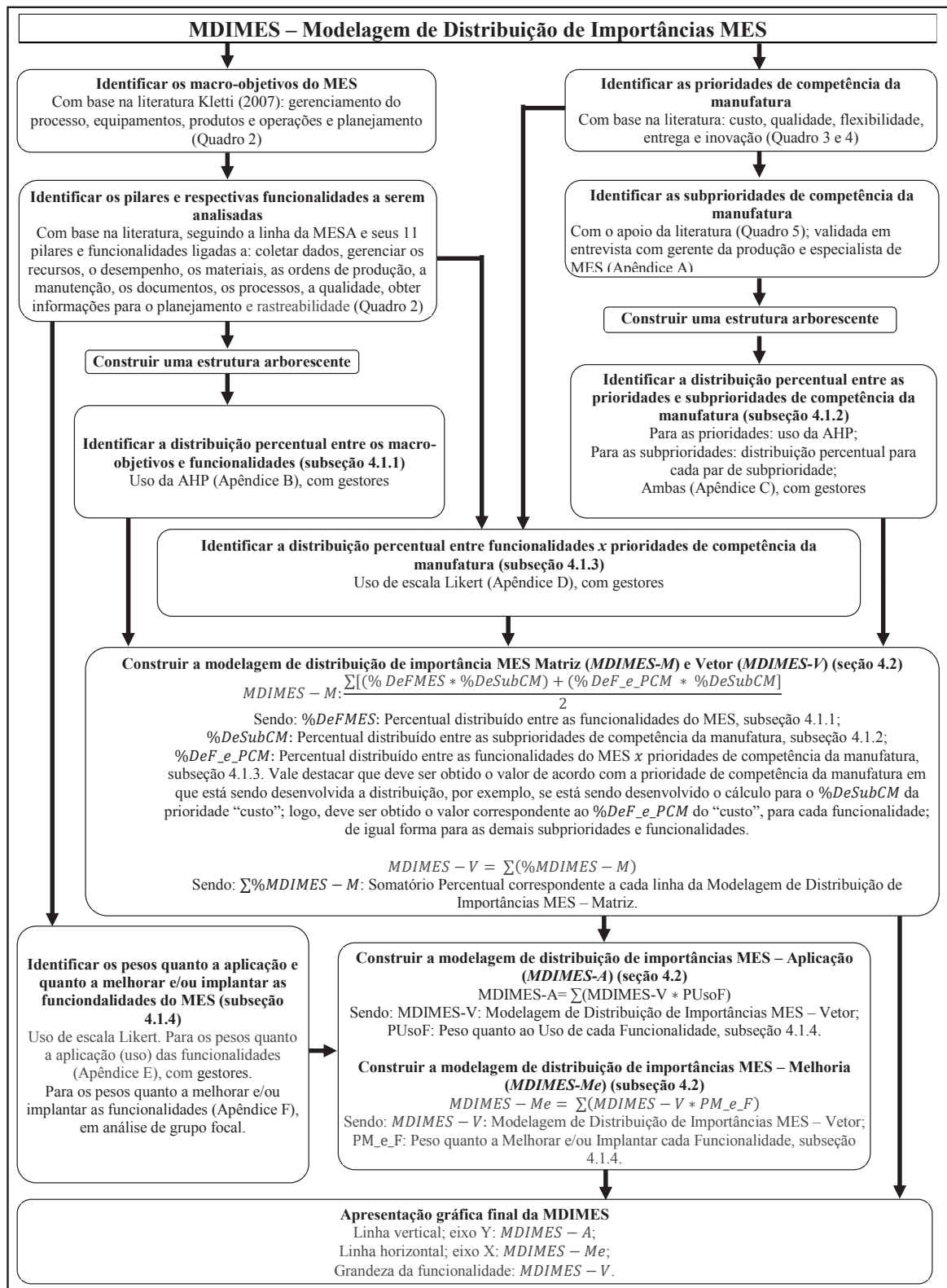


Figura 8: Representação numérica da MDIMES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	Identificado na literatura															Prioridades de Competência da Manufatura Identificado na literatura Custo, Qualidade, Flexibilidade, Entrega, Inovação													
2																Aplicação da AHP com gestores													
3																Entrevista com gerente da produção; com apoio na literatura													
4																Aplicação de distribuição percentual para cada par, com os gestores													
5																					Vector de Importância								
6																					Aplicação								
7																					Melhoria								
8																					Funcionalidade Disponível?								
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													

1	Macro-objetivos do MIES	%	Plataformas do MIES	%	Funcionalidade do MIES	Objetivo da Funcionalidade do MIES	Percentuais das funcionalidades MIES	Percentuais das funcionalidades MIES X Custo	Percentuais das funcionalidades MIES X Qualidade	Percentuais das funcionalidades MIES X Flexibilidade	Percentuais das funcionalidades MIES X Entrega	Percentuais das funcionalidades MIES X Inovação	Pesos quanto ao uso das funcionalidades do MIES (O = baixo; 0,5 = médio; 0,75 = alto; 1 = plano)	Pesos quanto ao uso da literatura para implementar a funcionalidade do MIES (O = muito difícil; 0,25 = difícil; 0,5 = médio; 0,75 = fácil; 1 = muito fácil)	Subprioridade Custo 1	Subprioridade Qualidade	Subprioridade Flexibilidade 1	Subprioridade Entrega 2	Subprioridade Inovação 1	Subprioridade Inovação 2	Subprioridade Inovação 1	Subprioridade Inovação 2	Subprioridade Inovação 1	Subprioridade Inovação 2	Subprioridade Inovação 1	Subprioridade Inovação 2	Subprioridade Inovação 1	Subprioridade Inovação 2	Subprioridade Inovação 1	Subprioridade Inovação 2																															
2	Gerenciar o Processo	%	Gerenciamento do Processo	%	AZ	AZ																																																							
3			Gerenciamento da Mão de Obra																																																										
4			Flexibilidade e versatilidade do Produto																																																										
5	Gerenciar os Equipamentos	%	Gerenciamento dos recursos de produção	%																																																									
6			Coleta de dados																																																										
7			Gerenciamento da Manutenção																																																										
8	Gerenciar as Operações e o Planejamento	%	Programação e sequenciamento das operações	%																																																									
9			Análise de Desempenho das Operações																																																										
10			Gerenciamento da Qualidade																																																										
11	Gerenciar os Produtos	%	Gerenciamento de Documentos	%																																																									
12			Gerenciamento das unidades de produção																																																										
13																																																													

Aplicação da escala Likert com gestores

Aplicação da AHP com gestores

Análise em grupo focal

Ambiente de resultado

Exemplo 1: Linha 2, Coluna P

$$\frac{\sum [(Linha2, ColunaH \times LinhaI, ColunaP) + (Linha2, ColunaI \times LinhaI, ColunaP)]}{2}$$

Exemplo 2: Linha 2, Coluna R

$$\frac{\sum [(Linha2, ColunaH \times LinhaI, ColunaR) + (Linha2, ColunaJ \times LinhaI, ColunaR)]}{2}$$

Resultado Vetor

$$\sum (P \text{ "até" } Y)$$

Resultado Melhoria

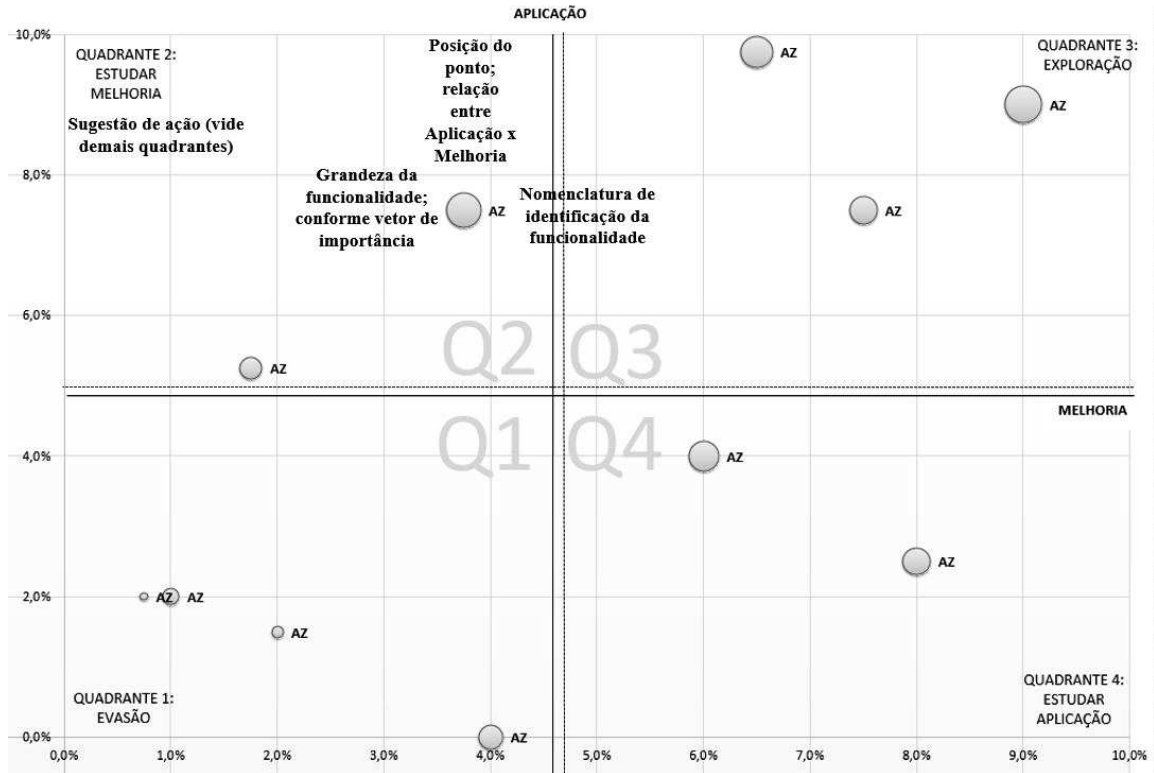
$$\sum (Z * O)$$

Resultado Aplicação

$$\sum (Z * N)$$

Entrevista com gerente da produção

Figura 9: Representação gráfica da MDIMES



Fonte: Autor (2016)

A representação gráfica simboliza o posicionamento das funcionalidades entre a relação de aplicação x melhoria, e o vetor correspondendo a “grandeza” da funcionalidade. Para cada ponto posicionado entre os quatro quadrantes são sugeridas ações aplicadas às funcionalidades em que nele constar.

Para identificar a posição central dos quadrantes MDIMES-A e MDIMES-Me (ponto de encontro entre eixo X e Y), foi utilizada a Equação 4.6.

$$\text{Ponto de encontro } X = \bar{X} = \sum \left[\frac{\text{MDIMES-A}}{24} \right] \text{ e } Y = \bar{Y} = \sum \left[\frac{\text{MDIMES-Me}}{24} \right] \quad (4.6)$$

Sendo:

Ponto de encontro X/Y = corresponde ao ponto para X; e, para Y;

$\sum[\text{MDIMES-A}]$ = corresponde ao somatório dos resultados de MDIMES-A; e,

$\sum[\text{MDIMES-Me}]$ = corresponde ao somatório dos resultados de MDIMES-Me.

Os resultados da Equação 4.6 permite identificar o valor médio dos percentuais, formando a posição que corta o eixo X e Y. Utilizar a média permite definir de maneira prática os valores centrais, possibilitando identificar os valores pertencentes de cada posição; visto que para cada aplicação é possível identificar um determinado ponto. Ao mesmo tempo, é reconhecido existir outros meios que possibilitam identificar a classificação de tais pontos, por exemplo, é possível

ser utilizada a Equação 4.7.

$$\begin{aligned} \text{Ponto de encontro X} &= \sum \left[\frac{(> \text{MDIMES-A}) - (< \text{MDIMES-A})}{2} \right] e, \\ Y &= \sum \left[\frac{(> \text{MDIMES-Me}) - (< \text{MDIMES-Me})}{2} \right] \end{aligned} \quad (4.7)$$

Sendo:

Ponto de encontro X/Y = corresponde ao ponto para X; e, para Y;

> e, < = corresponde ao maior valor; menor valor; entre as funcionalidades;

MDIMES-A = corresponde ao somatório dos resultados de MDIMES-A; e,

MDIMES-Me = corresponde ao somatório dos resultados de MDIMES-Me.

Neste sentido, na aplicação prática será considerada como principal a Equação 4.6, e a Equação 4.7 representativa de outra possível classificação.

As ações sugeridas para os quadrantes referem-se:

- a) Quadrante 1 (Q1), evasão: sugere que seja direcionada menor atenção a estas funcionalidades, em vista que pontos situados neste quadrante podem apresentar menor percentual no seu vetor de importância, ou seja, podem se encontrar entre as últimas posições na distribuição de importâncias. Além disso, apresentam maior dificuldade em melhorar e/ou implantar e utilização baixa da funcionalidade MES pela empresa. A utilização baixa pode ser motivada por não possuir esta funcionalidade ou negligência quanto a aplicação/uso. Sugere-se atenção aos pontos que recebem valor zero na aplicação e que estejam próximos ao Q4 ou possuam considerável percentual distribuído de importância, afinal, este ponto pode sinalizar certa importância em comparação a outros pontos, entretanto, indica que a empresa não possui esta funcionalidade disponível;
- b) Quadrante 2 (Q2), estudar melhoria: sugere que sejam direcionados esforços com finalidade de melhorar estas funcionalidades. Pontos situados neste quadrante podem apresentar maior percentual distribuído no vetor de importância do que os pontos localizados no Q1. Também podem apresentar maior utilização, o que indica a disponibilidade da funcionalidade pela empresa, não necessitando de investimentos imediatos em aquisição e/ou implantação. Entretanto, estes pontos apresentam maior dificuldade em melhorar e/ou implantar a funcionalidade MES;
- c) Quadrante 3 (Q3), exploração: sugere que sejam exploradas estas funcionalidades, ou seja, mantenha-se atenção constante, pois podem representar pontos com maior percentual distribuído em seu vetor de importância do que os demais quadrantes e, indicar a existência de maior aplicação, além de apresentar facilidade em melhorar e/ou implantar a funcionalidade. A maior aplicação pode indicar que os usuários estão mais aptos a operar e/ou aplicam maior atenção a estas funcionalidades, mesmo que seja um fato intuitivo por considera-las importantes. A facilidade em melhorar e/ou implantar sinaliza menor

utilização de esforços e investimentos, o que indica rapidez para a empresa em operar as funcionalidades;

- d) Quadrante 4 (Q4), estudar aplicação: sugere que sejam direcionados esforços em estudar mais a aplicação destas funcionalidades. Pontos situados neste quadrante podem apresentar maior percentual distribuído no vetor de importância do que os pontos do Q1 e, apresentar maior facilidade em melhorar e/ou implantar a funcionalidade. Entretanto, estes pontos demonstram utilização baixa. Esta menor aplicação (utilização baixa), pode indicar menor habilidade em operar e/ou atenção a estas funcionalidades, mesmo que seja um fato intuitivo por não considerar importante, ou motivado ao fato da empresa não dispor desta funcionalidade. A indisponibilidade reforça a necessidade de ser estudada a funcionalidade, visto a facilidade em melhorar e/ou implantar.

Por fim, salienta-se a necessidade de análise dos pontos distribuídos entre os quadrantes. Afinal, os efeitos de posicionamento são provenientes da modelagem, e isso pode modificar em cada caso aplicado, podendo, em algum momento, necessitar de prudência e análise mais aprofundada quanto a relação de importância da funcionalidade e a conjuntura que está sendo analisada.

4.3 Aplicação da Modelagem nas Empresas

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação da modelagem e as informações específicas para as empresas MA e DZ, relativas a: contextualização das empresas; sistema MES; identificação das subprioridades de competência da manufatura; resultados da aplicação da modelagem; discussão dos resultados em cada empresa; e, por fim, discussão acerca da modelagem.

4.3.1 Empresa MA

Atualmente a empresa MA detém o *know-how* internamente e sua fabricação é verticalizada. A fabricação dos produtos é composta basicamente por três processos: fundição, usinagem e montagem. É possível considerar que a empresa MA opera no conceito de UEN distribuída em “fábrica focalizada” definida por (SKINNER, 1974), em que, a fundição é realizada em uma unidade específica com enfoque na combinação de determinados produtos; e a outra unidade opera com enfoque na execução dos processos de usinagem e montagem de produtos. Nesta pesquisa será abordada a unidade de usinagem e montagem, exclusivamente no processo de usinagem.

O processo de usinagem é composto por 66 equipamentos entre tornos e CNCs. Os equipamentos podem ser considerados de mercado e os dispositivos são customizados para o atendimento às necessidades da empresa. O *mix* produtivo chega a 350 produtos mês sob um universo de 600 produtos diferentes. A produção ocorre em lotes econômicos e o processo é controlado

por ordem de produção. O fator humano é de grande importância na execução das atividades produtivas; a maioria da mão de obra é formada internamente na empresa.

A empresa compete com produtos importados em um mercado exigente, em que gradativamente está modificando sua forma de comprar. As alterações são relacionadas a exigências em qualidade absoluta no produto, redução dos volumes de compra, aumento do *mix* e redução do tempo de espera por produto, além de preço. Para monitorar estas exigências a empresa possui vários indicadores setoriais, inclusive na área industrial, envolvendo o controle de custos, qualidade, produção, efetividade de entrega, entre outros. A maioria das informações são geradas pelo ERP, MES e seus desdobramentos.

4.3.2 Sistema MES da empresa MA

As máquinas e operações são monitoradas pelo sistema MES. O MES foi implantado no ano de 2005, substituindo um antigo sistema de controle menos robusto. A empresa adquiriu toda a parte de *software* e *hardware*, posicionando-o entre o ERP e o chão-de-fábrica, com comunicação on-line. O ERP disponibiliza as necessidades de produção para o MES, posteriormente, recebe as informações de retorno do realizado. No chão-de-fábrica existem coletores alocado próximo dos equipamentos interligados via rede ethernet TCP/IP, leitores código de barras e, em alguns equipamentos dispositivos I/O (Dispositivos de Entrada/ Saída), com a função de captar automaticamente as informações dos equipamentos. As cargas de trabalho são requisitadas pelos operadores e gestores por meio de coletores, a exemplo de: tipo de produto, quantidade a ser produzida e a requisição dos programas NC (baixar/ gerenciar programas CNC – Comando Numérico Computadorizado). As informações provenientes dos eventos produtivos são captadas pelos sensores I/O em equipamentos com tecnologia mais recente ou digitadas nos coletores de dados pelo operadores e gestores.

O MES foi implantado pela equipe de TI, conduzida pelo PCP. Apesar de datar a concepção do MES no ano de 2005, foi somente a partir de 2011 que as informações fornecidas pelo sistema obtiveram maior qualidade e confiabilidade. Em parte, isso pode ser explicado pela motivação das pessoas em receio da ocorrência de excesso de controle, principalmente as de linha direta de operação. Outros motivadores foram a adequação de comunicação entre ERP e MES, prolongando os prazos de implantação. Por fim, não havia uma pessoa dedicada exclusivamente ao acompanhamento e gerenciamento deste sistema.

Com o passar dos anos a empresa foi readequando sua estrutura, implantou a participação de lucros e resultados atrelando alguns dos indicadores baseado nas informações geradas pelo MES, promoveu treinamentos e introduziu uma pessoa para ser responsável pela gestão do sistema. Atualmente, o MES é gerenciado por um analista em tempo integral, desenvolvendo atividades de monitoramento, ajuste de dados, criação de planos de ação, melhorias nos processos e no desenvolvimento monitoramento dos indicadores, entre outras atividades.

4.3.3 Identificação das subprioridades de competência da manufatura na empresa MA

Com base na teorização do Quadro 5 e segunda etapa da pesquisa, para a empresa MA algumas das subprioridades mais importante no cenário atual que compõe esta dissertação são: custo operacional e de manutenção; qualidade de conformidade e qualidade percebida; flexibilidade de *mix* e de produto; pontualidade e disponibilidade de informações sobre entrega; e, inovação em novos processos e produtos. A definição destas subprioridades ocorreu por meio de entrevista em agosto de 2016 com o gerente da produção e especialista de MES, pautado na concordância da direção da produção. Destaca-se a existência de outras subprioridades na empresa que não serão tratadas nesta pesquisa.

As subprioridades e as motivações são expressas por:

- a) custo operacional: desenvolver ações que permita a redução dos custos de fabricação. A empresa necessita de constante aprimoramento das atividades produtivas, a exemplo do aumento da eficiência e da eliminação de desperdícios. Isso é vital em um cenário de concorrência direta com produtos importados que podem chegar ao país com preços competitivos;
- b) custo de manutenção: manter os equipamentos em condições de operar com qualidade e velocidade adequada, com baixo custo. Os maquinários e ferramentas necessários para a execução das operações de usinagem requerem grandes investimentos, necessitando de acompanhamento constante;
- c) qualidade de conformidade: manter os padrões de especificação ao qual os produtos foram projetados. Desvios acima do permitido requerem retrabalho ou podem gerar rejeitos. Estas perdas produtivas impactam diretamente nos resultados da empresa e no atendimento aos clientes;
- d) qualidade percebida: os produtos ao serem utilizados necessitam satisfazer as necessidades ou expectativas dos clientes. O mercado da empresa é sensível, neste sentido, todo e qualquer problema que possa ocorrer no produto poderá repercutir na empresa, principalmente na forma de redução do mercado consumidor;
- e) flexibilidade de mix: capacidade de fabricar diversas variedades de produtos rapidamente e adequadamente as necessidades dos clientes. No decorrer dos anos os clientes da empresa passaram a reduzir o volume de compra unitário e aumentar a variedade;
- f) flexibilidade de produto: capacidade em adaptar os produtos para atender as necessidades específicas dos clientes. Isso, associada a flexibilidade de executar rapidamente as mudanças;
- g) pontualidade na entrega: capacidade em cumprir com os prazos planejados e prometidos. Considerando que a empresa mantenha eficiente suas operações e baixo custo;
- h) disponibilidade de informações sobre entregas: identificar detalhes acerca dos produtos, processos e prover informações acuradas para as áreas envolvidas. Visa garantir o planejado e/ou informar os desvios para tomada de ação antecipadamente;

- i) inovação em novos processos: reduzir custos, atender as exigências dos clientes, por exemplo, em mix e volume, mantendo pontualidade e reduzindo os prazos de entrega; tornam a melhoria em processos um dos grandes aliados sob domínio da empresa para obter resultados;
- j) inovação em novos produtos: acompanhar a evolução dos lançamentos de novos produtos de seus clientes e desenvolver produtos que possam atender a estes lançamentos. Ter capacidade de acompanhar esta evolução e introduzir rapidamente novos produtos, possibilita auferir maior participação de mercado.

4.3.4 Resultados da aplicação da modelagem MDIMES na empresa MA

A modelagem na empresa MA foi construída com a participação de nove colaboradores; conforme Tabela 3.

Tabela 3: Perfil dos respondentes - empresa MA

Participantes	Tempo de empresa (anos)	Nível de formação	Tempo de contato/ conhecimento em sistemas MES (anos)
Gerente da Produção	29	Cursando MBE	10
Analista de MES	23	Cursando Ensino Superior	8
Analista de Compras	4,3	Cursando Ensino Superior	1
Gestor da Qualidade	18	Cursando Ensino Superior	10
Analista Técnico de Programação de CNCs	18	Técnico	2
Analista de PCP	2,6	Cursando Ensino Superior	1
Gestor Técnico de Produção	15	Técnico	3
Gestor Técnico de Produção	22	Ensino Médio	10
Gestor Técnico de Produção	14	Ensino Médio	1

Fonte: Autor (2016)

A maior parte dos respondentes têm mais de quatorze anos de empresa. Os níveis para analista e coordenadores é superior incompleto e para líderes técnico de produção e programador CNCs está entre técnico e ensino médio. Relacionado ao tempo de contato com sistemas MES, observa-se entre os respondentes grande diferença, variando de pouco tempo para grande tempo de contato.

Os resultados da pesquisa para a empresa MA são apresentados nas Tabelas 4 a 11

Em relação aos macro-objetivos e funcionalidades MES e prioridades de competência da manufatura, os percentuais apresentados correspondem à média aritmética entre os respondentes, considerando os resultados da AHP. Para as subprioridades de competência da manufatura correspondem a média aritmética entre os respondentes obtidos pela distribuição percentual entre os pares de subprioridades. Para a relação entre funcionalidades x prioridades de competência da manufatura, os percentuais correspondem a média aritmética obtida dos valores normalizados aos quais tiveram origem da escala Likert entre os respondentes. Para os pesos relativos a aplicação, os resultados correspondem a moda entre os respondentes obtida pela es-

cala Likert. Por fim, os pesos relativos a melhoria corresponde aos resultados obtidos com o grupo focal. Os valores que apresentam coeficiente de variação acima de 50% são exibidos em negrito. Aos valores ajustados e/ou alterados em virtude da análise do grupo focal, são grifados com asterisco “*”.

Os resultados para os macro-objetivos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados para os macro-objetivos - empresa MA

Macro-objetivos MES	%	Desvio Padrão (DP)	Coeficiente de Variação (CV)
Gerenciar o Processo	23,1*	7,0	30,1
Gerenciar os Equipamentos	21,5*	7,6	35,5
Gerenciar as Operações e o Planejamento	38,7*	8,8	22,8
Gerenciar os Produtos	16,7	3,4	20,6

Fonte: Autor (2016)

Os resultados após análise do grupo focal apontam maior importância em “gerenciar as operações e o planejamento”, posteriormente “gerenciar o processo”, “gerenciar os equipamentos” e “gerenciar os produtos”, respectivamente. O ajuste ocorreu por meio da eliminação das respostas de um dos respondentes, por considerar as atribuições divergentes da realidade e dos julgamentos dos demais respondentes. Anteriormente, os valores indicavam 22,3%, 23,8%, 37,2%, ou seja, após o grupo focal o macro-objetivo gerenciar o processo foi priorizado ante gerenciar os equipamentos. Com este ajuste os CV reduziram de: 30,9% para 30,1%; 42,2% para 35,5%; e, 25,6% para 22,8%.

Os resultados para o macro-objetivo gerenciar o processo são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados para o macro-objetivo gerenciar o processo - empresa MA

Macro-objetivo: Gerenciar o Processo	%	DP	CV
Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	23,5	7,3	30,9
Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	19,1	3,5	18,3
Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	10,7	2,9	27,4
Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	22,7	4,9	21,7
Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	14,1	3,7	26,0
Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	9,8	2,6	27,1

Fonte: Autor (2016)

Os resultados apontam maior importância em “gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado”, posteriormente “gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações”. De modo recíproco, a funcionalidade de maior importância apresentou o maior CV, porém foi considerado consistente pelo grupo focal.

Os resultados para o macro-objetivo gerenciar os equipamentos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados para o macro-objetivo gerenciar os equipamentos - empresa MA

Macro-objetivo: Gerenciar os Equipamentos	%	DP	CV
Gerenciar os equipamentos, os status/ anomalias e informações críticas	14,7	2,3	15,5
Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	19,0	9,4	49,4
Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	11,1	5,1	46,0
Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	17,8	9,2	51,8
Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	17,1	3,2	18,8
Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	20,3	4,7	23,3

Fonte: Autor (2016)

Os resultados apontam maior importância em “gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço”, posteriormente “controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais”. O maior CV é exibido pela funcionalidade “possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo”. Conforme grupo focal, uma das possibilidades que explicam a divergência pode estar relacionada a existência de alternativa em baixar programas DNC/NC não proveniente do MES.

Os resultados para o macro-objetivo gerenciar as operações e o planejamento são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados para o macro-objetivo gerenciar as operações e o planejamento - empresa MA

Macro-objetivo: Gerenciar as Operações e o Planejamento	%	DP	CV
Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	22,0	8,0	36,3
Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	23,7	6,0	25,5
Gerenciar os índices OEE e TEEP	13,1	5,3	40,8
Gerenciar a aderência do plano de produção	15,9	5,2	33,0
Gerenciar os tempos de engenharia	10,0	2,8	28,6
Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	15,3	4,3	28,3

Fonte: Autor (2016)

Os resultados apontam maior importância em “facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos”, seguida de “facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações”. Estas funcionalidades estão entre as que receberam maior percentual distribuído. O maior CV é exibido em “gerenciar os índices OEE e TEEP”.

Os resultados para o macro-objetivo gerenciar os produtos são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados para o macro-objetivo gerenciar os produtos - empresa MA

Macro-objetivo: Gerenciar os Produtos	%	DP	CV
Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	19,1	5,6	29,4
Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	21,8	9,0	41,4
Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	11,8	3,1	26,4
Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	9,2	5,3	57,7
Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)	20,2	3,7	18,2
Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	17,9	5,5	30,8

Fonte: Autor (2016)

Os resultados apontam maior importância em “monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS), posteriormente “gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)”. Já, o maior CV entre as aplicações da AHP foi na funcionalidade “reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção”, do qual apresenta o menor percentual distribuído entre todas as funcionalidades; considerado coerente pelo grupo focal. Os resultados para as prioridades de competência da manufatura são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados para as prioridades de competência da manufatura - empresa MA

Prioridades de competência da manufatura	%	DP	CV
Custo	16,1	6,0	37,5
Qualidade	29,5	7,1	24,2
Flexibilidade	16,9	4,7	27,8
Entrega	20,7	4,5	21,7
Inovação	16,8	8,0	47,6

Fonte: Autor (2016)

Os resultados apontam maior importância para a prioridade “qualidade”, posteriormente “entrega”, “flexibilidade”, “inovação” e “custo”, respectivamente. As últimas três prioridades apresentam distribuição percentual semelhantes, sendo o maior CV encontrado nas duas últimas priorizações.

Os resultados para as subprioridades de competência da manufatura são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados para as subprioridades de competência da manufatura - empresa MA

Subprioridade de competência da manufatura	%	DP	CV
Custo Operacional	52,2	6,7	12,8
Custo de Manutenção	47,8	6,7	14,0
Qualidade de Conformidade	44,4	14,9	33,5
Qualidade Percebida	55,6	14,9	26,8
Flexibilidade de Mix	58,9	10,5	17,9
Flexibilidade de Produto	41,1	10,5	25,6
Pontualidade na Entrega	66,7	10,0	15,0
Disponibilidade de Informações Acerca de Entregas	33,3	10,0	30,0
Inovação em Novos Produtos	58,9	7,4	12,6
Inovação em Novos Processos	41,1	7,4	18,0

Fonte: Autor (2016)

Os resultados das subprioridades correspondem a distribuição de 100% entre os pares de subprioridades. A estes resultados, o maior CV foi em “qualidade de conformidade”. Os resultados da relação entre funcionalidades x prioridades de competência da manufatura e os pesos obtidos para a aplicação e melhoria das funcionalidades são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Resultados da relação entre funcionalidades x prioridades de competência da manufatura e os pesos obtidos para a aplicação e melhoria das funcionalidades - empresa MA

Funcionalidades do MES	Funcionalidade x Custo			Funcionalidade x Qualidade			Funcionalidade x Flexibilidade			Funcionalidade x Entrega			Funcionalidade x Inovação			Aplicação		Melhoria
	%	DP	CV	%	DP	CV	%	DP	CV	%	DP	CV	%	DP	CV	Peso	DP	Peso
Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	4,8	1,5	31,4	4,0	1,6	38,9	6,7	2,4	35,9	6,6	2,1	32,0	5,1	1,6	31,9	0,5	0,18	0,5
Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	4,0	2,1	53,1	3,8	1,4	35,8	6,4	1,4	21,5	4,7	1,9	40,2	5,0	2,1	41,5	0,5	0,15	0,25
Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	4,4	1,9	43,6	5,2	2,3	44,1	5,3	1,4	25,5	3,5	0,9	25,0	3,6	1,7	47,0	0,75	0,29	0,75
Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	5,9	1,7	29,0	4,1	2,6	63,7	4,5	1,6	35,4	3,9	2,4	62,0	4,6	0,8	18,1	0	0,00	0,25
Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	2,8	1,6	55,5	3,3	1,5	45,1	4,6	0,8	17,3	5,0	1,6	32,3	5,7	1,3	22,9	0,75	0,13	0,75
Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	2,5	0,9	35,6	4,3	2,1	48,6	3,4	1,3	37,1	3,0	0,6	21,6	4,0	3,0	75,8	0	0,00	0,75
Gerenciar os equipamentos, os status/ anomalias e informações críticas	3,7	2,4	64,4	4,0	1,9	47,1	4,8	2,5	52,3	5,2	1,5	29,2	3,0	0,9	31,2	0,75	0,18	0,5
Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	4,2	2,6	62,5	3,3	1,8	55,8	6,0	2,3	38,8	5,4	1,9	35,7	3,4	2,5	74,3	0,75	0,25	0,5
Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	3,4	1,4	42,1	3,4	2,0	58,7	4,7	1,9	41,1	3,5	1,4	40,5	4,3	1,8	41,8	0,5	0,28	0,25
Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	5,3	2,2	41,0	3,9	2,1	55,5	5,0	1,7	34,8	4,7	1,3	27,3	2,5	1,9	73,6	0,75	0,30	0,25
Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	4,7	1,8	39,1	4,3	1,8	41,4	4,4	1,2	26,5	4,0	2,5	64,1	2,9	2,1	74,5	0,5	0,17	0,5
Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	4,3	1,5	34,1	5,0	1,5	29,5	4,9	2,6	53,3	4,4	1,8	40,8	3,7	2,3	63,1	0,25	0,21	0,75

Continua

Conclusão

Funcionalidades do MES	Funcionalidade x Custo			Funcionalidade x Qualidade			Funcionalidade x Flexibilidade			Funcionalidade x Entrega			Funcionalidade x Inovação			Aplicação		Melhoria
	%	DP	CV	%	DP	CV	%	DP	CV	%	DP	CV	%	DP	CV	Peso	DP	Peso
Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	3,8	1,4	35,8	3,8	1,6	41,4	6,8	2,0	29,9	5,3	1,4	25,9	4,1	1,7	41,8	0,5	0,15	0,75
Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	4,8	1,4	29,4	4,9	1,1	22,7	5,5	2,2	40,1	5,8	2,5	43,5	5,5	2,4	43,5	0,5	0,00	0,5
Gerenciar os índices OEE e TEEP	3,4	0,9	26,1	3,2	1,0	32,7	3,5	0,9	24,5	2,7	1,9	69,7	3,5	1,2	35,0	0,5	0,25	0
Gerenciar a aderência do plano de produção	4,4	2,7	61,3	4,6	1,5	31,6	3,5	1,0	27,9	5,3	2,8	52,7	4,4	1,6	36,1	0,5	0,23	0,5
Gerenciar os tempos de engenharia	3,9	2,4	60,7	3,4	1,6	48,2	2,2	2,3	105,8	3,5	2,4	68,6	5,0	2,7	54,8	0,25	0,31	0,25
Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	5,3	1,3	25,0	5,1	1,3	26,3	2,5	2,2	87,6	4,1	1,9	46,6	4,7	2,6	55,3	0,5	0,23	0,75
Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	5,9	1,6	27,8	6,5	1,9	29,8	3,0	2,3	77,0	3,2	1,5	48,0	3,8	1,3	34,4	0,5	0,17	0,75
Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	4,5	3,6	80,2	6,1	3,0	49,7	2,1	2,9	141,3	3,7	2,6	69,1	4,1	2,9	71,8	0,5	0,27	0,5
Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	3,0	1,9	61,9	3,8	2,4	64,4	1,8	1,6	89,0	2,1	1,5	70,0	5,6	2,4	43,3	0,25	0,32	0,75
Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1,3	1,4	106,9	3,0	2,0	66,0	1,0	1,6	163,5	1,5	1,8	115,1	2,0	2,3	111,4	0,5	0,25	0,5
Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)	5,5	2,1	38,7	3,8	1,7	44,6	3,7	1,6	41,8	4,1	2,2	52,4	4,9	1,6	32,0	0,5	0,13	
Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	3,9	0,8	19,3	3,3	1,0	30,0	3,7	1,6	41,8	4,6	2,0	42,8	4,6	1,4	30,0	0,5	0,18	0,75

Fonte: Autor (2016)

A Tabela 11 sintetiza os resultados para a relação entre funcionalidades x prioridades de competência da manufatura. Os maiores CV ocorrem para a funcionalidade “reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção”, da qual apresenta menor distribuição percentual entre as funcionalidades desta análise. Alguns outros resultados também apresentam valor alto de CV, podendo ser explicado parte desta variação pela normalização dos percentuais, do qual, caso o respondente marque entre as alternativas valores próximos do máximo na escala Likert, os percentuais distribuídos apresentarão valores menores do que ao respondente em que atribuir valor próximo do mínimo na escala Likert.

Para os resultados que formam a análise de aplicação das funcionalidades foi utilizada a moda. Para estes resultados foram analisados o DP, do qual um dos maiores desvios está atribuído a funcionalidade “facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)”. Já, para os resultados que formam a análise de melhoria foi identificado com o grupo focal, assim, foi assumido os valores como julgamento único.

O resultado modelado ao qual agrupa as Tabelas 4 a 11 é apresentado na Tabela 12. Esta tabela compila os resultados com as respectivas normalizações. Por fim, mediante a aplicação da modelagem descrita na Seção 4.2, obtém-se os resultados para a MDIMES-M, MDIMES-V, MDIMES-A e MDIMES-Me.

A MDIMES-M (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Matriz) apresenta grifado os valores com percentuais acima da média da matriz. Estes grifos denotam os percentuais mais representativos identificados na modelagem de acordo com os julgamentos realizados. Por exemplo, seguindo a identificação na coluna do ponto da funcionalidade, as letras M, N, A, P, R, D, B e L, correspondem a algumas das funcionalidades que apresentam percentual acima da média em mais subprioridades, ou seja, executar melhorias nestas funcionalidades podem impactar positivamente em mais subprioridades. Estas oito funcionalidades, de acordo com o MDIMES-V (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Vetor), correspondem aos principais vetores de importância, representando 43,6%, quer dizer, 1/3 das funcionalidades apresentam próximo de 50% dos percentuais distribuídos.

Os resultados da MDIMES-A (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Aplicação) indica o quanto é utilizada de cada funcionalidade tendo por base o percentual distribuído no MDIMES-V. Os resultados da soma dos percentuais da MDIMES-A apontam que a empresa MA utiliza 48,2% das funcionalidades modeladas, sendo que duas funcionalidades (equivalente a 8,3%), a empresa não possui disponível em seu sistema MES, conforme indicado na coluna “funcionalidade disponível?”.

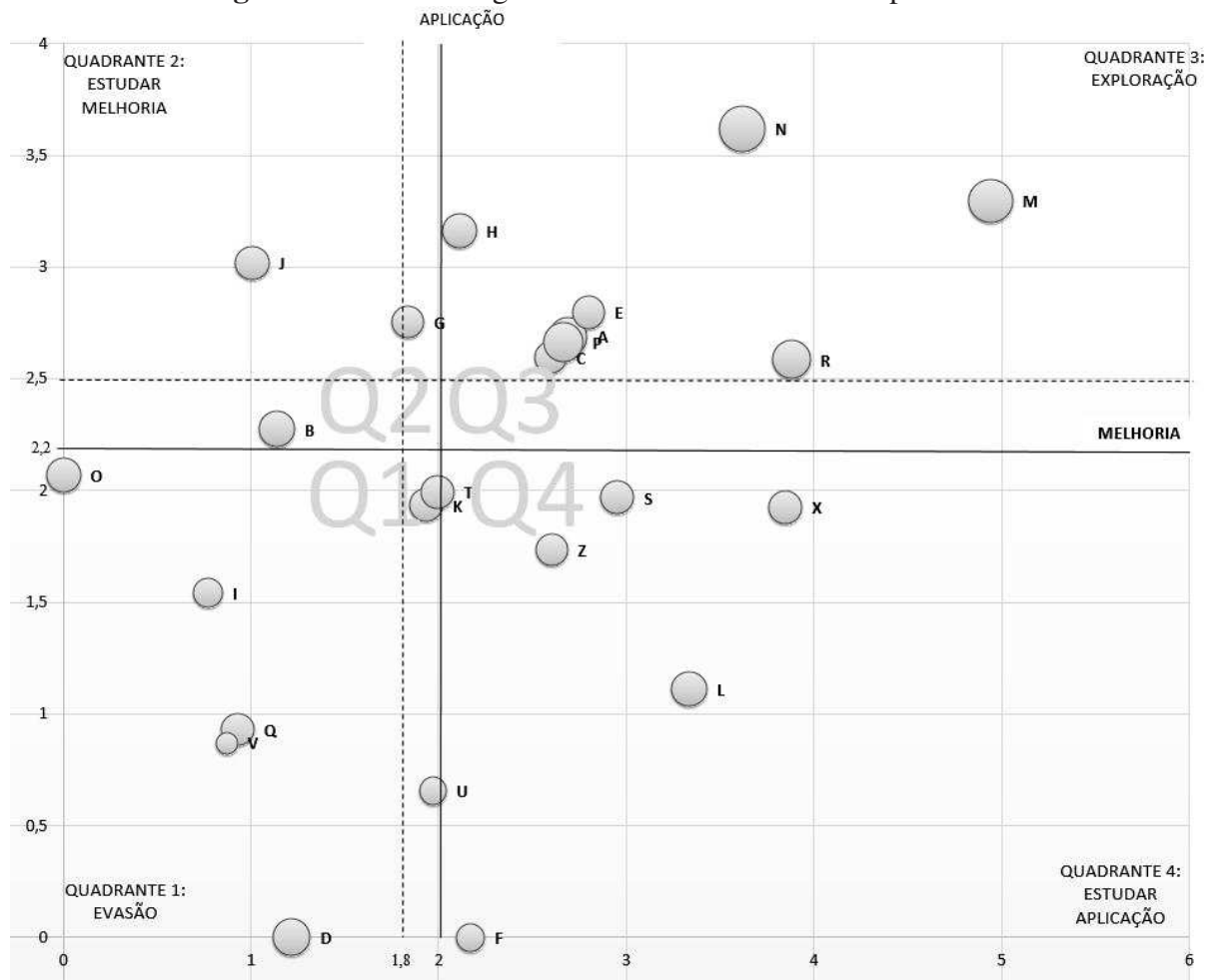
Tabela 12: Resultado numérico final da MDIMES – empresa MA

Ponto do Macro-objetivo	Ponto do Pilar	Ponto da Funcionalidade	Macro-objetivos do MES	%	Pilares do MES	%	Funcionalidades do MES										Prioridades de Competência da Manufatura					Vetor de Importância	Aplicação	Melhoria	Funcionalidade Disponível?						
							Percentuais das funcionalidades MES	Percentuais das funcionalidades MES X Custo	Percentuais das funcionalidades MES X Qualidade	Percentuais das funcionalidades MES X Flexibilidade	Percentuais das funcionalidades MES X Entrega	Percentuais das funcionalidades MES X Inovação	0 = nulo; 0,25 = baixo; 0,5 = médio; 0,75 alto; 1 = pleno)	0 = nulo; 0,25 = muito difícil; 0,5 = médio; 0,75 = fácil; 1 = muito fácil)	Custo	Qualidade	Flexibilidade	Entrega	Inovação												
							8,4	7,7	13,1	16,4	9,9	6,9	13,8	6,9	9,9	6,9															
AA	A1	A	Gerenciar o Processo	23,1	Gerenciamento do Processo	9,8	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejamento	5,4	4,8	4,0	6,7	6,6	5,1	0,50	0,50	0,4	0,4	0,6	0,8	0,6	0,4	0,8	0,4	0,5	0,4	5,4	3	2,7	2,7	S	
							Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	4,4	4,0	3,8	6,4	4,7	5,0	0,50	0,25	0,4	0,3	0,5	0,7	0,5	0,4	0,6	0,3	0,5	0,3	4,5	7	2,3	1,1	S	
							Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	2,5	4,4	5,2	5,3	3,5	3,6	0,75	0,75	0,3	0,3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	3,5	20	2,6	2,6	S	
							Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	5,2	5,9	4,1	4,5	3,9	4,6	0,00	0,25	0,5	0,4	0,6	0,8	0,5	0,3	0,6	0,3	0,5	0,3	4,9	6	0,0	1,2	N	
							Rastreabilidade e genealogia do Produto	Fornece diagnóstico relacionado ao processo produtivo	3,3	2,8	3,3	4,6	5,0	5,7	0,75	0,75	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	3,7	16	2,8	2,8	S
								Fornece diagnóstico relacionado aos produtos	2,3	2,5	4,3	3,4	3,0	4,0	0,00	0,75	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	2,9	22	0,0	2,2	N
BB	B1	G	Gerenciar os Equipamentos	21,5	Gerenciamento dos recursos de produção	7,2	Gerenciar os equipamentos, os status/ anomalias e informações críticas	3,2	3,7	4,0	4,8	5,2	3,0	0,75	0,50	0,3	0,3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,6	0,3	0,3	0,2	3,7	18	2,8	1,8	S	
							Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	4,1	4,2	3,3	6,0	5,4	3,4	0,75	0,50	0,3	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	4,2	9	3,2	2,1	S	
							Coleta de dados	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	2,4	3,4	3,4	4,7	3,5	4,3	0,50	0,25	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	3,1	21	1,5	0,8	S
								Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	3,8	5,3	3,9	5,0	4,7	2,5	0,75	0,25	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,6	0,3	0,3	0,2	4,0	11	3,0	1,0	S
							Gerenciamento da Manutenção	Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	3,7	4,7	4,3	4,4	4,0	2,9	0,50	0,50	0,4	0,3	0,5	0,7	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	3,9	14	1,9	1,9	S
								Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	4,4	4,3	5,0	4,9	4,4	3,7	0,25	0,75	0,4	0,3	0,6	0,8	0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	4,4	8	1,1	3,3	S
CC	C1	M	Gerenciar as Operações e o Planejamento	38,7	Programação e sequenciamento das operações	17,7	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	8,5	3,8	3,8	6,8	5,3	4,1	0,50	0,75	0,5	0,5	0,8	1,0	0,8	0,5	1,0	0,5	0,6	0,4	6,6	2	3,3	4,9	S	
							Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	9,2	4,8	4,9	5,5	5,8	5,5	0,50	0,50	0,6	0,5	0,9	1,2	0,7	0,5	1,0	0,5	0,7	0,5	7,2	1	3,6	3,6	S	
							Análise de Desempenho das Operações	Gerenciar os índices OEE e TEEP	5,1	3,4	3,2	3,5	2,7	3,5	0,50	0,00	0,4	0,3	0,5	0,7	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	4,1	10	2,1	0,0	S
								Gerenciar a aderência do plano de produção	6,1	4,4	4,6	3,5	5,3	4,4	0,50	0,50	0,4	0,4	0,7	0,9	0,5	0,3	0,8	0,4	0,5	0,4	5,3	4	2,7	2,7	S
								Gerenciar os tempos de engenharia	3,9	3,9	3,4	2,2	3,5	5,0	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,6	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	3,7	17	0,9	0,9	S
								Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	5,9	5,3	5,1	2,5	4,1	4,7	0,50	0,75	0,5	0,4	0,7	0,9	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	5,2	5	2,6	3,9	S
DD	D1	S	Gerenciar os Produtos	16,7	Gerenciamento da Qualidade	6,8	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	3,2	5,9	6,5	3,0	3,2	3,8	0,50	0,75	0,4	0,3	0,6	0,8	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	3,9	13	2,0	3,0	S	
							Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	3,7	4,5	6,1	2,1	3,7	4,1	0,50	0,50	0,3	0,3	0,6	0,8	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	4,0	12	2,0	2,0	S	
							Gerenciamento de Documentos	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	2,0	3,0	3,8	1,8	2,1	5,6	0,25	0,75	0,2	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,3	2,6	23	0,7	2,0	S
								Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1,5	1,3	3,0	1,0	1,5	2,0	0,50	0,50	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	1,7	24	0,9	0,9	S
								Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)	3,4	5,5	3,8	3,7	4,1	4,9	0,50	1,00	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	3,8	15	1,9	3,8	S
							Gerenciamento das unidades de produção	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	3,0	3,9	3,3	3,7	4,6	4,6	0,50	0,75	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	3,5	19	1,7	2,6	S

Fonte: Autor (2016)

Já os resultados da MDIMES-Me (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Melhoria) indicam o nível de facilidade em melhorar e/ou implantar a funcionalidade tendo por base o percentual distribuído no MDIMES-V. Os resultados sugerem que a empresa possa chegar a 53,9% na realização de melhorias com nível médio de esforço. Os resultados do posicionamento das funcionalidades entre a relação de aplicação x melhoria e o vetor correspondendo à “grandeza” da funcionalidade é apresentado na Figura 10. As linhas sólidas correspondem ao ponto de encontro X e Y de acordo com Equação 4.6. As linhas tracejadas correspondem ao ponto de encontro X e Y de acordo com Equação 4.7.

Figura 10: Resultado gráfico final da MDIMES – empresa MA



Fonte: Autor (2016)

De acordo com as linhas sólidas, considerada objeto principal desta pesquisa, os resultados apontam maior concentração de funcionalidades nos quadrantes 1 e 3, com oito funcionalidades cada, posteriormente, o quadrante 4 com cinco, por último o quadrante 2 com três funcionalidades. Considerando as sugestões de ação a cada quadrante tem-se os pontos:

- a) quadrante 1: D; V; Q; U; I; O; K, T. Para estes pontos é sugerida a ação de evasão. Para tanto, sugere-se à análise do ponto D, pois é uma funcionalidade não disponível no

sistema MES da empresa, foi julgada difícil de ser implantada e/ou melhorada, porém foi considerada a sexta funcionalidade mais importante.

- b) quadrante 2: B; J; G. Para estes pontos é sugerida a ação de estudar melhoria.
- c) quadrante 3: C; P; A; E; R; H; N; M. Para estes pontos é sugerida a ação de exploração. Este quadrante concentra algumas das funcionalidades consideradas mais importantes nesta modelagem;
- d) quadrante 4: F; L; Z; S; X. Para estes pontos é sugerida a ação de estudar aplicação. Sugere-se atenção ao ponto F, é uma funcionalidade não disponível no sistema MES da empresa, porém de fácil implantação e/ou melhoria, entretanto encontra-se entre as últimas colocações de importância das funcionalidades, situação que pode ser analisada em maior profundidade se é válido aplicar esforços neste ponto.

Em análise as linhas tracejadas, é possível perceber que alguns pontos mudam de quadrante. Por exemplo, o ponto B, alocado na posição sete entre os vetores, passa a pertencer ao quadrante evasão; assim como os pontos T, K e U, alocados nas posições 12, 14 e 23, passam a pertencer ao quadrante estudar aplicação. Esta realocação demonstra necessitar de maior análise posterior, visto reposicionar pontos de pouca importância em posições com maior importância e o contrário. Neste sentido, a Equação 4.6 demonstra estar mais alinhada a representação dos pontos para esta empresa.

4.3.5 Discussão dos resultados da empresa MA

Durante a entrevista com o gerente da produção e especialista de MES (segunda etapa da pesquisa), foi identificado haver conhecimentos dos envolvidos acerca dos sistemas MES diretamente voltada a aplicação, em especial ao sistema da empresa. Os relatos demonstram que a empresa utiliza certas funcionalidades em maior intensidade; fato comprovado posteriormente na coleta de informações quanto a aplicação das funcionalidades (Tabela 11); porém, não foi constatada uma metodologia prática na definição das importâncias.

Aprofundando em detalhes, o sistema foi implantado pelo PCP com auxílio da TI, permaneceu por algum tempo sem gestão direta, fato que facilita na prática o uso de certas funcionalidades de acordo com as necessidades, em alguns casos, necessidades pessoais, as quais podem passar a integrar uma relação de controle. Todavia, na atualidade com a gestão direta de um analista MES, foi identificado maior preocupação em identificar os motivos em gerir certas funcionalidades.

A maioria dos respondentes apresentam considerável tempo de empresa, em média dezesseis anos. Entre os maiores tempos, cita-se o gerente da produção com 29 anos e o analista de MES com 23 anos de empresa. Este considerável tempo permite auferir grande experiência, principalmente prática acerca da trajetória da empresa, sua evolução ao longo dos anos, inclusive no acompanhamento quanto a implantação do sistema MES, as melhorias na gestão de informações até o estágio atual. Relacionado ao conhecimento e/ou contato com sistemas

MES, a maioria demonstra possuir contato com média geral de cinco anos. A maior participação e envolvimento encontra-se nos últimos anos, representando o momento que o sistema começa a apresentar informações com maior confiabilidade. Neste período, um analista MES foi destinado a acompanhar o sistema, representando o momento de maior propagação de uso.

Na aplicação da AHP com os participantes durante a primeira rodada (terceira etapa da pesquisa), ocorreram inconsistência de CR ($CR > 10\%$) em algumas das matrizes para alguns participantes. As inconsistências foram ajustadas com a reaplicação da AHP aos julgamentos inconsistentes. Para a segunda aplicação da AHP (quarta etapa da pesquisa), o número de inconsistências foi menor. Esta redução pode ser relacionada a prática ao método e entendimento do mecanismo AHP.

Referente aos resultados finais obtidos antes da análise do grupo focal, para os valores com a aplicação da AHP o coeficiente de variação (CV) médio foi de 28,7%, posteriormente ao grupo focal, o valor foi de 28,5%; para os valores com a aplicação da escala Likert (exceto a avaliação das funcionalidades quanto a aplicação), o CV médio considerando os percentuais normalizados foi de 48,2%. Nestes resultados, algumas análises apresentaram coeficiente de variação acima de 50%. Em discussão com o grupo focal acerca destes resultados, um dos entendimentos que pode ter motivado a elevação da variação foi o julgamento pessoal em vista a seu próprio contato e/ou uso prático, ou seja, o contexto da resposta foi influenciado pelo contexto do respondente. Entretanto, os resultados finais foram considerados representativos ao contexto atual da empresa.

O grupo focal identificou a necessidade de ajustes somente aos macro-objetivos, sendo eliminado os resultados de um participante, pois apresentava considerável divergência ao contexto atual da empresa e aos demais participantes.

Os resultados ajustados demonstram que a empresa possui maior foco ao macro-objetivo do MES “gerenciamento das operações e planejamento” (38,7%), seguida de “gerenciar o processo” (23,1%), e a prioridade de competência da manufatura “qualidade” (29,5%) seguida de “entrega” (20,7%). Estes resultados refletem as características de exigências do mercado ao qual a empresa compete, por exemplo, a necessidade de apresentar qualidade absoluta no produto e atender ao aumento do mix de produtos em menor tempo (vide Seção 4.3.1).

Considerando as prioridades modeladas e normalizadas das funcionalidades do MES, foi indicada maior importância ao pilar de “gerenciamento e sequenciamento das operações” (17,7%), seguida da “análise de desempenho das operações” (21%, obs.: contém neste pilar o dobro de funcionalidades), e posteriormente o “gerenciamento do processo” (9,8%). Em face a análise da matriz de resultados (MDIMES-M) e o vetor de importâncias (MDIMES-V), o pilar de “gerenciamento e sequenciamento das operações” mantém-se como funcionalidades de maior importância. Isso reforça a relevância em que a empresa aplica em relação ao sincronismo das operações e a busca por agilidade, programar e reprogramar a produção e fornecer informações acerca dos produtos.

Em discussão com o grupo focal as principais funcionalidades identificadas no MDIMES-

V são coerentes, correspondendo a algumas práticas executadas pela empresa. Por exemplo, diariamente a empresa executa reunião com gestores visando obter informações, ajustar ou sincronizar, onde necessário, a programação da produção e o desenvolvimento dos fluxos de trabalho e produto na planta.

Para os resultados relacionados à aplicação (MDIMES-A), entre 100% dos recursos MES a empresa possui disponível em seu sistema 91,6%. Destes, é aplicado 48,2%. Este resultado indica possibilidades em avançar em certas funcionalidades a serem exploradas pela empresa em seu sistema MES, principalmente funcionalidades que apresentem considerável percentual distribuído de importância, porém baixo e/ou nulo nível de utilização.

Já, os resultados relacionados a melhoria (MDIMES-Me), entre 100%, é indicado que a empresa pode chegar a 53,9% na realização de melhorias com nível médio de esforço. Este valor supera o resultado em relação a aplicação (48,3%), o que demonstra existir pelo menos uma diferença de 5,7%.

Na apresentação gráfica do MDIMES as maiores concentrações de funcionalidades estão nos quadrantes evasão e exploração. Estes quadrantes representam 66,7% e possuem 16 funcionalidades. O quadrante evasão corresponde a 28%; exploração 41,4%; estudar melhoria 12,2%; e estudar aplicação 18,6%.

4.3.6 Empresa DZ

A empresa DZ desenvolveu tecnologia própria no processo de fabricação de seus produtos. Possui laboratório interno para análise dos produtos e convênios com certificadores nacionais e internacionais. A fabricação dos produtos é composta por dois processos distintos: (i) fabricação de *blank*: ocorre a mistura das MP, a prensagem e o tratamento térmico; (ii) e, beneficiamento: composto por corte, retífica interna, furação, retífica externa e embalagem. É possível considerar que a empresa DZ opera no conceito de UEN, mais próximo a “fábrica dentro de fábricas” definido por Miltenburg (2008), em que leva a segmentação ao nível de famílias de produtos. Nesta dissertação será abordada a família de produtos prensados, na operação/ setor de prensas, pertencente ao processo de fabricação de *blank*.

A operação de prensagem é realizada por 15 equipamentos (prensas de coluna). Os equipamentos podem ser considerados de mercado, dos quais passam por adaptação para a inserção de matrizes, sistema de aquecimento e controles específicos para o atendimento das necessidades da empresa. O *mix* produtivo chega a 200 produtos diferentes que giram mensalmente, atrelado a quatro tipos de produtos o equivalente a quase 1/3 do total produzido.

O fator humano é de grande importância na execução das atividades produtivas, apesar de não necessitar de grande conhecimento técnico, é necessário um nível de concentração elevado em tarefas repetitivas em um ambiente hostil (calor e pó); situação que eleva a este local a concentração dos maiores salários, maior tempo de empresa dos operadores e grande atenção das equipes técnicas de apoio.

O mercado de atuação da empresa é composto por poucos fabricantes nacionais altamente competitivos. Esta competição oportuniza aos clientes efetuar escolhas, demandando à empresa dispor de preço competitivo e qualidade suficiente. No mercado externo as principais exigências são relacionadas a qualidade, preço e entrega. Considerando que algumas MPs são afetadas pela taxa cambial, a permanência da competitividade no mercado exige consideráveis esforços internos em melhorias, principalmente na redução de custos. Para auxiliar no monitoramento de exigências e avanços em melhorias a empresa possui vários indicadores setoriais, inclusive na área industrial, envolvendo qualidade, custos, efetividade do plano de produção, produção prevista x realizada, entre outros. A maioria das informações são originárias do ERP, MES e BI (*Business Intelligence*).

4.3.7 Sistema MES da empresa DZ

As máquinas e operações são monitoradas pelo sistema MES e sistema supervisor de chão-de-fábrica. O MES foi implantado no ano de 2008, visando gerenciar os equipamentos e comunicar o ERP ao sistema supervisor já existente. A empresa adquiriu toda a parte de *software e hardware*, desenvolvendo plataforma de comunicação específica para a necessidade da empresa (OPC - *OLE for Process Control*). O ERP gera as necessidades que são descarregadas em *batch* no MES; não há retorno de informações do MES para o ERP; posteriormente, o MES e o supervisor de chão-de-fábrica realizam a comunicação a jusante e a montante. No chão-de-fábrica cada máquina é equipada com IHM, leitor código de barra e paquímetro digital, interligados via rede ethernet TCP/IP. As cargas de trabalho são requisitadas pelos operadores e gestores nos IHM, a exemplo de: tipo de produto, quantidade a ser produzida, medidas para controle do CEP, parâmetros de ajuste do equipamento, entre outros. As informações provenientes dos eventos produtivos são captadas pelos sensores do sistema de chão-de-fábrica e transmitidos ao MES que processa e devolve novas informações. Algumas informações são digitadas manualmente pelos operadores e gestores, a exemplo de: motivo de parada e motivo de rejeito.

O MES foi implantado pela equipe de PCP auxiliada pela TI. O sistema necessitou de dois anos para apresentar maior qualidade e confiabilidade nas informações. Em parte, isso pode ser explicado pela comunicação entre MES e supervisor de chão-de-fábrica, prolongando a implantação até atingir estabilidade na comunicação. Outros motivos foram os ajustes de cadastros internos no sistema e a alteração da cultura da empresa quanto ao uso. Na parte cultural havia pouco incentivo pela gestão direta da produção e receio quanto ao uso dos equipamentos; situação resolvida com a troca de alguns colaboradores e treinamentos.

O MES é gerenciado por uma pessoa que dedica parte do seu tempo as funções de PCP. Suas atividades no MES correspondem ao monitoramento dos eventos produtivos, análise de inconsistências e disponibilização de informações acerca dos eventos produtivos ao final do ciclo mensal. Demais informações de acompanhamento diário são realizadas diretamente pelos

gestores e técnicos no MES.

4.3.8 Identificação das subprioridades de competência da manufatura na empresa DZ

Algumas das subprioridades mais importantes consideradas no cenário atual da empresa DZ que compõe esta pesquisa são: custo operacional e de manutenção; qualidade em conformidade e durabilidade; flexibilidade no sequenciamento e no *mix*; pontualidade e disponibilidade de informações sobre entregas; inovação em novos processos e produtos. A definição destas subprioridades ocorreu mediante entrevista em setembro de 2016, com a gerência da produção e especialista de MES/PCP. Destaca-se a existência de outras suprioridades na empresa que não serão tratadas nesta pesquisa.

As subprioridades e as motivações são expressas por:

- a) custo operacional: a empresa está inserida em um mercado de poucos fabricantes, porém, altamente competitivos, em que os clientes exigem preço e qualidade. Ambas exigências podem ser obtidas em trabalhos provindos da operação de prensagem, a qual é considerada a mais complexa em virtude da quantidade de variáveis que podem influenciar o produto, principalmente em termos de qualidade, por consequência aumento nos custos;
- b) custo de manutenção: além do alto custo dos equipamento, problemas com manutenção podem gerar enormes custos advindos de paradas na produção, influenciando diretamente em outras operações e nas entregas de produtos;
- c) qualidade de conformidade: os produtos necessitam manter os padrões de especificação. Qualquer desvio ao estabelecido pode ser classificado como rejeito ou necessitar de operações adicionais;
- d) qualidade de durabilidade: os produtos necessitam apresentar rendimento condizente ao projetado. O não cumprimento deste requisito influencia rapidamente na perda de clientes na recompra;
- e) flexibilidade no sequenciamento: problemas no sequenciamento da produção influencia diretamente na produtividade e aumento no custo produtivo e; mudanças imprevistas podem prejudicar outras operações;
- f) flexibilidade de mix: é importante para atender por completo alguns pedidos e manter abastecidas outras operações;
- g) pontualidade na entrega: o planejamento, programação e controle da produção necessita monitorar constantemente o desenvolvimento da fabricação, principalmente o cumprimento os prazos de produtos a serem exportados;
- h) disponibilidade de informações sobre entregas: dispor de informações acuradas acerca de produtos e processos, visando garantir o planejado ou informar os desvios para a tomada de ação antecipadamente;

- i) inovação em novos processos: reduzir custos e atender as exigências dos clientes, por exemplo, em qualidade, durabilidade e custo, mantendo pontualidade; tornam a melhoria em processos um dos grandes aliados sob domínio da empresa na obtenção de resultados;
- j) inovação em novos produtos: a empresa necessita lançar novos tipos de materiais para seus produtos, garantindo qualidade, durabilidade e competitividade. Ter a capacidade de desenvolver e introduzir rapidamente possibilita auferir maior participação de mercado.

4.3.9 Resultados da aplicação da modelagem MDIMES na empresa DZ

A modelagem na empresa DZ foi construída com a participação de nove colaboradores; conforme Tabela 13.

Tabela 13: Perfil dos respondentes - empresa DZ

Participantes	Tempo de empresa (anos)	Nível de formação	Tempo de contato/ conhecimento em sistemas MES (anos)
Gerente da Produção	6	Ensino Superior	10
Analista de MES/ PCP	15	Ensino Superior Incompleto	6
Gestor da Qualidade	16	Pós-graduação (Mestrado)	2
Planejador de Manutenção	11	Ensino Superior Incompleto	2
Gestor da Produção	22	Ensino Superior	5
Gestor da Engenharia de Processos	15	Ensino Superior	6
Analista de Processos	9	Ensino Superior	1
Técnico Operacional	8	Ensino Superior	6
Líder da Produção	19	Ensino médio	6

Fonte: Autor (2016)

A maioria dos respondentes apresentam acima de nove anos de empresa e formação em ensino superior. O gerente da produção é o respondente com menor tempo de empresa, em contrapartida, é quem possui maior tempo de contato/ conhecimento em sistemas MES. Para os demais respondentes o tempo de contato/ conhecimento acerca de sistemas MES é menor.

Considerando que a aplicação da modelagem para a empresa DZ utilizou dos mesmos procedimentos executados na empresa MA, nesta modelagem são apresentados os resultados finais relativo aos valores numéricos e gráfico da MDIMES, posteriormente a discussão dos resultados da empresa. O resultado modelado é apresentado na Tabela 14, considerando os resultados com as respectivas normalizações e ajustes e/ou alterações em virtude da análise do grupo focal. Os valores ajustados e/ou alterados são identificados com asterisco “*”.

Tabela 14: Resultado numérico final da MDIMES – empresa DZ

Ponto do Macro-objetivo	Ponto do Pilar	Ponto da Funcionalidade	Macro-objetivos do MES	%	Pilares do MES	%	Funcionalidades do MES	Percentuais das funcionalidades MES	Percentuais das funcionalidades MES X Custo	Percentuais das funcionalidades MES X Qualidade	Percentuais das funcionalidades MES X Flexibilidade	Percentuais das funcionalidades MES X Entrega	Percentuais das funcionalidades MES X Inovação	Pesos quanto ao uso das funcionalidades do MES (0 = nulo; 0,25 = baixo; 0,5 = médio; 0,75 = alto; 1 = pleno)	Pesos quanto a melhorar e/ou implantar a funcionalidade do MES (0 = muito difícil; 0,25 = difícil; 0,5 = médio; 0,75 = fácil; 1 = muito fácil)	Prioridades de Competência da Manufatura										Vetor de Importância		Aplicação		Melhoria		Funcionalidade Disponível?
																Custo		Qualidade		Flexibilidade		Entrega		Inovação								
																31,0		22,8		15,2		17,3		13,7								
																Subprioridades de Competência da Manufatura										Custo Operacional	Custo de Manutenção	Qualidade de Conformidade	Qualidade de Durabilidade	Flexibilidade no Sequenciamento	Flexibilidade de Mix	
18,6	12,4	13,3	9,5	7,8	7,4	10,5	6,8	6,6	7,2																							
AA	A1	A	Gerenciar o Processo	22,1*	Gerenciamento do Processo	6,8	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejamento	4,0	4,0	2,6	4,8	5,5	3,3	0,75	0,50	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	4,0	10	3,0	2,0	S		
		B					Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	2,8	3,8	3,8	3,6	4,4	3,9	0,75	0,25	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	3,3	19	2,5	0,8	S	
	A2	C					Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	2,4	2,9	3,4	3,0	3,0	2,7	0,25*	1,00	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	2,7	23	0,7	2,7	S	
		D					Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	6,1	6,7	3,4	5,1	4,9	5,0	0,75	0,25	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	5,6	4	4,2	1,4	S	
	A3	E					Rastreabilidade e genealogia do Produto	6,8	Fornece diagnóstico relacionado ao processo produtivo	3,7	4,5	3,9	5,7	4,5	5,0	0,75	0,75	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	4,2	9	3,1	3,1	S	
		F					Fornece diagnóstico relacionado aos produtos		3,1	4,6	5,1	5,5	4,0	5,1	0,25	0,50	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	4,0	11	1,0	2,0	S	
BB	B1	G	Gerenciar os Equipamentos	29,6*	Gerenciamento dos recursos de produção	6,0	Gerenciar os equipamentos, os status/anomalias e informações críticas	2,7*	4,7	5,2	4,4	4,4	4,9	0,50	0,25	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	3,7	13	1,9	0,9	S		
		H					Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	3,3	4,3	3,7	3,7	4,0	3,2	0,25	0,75	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	3,6	14	0,9	2,7	S		
	B2	I					Coleta de dados	5,8	1,8*	4,3	4,1	4,4	4,2	4,6	0,25	0,75	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	3,0	21	0,8	2,3	S
		J					Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	4,1	3,5	3,5	4,2	3,0	3,9	0,75*	0,50	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	3,8	12	2,9	1,9	S		
B3	K	Gerenciamento da Manutenção	17,8	Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	11*	6,0	5,3	4,3	5,4	5,4	0,75	0,25	1,6	1,0	1,1	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6	0,5	0,6	8,2	1	6,1	2,0	S					
	L	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço		6,8*	4,9	5,5	4,1	5,0	5,0	0,25	0,25	1,1	0,7	0,8	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	5,9	3	1,5	1,5	S						
CC	C1	M	Gerenciar as Operações e o Planejamento	26,1*	Programação e sequenciamento das operações	4,9	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	2,1*	3,5	3,1	3,9	4,7	4,8	0,75	0,75	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	3,0	22	2,2	2,2	S		
		N					Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	2,8*	3,5	3,6	4,2	4,8	4,6	0,75	0,75	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	3,4	18	2,6	2,6	S		
	C2	O					Gerenciar os índices OEE e TEEP	7,8*	5,1	4,3	6,5	5,2	5,0	0,75	0,50	1,2	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,5	6,5	2	4,9	3,2	S		
		P					Gerenciar a aderência do plano de produção	2,6*	4,0	3,4	4,6	5,8	4,3	0,75	0,50	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	3,5	16	2,6	1,7	S		
		Q					Gerenciar os tempos de engenharia	6,5*	5,0	3,6	3,5	4,0	4,0	0,50	0,75	1,1	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	5,3	6	2,7	4,0	S		
R	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	4,2	4,1	3,9	4,8	4,2	4,5	0,50	1,00	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	4,2	8	2,1	4,2	S								
DD	D1	S	Gerenciar os Produtos	22,2*	Gerenciamento da Qualidade	9,4	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	5,5*	4,7	8,3	3,4	4,2	4,8	0,75	0,75	1,0	0,6	0,9	0,7	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	5,4	5	4,0	4,0	S		
		T					Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	3,9	4,6	7,0	4,4	3,5	4,6	0,25	0,25	0,8	0,5	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	4,4	7	1,1	1,1	S		
	D2	U					Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	2,9	3,4	4,2	3,2	3,6	4,3	0,75*	0,25	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	3,3	20	2,5	0,8	S		
		V					Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1,8*	2,2	3,3	2,2	1,6	2,3	0,50	0,25	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	24	1,0	0,5	S	
	D3	X					Gerenciamento das unidades de produção	8,1	Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)	4,2	3,0	2,7	3,2	2,9	2,7	0,25	0,00	0,7	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	3,6	15	0,9	0,0	S
Z	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	3,9	2,7	3,1	3,3	3,4	2,4		0,00	0,25	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	3,4	17	0,0	0,9	S							

Fonte: Autor (2016)

Participaram na análise do grupo focal: gerente da produção; analista de MES/PCP; gestor da engenharia de processos; analista de processos; e um PCP (este integrante não participou dos julgamentos por ausência no período de aplicação, entretanto é considerado uma pessoa chave). O grupo focal considerou necessário alguns ajustes relativos aos macro-objetivos, ao qual foi eliminado os julgamentos de um participante por considerar as atribuições distintas da realidade e entre os demais participantes. Também foram ajustados alguns percentuais distribuídos entre as funcionalidades MES e pesos quanto a melhorar e/ou implantar a funcionalidade MES. O grupo focal considerou que pode ter ocorrido por alguns participantes o julgamento com vistas ao contexto global da empresa. Este contexto, por exemplo, seria em relação a inclusão do processo de beneficiamento durante os julgamentos, ao qual não faz parte do escopo da pesquisa. Isso decorre por alguns dos participantes possuírem relação de trabalho com esta área.

Nos resultados finais da MDIMES-M (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Matriz), os grifos denotam os percentuais que estão acima da média da matriz, representando os julgamentos de maior influência. Seguindo a identificação na coluna do ponto da funcionalidade, as letras D, K, L, O, Q e S, correspondem a algumas das funcionalidades que podem impactar positivamente em mais subprioridades.

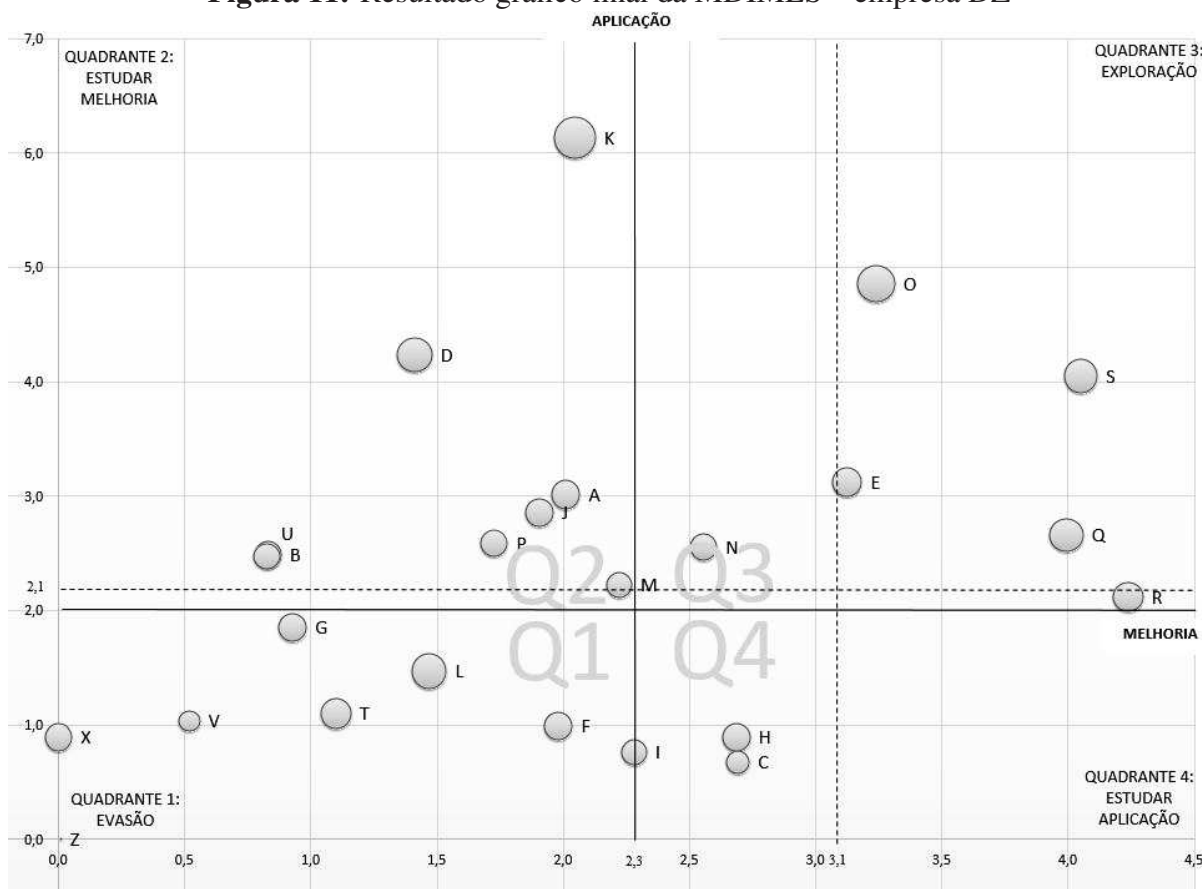
Considerando as oito principais funcionalidades identificadas no MDIMES-V (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Vetor), correspondentes as letras K, O, L, D, S, Q, T, R, nesta ordem, juntas correspondem a 45,5% dos percentuais distribuídos.

Os resultados da soma dos percentuais da MDIMES-A (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Aplicação) indica que a empresa utiliza 55,1% das funcionalidades modeladas, sendo que a empresa dispõe de todas as funcionalidades em seu sistema MES.

Os resultados da MDIMES-Me (Modelagem de Distribuição de Importância MES - Melhoria) sugerem o percentual de 48,7%, quanto a realização de melhorias com nível médio de esforço. Este percentual é abaixo do nível de utilização.

Os resultados do posicionamento das funcionalidades entre a relação de aplicação x melhoria e o vetor correspondendo à “grandeza” da funcionalidade é apresentado na Figura 11. As linhas sólidas correspondem ao ponto de encontro X e Y de acordo com Equação 4.6. As linhas tracejadas correspondem ao ponto de encontro X e Y de acordo com Equação 4.7.

Figura 11: Resultado gráfico final da MDIMES – empresa DZ



Fonte: Autor (2016)

De acordo com as linhas sólidas, considerada objeto principal desta pesquisa, os resultados apontam maior concentração de funcionalidades nos quadrantes 1 e 2, com oito funcionalidades cada, seguidas do quadrante 3 com seis, por último o quadrante 4 com duas funcionalidades. Considerando as sugestões de ação a cada quadrante tem-se os pontos:

- quadrante 1: L; T; F; G; X; Z; I; V. Para estes pontos é sugerida a ação de evasão. Para tanto, sugere-se à análise do ponto L e T, pois encontram-se entre as oito principais funcionalidades, entretanto, possuem baixa utilização e são difíceis de serem melhorados;
- quadrante 2: K; D; A; J; P; B; U; M. Para estes pontos é sugerida a ação de estudar melhoria. Sugere-se atenção aos pontos K e D, pois encontram-se entre as oito principais funcionalidades;
- quadrante 3: O; S; Q; R; E; N. Para estes pontos é sugerida a ação de exploração. Este quadrante concentra algumas das funcionalidades consideradas mais importantes;
- quadrante 4: H; C. Para estes pontos é sugerida a ação de estudar aplicação.

Em análise as linhas tracejadas, é possível perceber que alguns pontos mudam de quadrante. Por exemplo, o ponto H e C, alocados na posição 14 e 23, pertencentes ao quadrante estudar aplicação, passam a pertencer ao quadrante evasão; e o ponto R e N, alocados na posição oito e

18, quadrante exploração; passa o ponto R pertencer ao quadrante estudar aplicação e o ponto N ao quadrante estudar melhoria. No caso dos pontos H e C a evasão poderia ser uma alternativa adequada, pois estão posicionados na extremidade do vetor de menor importância, possuem baixa utilização. Também, o reposicionamento do ponto R demonstra ser adequada, pois está posicionado na extremidade de maior importância, de média utilização e muito fácil de melhorar. Já o reposicionamento do ponto N, do qual já apresenta utilização alta, seria mais conveniente explorar do que buscar estudar melhoria.

Por fim, o posicionamento dos pontos entre os quadrantes para a empresa DZ, independente da equação a ser utilizada, demonstra necessitar uma análise mais detalhada em função do vetor de importância, aplicação e melhoria; reforçando as ponderações constantes na subseção 4.2 acerca do assunto.

4.3.10 Discussão dos resultados da empresa DZ

A empresa DZ apresentou durante a entrevista com o gerente da produção e especialista de MES, haver conhecimento dos envolvidos acerca dos sistemas MES. No caso do gerente da produção, este conhecimento envolve outros casos de aplicação externo a empresa sob análise; aos demais o maior conhecimento e contato é relativo ao sistema da empresa. Além disso, algumas funcionalidades são mais utilizadas; e, o sistema foi implantado pelo PCP com auxílio da TI. Desde a concepção do sistema MES há o acompanhamento de uma pessoa dividindo parte do seu tempo com atividades de PCP. Este acompanhamento possibilitou expandir a utilização das funcionalidades ao longo do tempo.

O tempo de empresa médio dos participantes é 13,4 anos, e de contato e/ou conhecimento em sistemas MES é 4,8 anos. O menor tempo de empresa é do gerente da produção (6 anos), em contrapartida, é quem apresenta maior tempo de contato e/ou conhecimento em sistemas MES (10 anos). Para alguns dos participantes o contato com o MES foi aprofundado a partir do momento em que o sistema passa a apresentar maior confiabilidade, situação motivada pela difusão do sistema ao longo dos anos.

A aplicação da AHP durante a primeira rodada apresentou algumas inconsistências ($CR > 10\%$), para algumas matrizes em alguns respondentes. Já, na segunda aplicação as inconsistências foram menores. Para os julgamentos inconsistentes foi reaplicada a AHP. Antes da análise do grupo focal o resultado da aplicação da AHP apresentou um CV de 43,5%; para os valores com a aplicação da escala Likert (exceto a avaliação das funcionalidades quanto a aplicação), o CV médio considerando os percentuais normalizados foi de 48,3%. Em vista da alteração à alguns percentuais distribuídos na análise com o grupo focal; esta ação inviabilizou o cálculo dos novos valores de CV. A motivação que explica parte das variações no CV e respectivos ajustes aos resultados finais, pode ser relacionado ao entendimento de alguns respondentes em incluir durante a avaliação processos não idealizados na pesquisa.

Os resultados ajustados demonstram que a empresa possui maior foco ao macro-objetivo

do MES “gerenciar os equipamentos”, seguida de “gerenciar as operações e o planejamento”, e prioridade de competência da manufatura “custo”, seguida de “qualidade”. Os resultados refletem algumas características de exigências do mercado ao qual a empresa compete, por exemplo, ações que viabilize competitividade em preços, mantendo a qualidade dos produtos.

Em relação as funcionalidades do MES considerando as priorizações modeladas e normalizadas, indicam maior importância ao pilar “análise de desempenho das operações” (21,2%, obs.: contém neste pilar o dobro de funcionalidades), em seguida “gerenciamento da manutenção” (17,8%), e posteriormente, “gerenciamento da qualidade” (9,4%).

Após discussão e ajuste com o grupo focal, as principais funcionalidades identificadas no MDIMES-V foram consideradas consistentes às práticas executadas pela empresa. Por exemplo, a forte atuação na manutenção de equipamentos e dispositivos. A manutenção adequada pode viabilizar a obtenção de melhor qualidade nos produtos e manter o ritmo produtivo, sendo essenciais para a redução nos custos e atendimento nos prazos.

O resultado da MDIMES-A foi de 55,1%. Este resultado indica possibilidades em avançar em certas funcionalidades. Já, o resultado da MDIMES-Me indica 48,7% na realização de melhorias com nível médio de esforço. Este valor é inferior ao resultado obtido na aplicação. Em discussão com o grupo focal, isso pode ser reflexo dos esforços já empregados no uso de algumas funcionalidades. Portanto, para melhorar tornam-se maiores e mais difíceis os esforços; ou seja, a parte mais fácil relativa a melhoria e/ou implantação que auxilia na expansão da aplicação aproxima-se ao fim, remanescendo os ajustes finos e complexos.

Por fim, as maiores concentrações de funcionalidades na apresentação gráfica do MDIMES estão nos quadrantes evasão e estudar melhoria. Estes quadrantes representam 64,7% e possuem 16 funcionalidades. O quadrante evasão corresponde a 30%; estudar melhoria 34,7%; exploração 29%; e estudar aplicação 6,3%. Estes resultados sinalizam que a aplicação, apesar de apresentar 55,1%, já ocorrem consideravelmente entre algumas das funcionalidades. Neste caso, a análise refinada pode incidir em identificar entre as funcionalidades, as que possuem baixa aplicação e concentram maior percentual distribuído de importância. Além disso, os resultados sinalizam maior dificuldade em melhorar certas funcionalidades, e neste caso aplicado, concentram-se nesta situação uma quantidade considerável de pontos. Isso corrobora com o fato de haver maior dificuldade em melhorar as atuais funcionalidades, conforme colocações do parágrafo anterior.

4.4 Discussão Acerca da Modelagem

Os resultados obtidos com a aplicação da MDIMES demonstraram representar com fidedignidade às características e especificidades das empresas. A modelagem seguiu rigorosamente os aspectos metodológicos, ao final, os resultados foram analisados, ajustados onde necessário, e validados por meio de grupo focal.

Utilizando o mesmo método de trabalho, os resultados obtidos foram distintos entre as em-

presas. Diferenças, assim como possíveis semelhanças podem ser encontradas entre empresas, afinal, diferentes negócios necessitam de diferentes prioridades de competência da manufatura para que possam atingir os aspectos operacionais (SCHMENNER; VASTAG, 2006); ou seja, a MDIMES representa as funcionalidades que compõem os pilares de um MES em relação as estratégias de manufatura de que a empresa apresenta, e isso pode variar entre empresas. Nestes dois casos analisados, foram empresas de segmentos, produtos, processos e estratégias diferentes, mesmo com o uso de sistema MES similar, demonstraram maior quantidade de resultados distintos, ou seja, a modelagem mostrou-se sensível às características de cada empresa.

Além do mais, a estratégia da produção é o resultado da combinação de diversas ações e decisões, guiadas pela aprendizagem e trajetória da organização (MARCHI, 2014); em que definir certas escolhas entre várias alternativas faz parte da composição de uma estratégia (TEIXEIRA et al., 2014). Em argumento as ponderações de Marchi (2014) e Teixeira et al. (2014), a modelagem possibilitou representar a trajetória da empresa, em dispor de informações à serem refletidas e assimiladas para a tomada de decisão e desenvolvimento de ações. Além disso, a MDIMES auxiliou a identificar certas escolhas entre várias alternativas a serem utilizadas pelas empresas analisadas, são os resultados da MDIMES-M, MDIMES-V, MDIMES-A e MDIMES-Me.

Por meio dos julgamentos, normalizações e distribuições percentuais, a MDIMES possibilitou identificar às peculiaridades da empresa e/ou UEN em análise, identificando no campo de MES as funcionalidades que podem auxiliar na obtenção de melhores resultados em face ao modelo de negócio. Tomando o exemplo da MDIMES nos casos aplicados, foi possível auxiliar na identificação e priorização entre os diferentes modelos de empresas. Sobre isso, Ugarte, Artiba e Pellerin (2009), mencionam ser importante responder quais os processos e dados a serem recolhidos em vista às diferentes prioridades e processos de fabricação em uma empresa. Isto posto, a MDIMES pode auxiliar à identificar diferentes priorizações acerca dos elementos MES; oportunidade de pesquisa considerada importante para o avanço do conhecimento, conforme identificado por De Vargas e Sellitto (2016).

Para que os resultados possam representar adequadamente o ambiente de análise sugere-se quatro etapas, as quais foram identificadas no decorrer da aplicação da pesquisa: (i) obter informações acerca do ambiente de análise; (ii) delimitar o ambiente e características a serem analisadas; (iii) nivelar conhecimentos entre os envolvidos; (iv) validar os resultados gerados.

A obtenção de informações acerca do ambiente de análise visa conhecer em maior profundidade o ambiente da empresa. Este ambiente envolve os tipos de produtos, serviços, formação estratégica corporativa, negócios e funcional, os processos de fabricação, tipos de equipamentos, habilidades humanas e exigências do mercado e de clientes. Além disso, o entendimento de como ocorre o monitoramento de indicadores e/ou informações, e tipos de recursos tecnológicos disponíveis.

A delimitação do ambiente e características a serem analisadas, visa determinar “o que”, “onde” e “como”. As segmentações do MES, prioridades e subprioridades de competência da

manufatura a serem analisadas referem-se ao “o que”. Nesta modelagem foi realizada uma divisão arborescente entre macro-objetivos, pilares e funcionalidades MES e a definição de prioridades de competência da manufatura e as possíveis subprioridades. Estas definições foram com base na literatura. Nos dois casos de aplicação da modelagem foram delimitadas duas subprioridades para cada prioridade de competência da manufatura, entretanto, novas inclusões e/ou retiradas de subprioridades ou prioridades pode ser realizada, dependendo do ambiente e propósito a ser analisado.

O local em que será aplicada a modelagem faz referência ao “onde”. Uma organização e/ou empresa pode apresentar diferentes segmentações, como é o caso de UEN (HAYES et al., 2008), fábrica focalizadas (SKINNER, 1974), fábricas dentro de fábricas (MILTENBURG, 2008), ou SubUEN (DUPONT, 2011). Neste caso, o “onde” pode indicar a necessidade de modelagens distintas, a fim de obter resultados adequados.

A maneira que serão aplicadas as ferramentas de coleta de dados faz referência ao “como”. A modelagem desenvolvida utiliza a análise multicritério à decisão o método AHP e a escala Likert, aplicada de maneira individual com posterior agrupamentos dos resultados, e uma aplicação da escala Likert em grupo focal. A maneira que estas ferramentas serão aplicadas dependerá da disponibilidade dos envolvidos, principalmente quando houver um número considerável de participantes, do qual a reunião de todos e a condução das opiniões podem se tornar difíceis. Quanto as ferramentas de coleta de dados, sugestivamente o método AHP e escala Likert foram utilizados pela praticidade e garantia de representação dos resultados. A MDIMES poderá ser conduzida por meio de outras ferramentas MCDA, neste caso, deverá ser analisada a consistência dos resultados aos objetivos propostos para a MDIMES.

Nivelar os conhecimentos entre os envolvidos visa garantir o entendimento, tanto dos objetivos quanto das ferramentas de coleta de dados. Os objetivos visam esclarecer aos envolvidos sobre “o que” e “para que” será feito e a importância de sua participação, ou seja, deve ser claro os elementos que estão envolvidos na análise, o estímulo que promove a necessidade e o envolvimento do participante, seja ele como usuário meio ou fim. Para a coleta de dados segure-se a utilização de ferramentas robustas e fáceis de entendimento, com didática acessível e uso de exemplos. Nesta etapa é importante deixar claro aos participantes a forma de análise dos resultados e da necessidade de reaplicação das ferramentas em caso de divergência aos parâmetros de medição. No caso da modelagem aplicada às empresas, ocorreu a reaplicação da AHP à algumas matrizes para alguns participantes, por mais que foram utilizados meios práticos em elucidar e nivelar os conhecimentos entre os envolvidos.

Validar os resultados gerados visa fortalecer a modelagem quanto a fornecer informações concisas para tomada de decisão. Para isso, sugere-se realizar grupo focal com a participação de pessoas chave ligadas ao local sob análise. Estes participantes podem auxiliar na compreensão de variáveis que deram origem aos resultados, seja no sentido de reforço ao resultado observado, ou contradição. Em caso de contradição, este grupo focal pode auxiliar a determinar a representação mais adequada à realidade. Ajustes podem ser necessários, como foi o caso

desta modelagem aplicada às empresas, em que ocorreu refinamento em algumas distribuições percentuais.

Por fim, a determinação do foco que se propõe a MDIMES pode auxiliar no uso adequado dos sistemas produtivos e na satisfação dos objetivos organizacionais, e conseqüentemente, às necessidades dos clientes. Para obter este foco é necessário seguir algumas etapas, e com isso garantir que os resultados possam representar adequadamente o ambiente de análise.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para conquistar maior eficiência é necessária maior atenção quanto à análise interna e externa da organização, de seus recursos e técnicas de gestão em relação à estratégia. A exemplo dos elementos tecnológicos, o mesmo recurso pode necessitar de ajuste e adaptações diante das outras empresas de mesmo segmento ou até da mesma corporação ou unidade de negócio. Isso pode ocorrer em virtude dos objetivos estratégicos concebidos e da necessidade de alinhamento destes com os recursos, tanto na visão que o mercado estabelece os objetivos necessários a serem operados pela função produção, quanto na visão que a produção desenvolve os recursos e prioridades de competência da manufatura que serão explorados no mercado.

Neste sentido, esta pesquisa teve por objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: como determinar o foco das funcionalidades que compõem os pilares de um MES para a satisfação dos objetivos estratégicos da manufatura? Para isso, o objetivo geral foi elaborar uma modelagem que possa distribuir importâncias entre as funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Entre os resultados gerados, destacam-se algumas contribuições.

Academicamente, a pesquisa amplia os estudos voltados ao MES e estratégia da manufatura. Com isso, amplia as reflexões feitas por alguns pesquisadores, a exemplo de: Ugarte, Artiba e Pellerin (2009) em auxiliar na identificação dos tipos de dados a serem recolhidos por um sistema MES, considerando os diferentes modelos de organização; Chen (2016), a suprir com meios que possam combinar técnicas às tecnologias; De Vargas e Sellitto (2016), em relação a importância de efetuar alinhamento do foco entre MES e estratégia de produção e/ou prioridades de competência da manufatura; entre outros. Ainda, na contribuição com pesquisa visando aumentar a participação do Brasil no cenário mundial, vista a importância dos temas e pouca exploração destes por pesquisadores do país.

Ao mesmo tempo a pesquisa fornece subsídios para acadêmicos e pesquisadores, por meio dos passos lógicos de elaboração da modelagem (MDIMES), do qual poderá ser replicada, explorada e/ou melhorada em estudos futuros; ou seja, futuras pesquisas poderão utilizar dos elementos descritos da construção da MDIMES e dos resultados obtidos com a aplicação, afim de entender e aprofundar os elementos que integram o MES e estratégia da manufatura em outras pesquisas. Sobre a execução da MDIMES, com o emprego prático foi possível identificar quatro etapas importantes para representar adequadamente o ambiente de análise, as quais podem auxiliar em novas pesquisas. As etapas referem-se: (i) obter informações acerca do ambiente de análise; (ii) delimitar o ambiente e características a serem analisadas; (iii) nivelar conhecimentos entre os envolvidos; (iv) validar os resultados gerados.

Por fim, a modelagem elaborada representa uma singularidade em comparação as pesquisas existentes que abordam os temas. Isso, considerando a abrangência da pesquisa nas bases de dados e palavras-chave abordadas nesta pesquisa. Deste modo, pode assinalar um novo marco em pesquisas acerca destes temas.

As contribuições empresariais podem ser obtidas decorrentes dos resultados em termos de informações que a MDIMES pode proporcionar à empresa. Para alguns autores é notável o aumento na implementação de tecnologias no ambiente industrial, (KLETTI, 2007; ZAYATI et al., 2012; ZHANG et al., 2017). Entretanto, o simples acesso à tecnologia não garante vantagem (HAYES et al., 2008). Portanto, é necessário alinhar os meios que possibilitam comunicar, captar dados, otimizar processos, entre outras alternativas, principalmente no chão-de-fábrica (FRANK et al., 2016), além de prover medição e controle da manufatura, assegurando que represente os objetivos da estratégia (SELLITTO; WALTER, 2005).

Em contribuição a estas ponderações, as empresas que possuem ou buscam implantar sistema MES e aplicadores de sistemas MES, podem utilizar a MDIMES para identificar a distribuição percentual de importâncias entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES, em vista às suas prioridades de competência da manufatura. Estes resultados apontam aos elementos de medição e controle da manufatura que mais representam os objetivos da estratégia da manufatura.

Entre os resultados disponíveis, estão: MDIMES-M (Matriz), representa as relações entre percentuais distribuídos e às prioridades de competência da manufatura, com esta distribuição é possível identificar quais funcionalidades impactam em mais prioridades e subprioridades de competência da manufatura; MDIMES-V (Vetor), representa o vetor dos somatórios percentuais das importâncias das funcionalidades, com o vetor é possível identificar as funcionalidades com maior importância; MDIMES-A (Aplicação), representa o quanto está sendo aplicado na prática os resultados do MDIMES-V; e, MDIMES-Me (Melhoria), representa o nível de facilidade em melhorar e/ou implantar a funcionalidade tendo por base o percentual distribuído no MDIMES-V.

Os resultados MDIMES viabilizam que a empresa conheça de forma numérica informações qualitativas, provindas de um grupo eclético de colaboradores dos quais participam da criação dos resultados da empresa. A participação eclética possibilita o entendimento das necessidades sob diferentes pontos de vista, com isso, aproxima o objeto de análise à realidade e necessidade, e cria um ambiente de responsabilidade compartilhada.

Além disso, estes resultados quando vistos em partes demonstram as estratégias da manufatura de forma segmentada, podendo ser útil para entender as partes do ambiente de análise. Quando os resultados são vistos de maneira agrupada, ou seja, modelada, demonstram as relações entre MES representado pelos pilares e suas funcionalidades e estratégia de manufatura representada pelas prioridades de competência da manufatura. Estes resultados modelados podem contribuir na identificação de cenários, por exemplo, as saídas gráficas da distribuição dos pontos entre Melhoria \times Aplicação, e o Vetor correspondendo a “grandeza” da funcionalidade. Com isso, possibilita desenvolver ações focadas que possam otimizar os esforços, consequentemente, auxiliar na obtenção de melhores resultados.

As contribuições sociais estão relacionadas aos objetos de pesquisa, ao ambiente de TI e indústrias. Melhorias na forma de atuar nestes ambientes que possibilitem obter resultados, sejam

eles, em tempo, dinheiro, aumento em vendas, satisfação no trabalho, podem retornar à sociedade. O desenvolvimento de ações embasadas nos resultados da MDIMES permite auxiliar no foco a estes ambientes, conseqüentemente, obter resultados, dos quais podem ser revertidos na forma de participação de lucros e resultados, investimento em ações sociais e/ou de conservação ambiental. Ainda, os sistemas MES podem auxiliar a minimizar os desperdícios, e isso representa menor agressão ao meio ambiente.

Outros resultados da pesquisa reforçam contribuições identificadas em outros estudos, por exemplo: as principais prioridades de competência da manufatura que a empresa DZ valoriza, são ligadas a custo, qualidade e entrega. Segundo Fleury e Fleury (2003), isso denota empresa orientada à excelência operacional. Ainda sobre a empresa DZ, foi sinalizado pelos entrevistados que logo após a implantação do MES a busca pela qualidade era o principal objetivo. De acordo com Flynn e Flynn (2004), empresas que buscam competir em custo, primeiramente necessitam atuar nos aspectos voltados à qualidade, após atingir bons resultados podem atuar em outros aspectos. Esta reflexão parece ter ocorrido na empresa DZ, por exemplo, a qualidade entre 2011 a 2016 melhorou 27,3%. Para a empresa MA, a prioridade de competência da manufatura inovação, apesar de não estar entre as primeiras, é notável sua importância no ambiente, inclusive acima da prioridade custo. Esta ênfase parece estar no limiar entre excelência operacional e capacidade de desenvolvimento. Isso reforça a afirmação de Schmenner e Vastag (2006) em que, diferentes negócios necessitam de diferentes de diferentes prioridades de competência da manufatura.

Por fim, o desenvolvimento desta pesquisa possibilitou identificar uma série de dados e informações as quais não foram totalmente exploradas neste documento, algumas, fazem parte da delimitação. Estes dados e informações são relacionados ao processo de concepção do MES, das informações geradas, dos desafios e potencialidades e oportunidades que este sistema possibilita auferir. Também, a evolução da estratégia da manufatura e suas fases ao longo dos anos. Neste sentido, a próxima seção apresenta possibilidades de pesquisas para o avanço nestes temas.

5.1 Recomendações de Pesquisas Futuras

Considerando os diferentes caminhos que o pesquisador pode utilizar com foco na obtenção de resultados, sugere-se quatro recomendações para o avanço da MDIMES. Em primeiro lugar, o avanço relacionado a novas aplicações práticas da modelagem, sendo em empresas com produtos e processos similares ou diferentes, assim como, em uma mesma estrutura organizacional que necessite de aplicação de modelagens distintas. O avanço poderá ser com o emprego de outros métodos MCDA e variações na escala Likert. Também, poderá ser ampliado o relacionamento de dados na construção de tabelas e gráficos que possam gerar novas informações e conclusões.

Em segundo lugar, a MDIMES poderá ser utilizada por aplicadores de sistemas MES. Esta

utilização refere-se a etapa introdutória às empresas que pretendam implantar o sistema MES. Por exemplo, auxiliar ao aplicador MES e a empresa alvo, na identificação dos principais elementos a serem priorizados na implantação do MES. Com isso, proporcionar foco aos objetivos da empresa e evitar riscos de desuso ou não proporcionar os resultados almejados ao buscar por este tipo sistema. Além disso, a possibilidade de participação eclética de colaboradores na aplicação da MDIMES pode servir à colaboração e aspiração à ferramenta MES. Notoriamente, é possível que novos pesquisadores adaptem a MDIMES as necessidades que visem atingir. Com isso, a exploração da MDIMES poderá ser integrada a outros estudos que apresentem metodologias para implementação de sistemas MES, por exemplo, o estudo proposto por Govindaraju e Putra (2016).

Em terceiro lugar, considerando a robustez dos sistemas MES no fornecimento de inúmeros dados e informações, sugere-se avanço em pesquisas que procurem identificar meta-modelos que auxiliem as empresas em suas operações de manufatura. Neste ambiente, o MES poderá ser o fornecedor dos dados necessários. Estes dados podem ser a fonte que alimenta análises avançadas que permitem entender em maior profundidade os processos de fabricação, uma visão holística (ALMADA-LOBO, 2016). Conforme Negahban e Smith (2014), otimizações que apliquem meta-modelagem é um amplo campo a ser explorado em sistemas de fabricação, principalmente no sentido de incorpora-las em softwares viabilizando apoio à decisão de maneira robusta e rápida. Estudos de Höpfe, Seeanner e Spieckermann (2015) reforçam a importância em implementar sistemas MES com vistas a simulação.

Por fim, as novas movimentações em relação a indústria 4.0 abarcam grandes oportunidades de pesquisa, inclusive em identificar o futuro dos sistemas MES. Estar alinhado aos objetivos estratégicos, captar dados, assimilar e transformar em decisões coerentes são pormenores substanciais. Segundo Almada-Lobo (2016), entender os caminhos que a indústria 4.0 irá necessitar em termos de descentralização, conexão e autonomia de decisões dos sistemas MES em face aos processos de negócios de fabricação, podem ser objeto de avanço em pesquisas. De acordo com Chen (2016), são fundamentais os esforços que possam envolver a combinação entre técnicas já existentes com tecnologias emergentes.

REFERÊNCIAS

ABES. Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências, 2015. **ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software**, São Paulo, jun 2015.

ALMADA-LOBO, F. The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). **Journal of Innovation Management**, v. 3, n. 4, p. 16–21, 2016.

ANTUNES JR., J.; ALVAREZ, R.; KLIPPEL, M.; PELLEGRIN, I. de; BORTOLOTTI, P. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 328 p.

APICS. **APICS - Association for Supply Chain and Operation Management**. Disponível em: <<http://www.apics.org/dictionary/dictionary-information?ID=2439.0>>. Acesso em: 16 dez. 2015.

ARNAS, E. R.; SOUSA JABBOUR, A. B. L. de; SALTORATO, P. Relationships between operations strategy and lean manufacturing: an exploratory study. **African Journal of Business Management**, v. 7, n. 5, p. 344, 2013.

BANERJEE, A.; BOMMU, N.; AGARWAL, P.; JAISANKAR, P. N. Design of Manufacturing Execution System for FMCG Industries. **International Journal of Engineering and Technology (IJET)**, v. 5, n. 3, p. 2366–2374, 2013.

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, aug 2005.

BOCHI, M. A. M. **Proposta de um modelo de sistema MES sob a ótica de recurso estratégico para a gestão da produção em uma empresa de manufatura de autopeças**. 2008. 157 p. Dissertação de Mestrado em Administração Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.

BRASSCOM. **BRASSCOM - Associação Brasileira de Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação**. Disponível em:

<<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/detNoticia.php?codNoticia=109&codArea=2&codCate>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

CHAO, L.; Li Qing. Manufacturing Execution Systems (MES) assessment and investment decision study. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, 2006., 2006. **Anais... IEEE**, 2006. v. 6, p. 5285–5290.

CHEN, K. Y. Performance Measurement of Implementing Manufacturing Execution System. **Materials Science Forum**, v. 505-507, p. 1117–1122, 2006.

CHEN, Y. Industrial information integration—A literature review 2006–2015. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 2, p. 30–64, jun 2016.

CHEN, Y. C.; KUO, J. Y.; HSU, C.; SHIA, B. C.; LIN, C. H. Using the Multiple Criteria Decision Making to Evaluate the Integration Project of the ERP and MES Modules. **International Journal of Advancements in Computing Technology**, v. 4, n. 23, p. 403–409, dec 2012.

- CHEN, Y.-T.; LIMA, R. G. Dultra de; CSILLAG, J. M.; OYADOMARI, J. C. T. 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, jul 2015.
- CLEVELAND, G.; SCHROEDER, R. G.; ANDERSON, J. C.; GARY CLEVELAND ROGER G.SCHROEDER, J. C. A Theory of Production Competence. **American Economic Review**, v. 20, n. 1, p. 139–165, 1989.
- CORBETT, C.; VAN WASSENHOVE, L. Trade-offs? What trade-offs? **California Management Review**, v. 35, n. 4, p. 107–122, 1993.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: mrpii/erp: conceitos, uso e implantação: base para sap, oracle applications e outros softwares integrados de gestão**. 5. ed. São PauloAtlas, 2013.
- COTTYN, J.; VAN LANDEGHEM, H.; STOCKMAN, K.; DERAMMELAERE, S. A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 14, p. 4397–4413, jul 2011.
- DA SILVA, E. M.; SANTOS, F. C. A. Estratégia de produção, melhores práticas e medição de desempenho: revisão, lacunas e planejamento para futuras pesquisas. **Revista Gestão Industrial**, v. 3, n. 1, p. 1–9, jun 2007.
- DAI, Q.; ZHONG, R.; HUANG, G. Q.; QU, T.; ZHANG, T.; LUO, T. Y. Radio frequency identification-enabled real-time manufacturing execution system: a case study in an automotive part manufacturer. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 25, n. 1, p. 51–65, jan 2012.
- DAVIDSON, M. **2013-2014 Manufacturing Metrics that Really Matter Summary Report**. Disponível em: <<https://services.mesa.org/resourcelibrary/showresource/1a4dd130-4f12-4f89-9f3e-b5343453d5ed>>. Acesso em: 12 nov. 2015.
- DE VARGAS, E. J.; SELBITTO, M. A. Contribuição do manufacturing execution system na execução de prioridades competitivas em empresas de manufatura. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 3, p. 875, sep 2016.
- DEPECON. **Panorama da Indústria de Transformação Brasileira**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=200839>>. Acesso em: 15 jan. 2016.
- DEUEL, A. The benefits of a manufacturing execution system for plantwide automation. **ISA Transactions**, v. 33, n. 2, p. 113–124, jul 1994.
- DORRESTEIJN, R. C.; WIETEN, G.; VAN SANTEN, P. T. E.; PHILIPPI, M. C.; GOOIJER, C. D. de; TRAMPER, J.; BEUVERY, E. C. Current good manufacturing practice in plant automation of biological production processes. **Cytotechnology**, v. 23, n. 1/3, p. 19–28, 1997.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR., J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto AlegreBookman, 2015. 181 p.
- DUPONT, A. C. **Proposição de um método para concepção da estratégia de produção: uma abordagem a partir do conceito de subunidade estratégica de negócios dissertação**. 2011. 96 p. Dissertação de Mestrado Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2011.

- ELLIOTT, R. **Manufacturing Execution System (MES) An Examination of Implementation Strategy**. 2013. 55 p. Master of Science in Industrial Engineering Faculty of California Polytechnic State University, 2013. (June).
- ERTUGRUL, I.; KARAKASOGLU, N. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 39, n. 7-8, p. 783–795, 2008.
- FERDOWS, K.; DE MEYER, A. Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. **Journal of Operations Management**, v. 9, n. 2, p. 168–184, apr 1990.
- FLEURY, A.; FLEURY, M. T. Competitive strategies and core competencies: perspectives for the internationalisation of industry in brazil. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 14, n. 1, p. 16–25, feb 2003.
- FLYNN, B. B.; FLYNN, J. E. An exploratory study of the nature of cumulative capabilities. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 5, p. 439–457, oct 2004.
- FRANK, T.; ROMERO-LÓPEZ, M.; BLOCK, C.; KUHLENKÖTTER, B.; BURGESS, U.; STEINMETZ, W. Agent-based communication to map and exchange shop floor data between MES and material flow simulation based on the open standard CMSD. **Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control**, v. 49, n. 12, p. 1584–1589, 2016.
- GAGNON, S. Resource-based competition and the new operations strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 2, p. 125–138, feb 1999.
- GHEMAWAT, P. Competition and Business strategy in Historical Perspective. **Business History Review**, v. 76, n. 1, p. 37–74, 2002.
- GIACON, E.; MESQUITA, M. A. de. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 487–498, 2011.
- GOVINDARAJU, R.; PUTRA, K. A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 114, p. 012094, feb 2016.
- HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring Our Competitive Edge: competing through manufacturing**. New York John Wiley & Sons, 1984. 427 p.
- HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. **Em Busca da Vantagem Competitiva**. Porto Alegre Bookman, 2008. 384 p.
- HELO, P.; SUORSA, M.; HAO, Y.; ANUSSORNNITISARN, P. Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed manufacturing. **Computers in Industry**, v. 65, n. 4, p. 646–656, 2014.
- HÖPPE, N.; SEEANNER, F.; SPIECKERMANN, S. Simulation-based dispatching in a production system. **Journal of Simulation**, v. 10, n. 2, p. 89–94, sep 2015.
- ISA. **ISA - INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION**. Disponível em: <<https://www.isa.org/>>. Acesso em: 01 mar. 2015.
- ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-Criteria Decision Analysis: methods and software**. United Kingdom John Wiley & Sons Ltd., 2013.

- JABBOUR, A. B. L. d. S.; FILHO, A. G. A. Tendências da área de pesquisa em estratégia de produção. **Sistemas & Gestão**, v. 4, n. 3, p. 238–262, 2010.
- JAINURY, S. M.; RAMLI, R.; Ab Rahman, M. N.; OMAR, A. Integrated Set Parts Supply system in a mixed-model assembly line. **Computers & Industrial Engineering**, v. 75, p. 266–273, sep 2014.
- JIANG, P.; ZHANG, C.; LENG, J.; ZHANG, J. Implementing a WebAPP-based Software Framework for Manufacturing Execution Systems. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 388–393, 2015.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A execução premium**. 2. ed. Rio de JaneiroElsevier, 2009. 323 p.
- KARANI, M. A. **Implementing manufacturing execution systems within large organisations**. 2005. 68 p. Master Degree in Business Administration University of the North-West, 2005.
- KLETTI, J. (Ed.). **Manufacturing Execution Systems — MES**. Berlin, HeidelbergSpringer Berlin Heidelberg, 2007. 87 p.
- KŞKSAL, A.; TEKIN, E. Manufacturing Execution Through e-FACTORY System. **Procedia CIRP**, Athens, v. 3, n. 1, p. 591–596, 2012.
- LAUREANO PAIVA, E.; CARVALHO JR., J. M. de; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de produção e de operações [recurso eletrônico]: conceitos, melhores práticas, visão de futuro**. 2. ed. Bookman, 2009.
- LEE, H.; RYU, K.; SON, Y.-J.; CHO, Y. Capturing green information and mapping with MES functions for increasing manufacturing sustainability. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing**, v. 15, n. 8, p. 1709–1716, 2014.
- LIU, Y.; LI, Y.; YAO, J. Achieving Semiconductor Assembly and Test Manufacturing Excellence via Manufacturing Execution System. In: HUANG, G.; MAK, K. L.; MAROPOULOS, P. (Ed.). **Proceedings of the 6th CIRP-Sponsored International Conference on Digital Enterprise Technology SE - 59**. Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 757–771. (Advances in Intelligent and Soft Computing, v. 66).
- MAIA, J. L.; CERRA, A. L.; FILHO, A. G. A. Inter-relações entre Estratégia de Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos: estudos de caso no segmento de motores para automóveis. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p. 377–391, 2005.
- MARCHI, J. J. **Estratégia de Produção em Empresas Brasileiras: uma teoria fundamentada em dados**. 2014. 508 p. Tese (Doutorado em Administração) Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.
- MATSUBARA, R. Y. **Redução de custos através do manufacturing execution system (MES) e sua integração com o enterprise resource planning (ERP)**. 2014. 142 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Universidade de São Paulo, 2014.
- MCCLELLAN, M. Introduction to manufacturing execution systems. In: MES CONFERENCE & EXPOSITION, 2001, Baltimore - Maryland. **Anais...** 2001. p. 1–12.

MELLO, A. C. S.; BOTINHÃO, C. V. MES (Manufacturing Execution System) - uma abordagem histórica, conceitual e funcional. **Revista InTech - América do Sul - ISA**, n. 141, p. 45, 2012.

MESA. **MESA - MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM ASSOCIATION**.

Disponível em: <<http://www.mesa.org/en/index.asp>>. Acesso em: 01 abr. 2015.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P. de; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUZA, R.; COSTA, S. E. G. da; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de JaneiroElsevier, 2012. 260 p.

MILLER, J. G.; ROTH, A. V. A taxonomy of manufacturing strategies. **Management Science**, v. 40, n. 3, p. 285–304, 1994.

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.

MIRCHANDANI, D. A.; LEDERER, A. L. 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.

NAEDELE, M.; CHEN, H.-M.; KAZMAN, R.; CAI, Y.; XIAO, L.; SILVA, C. V. Manufacturing Execution Systems: a vision for managing software development. **Journal of Systems and Software**, v. 101, p. 59–68, 2015.

NAMUR. **Sobre NAMUR**. Disponível em:

<<http://www.namur.net/en/about-us/vision-and-mission.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

NEGAHBAN, A.; SMITH, J. S. Simulation for manufacturing system design and operation: literature review and analysis. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 33, n. 2, p. 241–261, 2014.

NEUHAUS, C. A.; SILVA, M. G.; PACHECO, D. A. J. Implicações de Manufacturing Execution Systems na Gestão da Qualidade Industrial. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 4, n. 5, p. 1489–1500, dec 2014.

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. 190 p. Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

NEVES, J. M. S. das; AKABANE, G. K.; MARINS, F. A. S.; 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.

NEWS, M. **Industry 4.0: mes supports decentralization**. Disponível em:

<http://www.mpdv.com/uploads/tx_news/NEWS_International_2015_web_02.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

- NONAKA, Y.; ERDŐS, G.; KIS, T.; NAKANO, T.; VÁNCZA, J. Scheduling with alternative routings in CNC workshops. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 61, n. 1, p. 449–454, 2012.
- OLIVEIRA, G. T. D.; MAIA, J. L.; MARTINS, R. A. Estratégia de produção e desenvolvimento de produto em uma empresa do setor de cosméticos. **Sistemas & Gestão**, v. 1, n. 1, p. 58–74, 2006.
- OLIVEIRA, T.; HELLENO, A. Sistema de Apoio à Gestão da Produção: indicadores de eficiência operacional – estudo de caso. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 33, p. 39–52, jun 2012.
- PANTALEÃO, L. H. **Modelo flexível de gestão estratégica da produção: técnicas, capacitações, dimensões competitivas e resultados globais da empresa**. 2012. 181 p. Tese (Doutorado em Administração) Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2012.
- PARANHOS, R.; FIGUEIREDO FILHO, D. B.; ROCHA, E. C. da; SILVA JÚNIOR, J. A. da; FREITAS, D. Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, v. 18, n. 42, p. 384–411, aug 2016.
- PORTER, M. E.; MILLAR, V. E. How information gives you competitive advantage. **Harvard Business Review**, v. 63, n. 4, p. 149–160, jul 1985.
- PRAHALAD, C.; HAMEL, G. The Core Competence of the Corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 79–91, 1990.
- RAIS. **Indicadores sobre Relação Anual de Informações Sociais - RAIS**. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/relacao-anual-de-informacoes-sociais-rais>>. Acesso em: 05 fev. 2016.
- RESEARCHANDMARKETS. **Research and Markets : global manufacturing execution system market 2015-2020 - chemicals , food & beverages , life science , oil & gas & power analysis of the \$ 12 billion industry**. Disponível em: <<http://www.researchandmarkets.com/research/99jhf7/manufacturing>>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. D. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: mapeamento da produção em periódicos publicados no brasil. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 134–146, 2013.
- SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo Makron, 1991. 367 p.
- SCHMENNER, R. W.; VASTAG, G. Revisiting the theory of production competence: extensions and cross-validations. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 6, p. 893–909, 2006.
- SEDANO, J.; BERZOSA, A.; VILLAR, J. R.; CORCHADO, E.; DE LA CAL, E. Optimising operational costs using Soft Computing techniques. **Integrated Computer-Aided Engineering**, v. 18, n. 4, p. 313–325, 2011.
- SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. M.; OLIVEIRA, G. Avaliação da capacidade de medição de objetivos estratégicos do sistema de indicadores de uma empresa com o uso do método AHP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2004, Florianópolis - Brasil. **Anais...** 2004. p. 1211–1218.

- SELLITTO, M. A.; WALTER, C. Medição e pré-controle do desempenho de um plano de ações estratégicas em manufatura. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p. 443–458, dec 2005.
- SINGH, P. J.; WIENGARTEN, F.; NAND, A. A.; BETTS, T. Beyond the trade-off and cumulative capabilities models: alternative models of operations strategy. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 13, p. 4001–4020, 2015.
- 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. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. 2. ed. São PauloAtlas, 2002.
- SLACK, N.; LEWIS, M. **Estratégia de Operações**. 2. ed. Porto AlegreBookman, 2009. 528 p.
- SONG, Z.; SUN, Y.; YI, J.; NI, L. Methods of Importance Evaluation for Information Subsystems in Manufacturing Enterprises Based on Centrality. **Open Journal of Business and Management**, v. 03, n. 02, p. 125–134, 2015.
- STADTLER, H. Supply chain management and advanced planning—basics, overview and challenges. **European Journal of Operational Research**, v. 163, n. 3, p. 575–588, 2005.
- STANO, P.; SIMEONOV, S.; CIROVIC, I.; PFAFF, O. Application Range of Integrating Manufacturing Execution System Functions In Enterprises. In: DAAAM FOR 2011 & PROCEEDINGS OF THE 22ND INTERNATIONAL DAAAM SYMPOSIUM, 2011, Vienna - Austria. **Annals...** Published by DAAAM International, 2011. v. 22, n. 1, p. 1245–1246.
- SWAMIDASS, P. M.; NEWELL, W. T. Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model. **Management Science**, v. 33, n. 4, p. 509–524, 1987.
- TEIXEIRA, R.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J.; VEIT, D. **Estratégia de Produção: 20 artigos clássicos para aumentar a competitividade da empresa**. Porto AlegreBookman, 2014. 473 p.
- TROCHE-ESCOBAR, J. A.; CARVALHO, M. D. S. F. B. S. d.; FREIRES, F. G. M. O uso de tecnologias para o processo de preparação de pedidos: implicações e proposições. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 1, p. 188, feb 2015.
- 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.
- UGARTE, B. S. d.; ARTIBA, A.; PELLERIN, R. Manufacturing execution system – a literature review. **Production Planning & Control**, v. 20, n. 6, p. 525–539, sep 2009.
- VALER, C. **Proposta de método para avaliar o controle da produção e dos materiais em empresa do tipo engenharia contra pedido (Enginnering-To-Order)**. 2011. 194 p. Dissertação de Mestrado Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2011.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: vosviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, aug 2010.

VANDERLEI, M. L.; JUNIOR, J. M.; MARINS, F. A. S.; MIRANDA, G. W. A. Implantação de controle baseado no sistema de execução da manufatura (mes): análise em empresa de usinagem no setor aeronáutico. **Revista Produção Online**, v. 9, n. 4, p. 19–25, dec 2009.

VDI. **Sobre VDI (Associação dos Engenheiros Alemães)**. Disponível em: <<http://www.vdi.eu/about-us/>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

VICKERY, S. K.; DROGE, C.; MARKLAND, R. E. Production Competence and Business Strategy: do they affect business performance? **Decision Sciences**, v. 24, n. 2, p. 435–456, mar 1993.

WANG, M. L.; QU, T.; ZHONG, R. Y.; DAI, Q. Y.; ZHANG, X. W.; HE, J. B. A radio frequency identification-enabled real-time manufacturing execution system for one-of-a-kind production manufacturing: a case study in mould industry. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 25, n. 1, p. 20–34, 2012.

WANG, Q. F.; HONG, C. Y. MES System Selection Decision-Making Approach for Automobile Parts Manufacturing Enterprises. **Advanced Materials Research**, v. 108-111, p. 736–740, 2010.

WARD, P. T.; BICKFORD, D. J.; LEONG, G. keong. Configurations of Manufacturing Strategy, Business Strategy, Environment and Structure. **Journal of Management**, v. 22, n. 4, p. 597–626, aug 1996.

WHEELWRIGHT, S. C. Manufacturing strategy: defining the missing link. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 1, p. 77–91, jan 1984.

WHEELWRIGHT, S. C.; HAYES, R. H. Competing through manufacturing. **Harvard Business Review**, v. 63, n. 1, p. 99–109, 1985.

WILLIAMS, T. J. A Reference Model for Computer Integrated Manufacturing (CIM): a description from the viewpoint of industrial automation. In: CIM REFERENCE MODEL COMMITTEE INTERNATIONAL PURDUE WORKSHOP ON INDUSTRIAL COMPUTER SYSTEMS, 1989, North Carolina 27709. **Anais...** Instrument Society of America, 1989. p. 229.

YANG, Z.; ZHANG, P.; CHEN, L. RFID-enabled indoor positioning method for a real-time manufacturing execution system using OS-ELM. **Neurocomputing**, v. 174, p. 121–133, 2016.

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, feb 2012.

ZHANG, Y.; GREGORY, M. Managing global network operations along the engineering value chain. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 31, n. 7, p. 736–764, jun 2011.

ZHANG, Y. H.; DAI, Q. Y.; ZHONG, R. Y.; SHAHRIYAR, R.; BARI, M.; KUNDU, G.; AHAMED, S.; AKBAR, M.; MISHRA, S.; CHAUHAN, D.; OTHERS. An Extensible Event-Driven Manufacturing Management with Complex Event Processing Approach. **International Journal of Control**, v. 2, n. 3, p. 1–12, 2009.

ZHANG, Y.; REN, S.; LIU, Y.; SI, S. A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 626–641, jan 2017.

ZVEI, W. G. Manufacturing Execution Systems (MES): industry specific requirements and solutions. **Berthold Druck GmbH**, Frankfurt - Germany, n. July, 2011.

APÊNDICE A — IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS, PRIORIDADES E SUBPRIORIDADES ESTRATÉGIAS

Esta pesquisa possui objetivo acadêmico, fazendo parte do Programa de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Tem por objetivo definir uma modelagem que possa distribuir importâncias relativa entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Ressalta-se que a pesquisa manterá o anonimato e sigilo de informações confidenciais. Desde já agradeço vossa disponibilidade.

Contexto da empresa

1. Qual o ramo de atividade?

Entender o posicionamento da empresa entre os tipos de indústria.

2. Quais os tipos de produtos fabricados e/ou serviços comercializados?

Conhecer o mix de produtos e serviços ofertados aos clientes.

3. Como a empresa/ organização está estruturada?

Identificar a formação estratégica (corporativa, de negócios e funcional); a existência de segmentação, divisões em UEN ou SubUEN. Caso existam, as demais respostas podem ser específicas para cada divisão.

4. Como é o processo de fabricação destes produtos?

Entender as etapas de fabricação, matérias-primas necessárias e formas de aquisição, cuidados especiais e requisitos.

5. Quais os tipos de equipamentos e habilidades humanas necessárias?

Entender os requisitos de equipamentos envolvidos para a fabricação e habilidades dos profissionais envolvidos (o que é importantes monitorar?).

6. Quais são as exigências dos clientes (produtos e processos de atendimento)?

Entender os requisitos para garantir um bom atendimento aos clientes, por exemplo, os níveis de qualidade, custo, flexibilidade, entrega e inovação.

7. Como é monitorado o atendimento das necessidades dos clientes?

Entender como a empresa monitora as exigências dos clientes (uso de indicadores, pesquisas).

8. Como e quais as formas utilizadas para monitorar o desenvolvimento da produção (para atender aos objetivos propostos)?

Entender como a empresa organizou a produção para atender as exigências dos clientes. Entender quais os recursos utilizados para monitorar a produção, por exemplo, o uso de sistemas informatizados, ERP, sistemas especialistas, pessoas envolvidas.

9. Quais as informações analisadas pela empresa? E na área industrial?

Conhecer as informações monitoradas da empresa e da área industrial. Analisar a coerência entre os indicadores monitorados.

10. Qual a importância destas informações para a empresa e área industrial?

Identificar a importância dos indicadores monitorados quanto as necessidades da empresa e da área industrial ou a existência de indicadores principais.

11. Quais os critérios utilizados pela empresa para validar estes indicadores como importantes a serem monitorados?

Identificar os critérios utilizados para definir a importância dos indicadores.

12. Considerando as exigências dos clientes relacionadas as prioridades: qualidade, custo, flexibilidade, entrega e inovação; considerando o Quadro 5, e a opção de escolha de duas subprioridades para cada prioridade; quais seriam as principais?

Identificar para cada prioridade duas subprioridades que estejam alinhadas aos indicadores. Necessário para a formulação da modelagem.

13. Outras informações relevantes.

Demais informações que possam ser importantes.

Contexto do respondente:

Função?

Tempo de empresa (em anos)?

Nível de formação (escolar)?

Tempo de contato/conhecimento em sistemas MES?

APÊNDICE B — ESTIMATIVA DS INTERAÇÕES RECÍPROCAS (APLICAÇÃO DA AHP): MACRO-OBJETIVOS E FUNCIONALIDADES DO MES

Esta pesquisa possui objetivo acadêmico, fazendo parte do Programa de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Tem por objetivo definir uma modelagem que possa distribuir importâncias relativa entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Ressalta-se que a pesquisa manterá o anonimato e sigilo de informações confidenciais. Desde já agradeço vossa disponibilidade.

Forma de preenchimento: você deverá indicar a importância para cada relação pareada, de acordo com a escala de 1 a 9; considerando: 1 igual importância, 3 pouco mais importante, 5 muito mais importante, 7 bastante mais importante, 9 extremamente mais importante, ou, 2, 4, 6, 8, correspondendo aos valores intermediários entre as escalas. Por exemplo, considerando o objetivo de identificar “qual o bem material mais importante entre: casa, carro ou moto”; se na relação entre casa x carro, for considerado que a casa é 4 vezes mais importante que o carro; e, entre o carro x moto, o carro é 2 vezes mais importante que a moto; logo, a relação entre casa x moto, casa deveria ser 8 vezes mais importante que moto. Por reconhecimento, a atribuição de importância permite um limite de incoerência, portanto, estes resultados serão analisados e validados, caso necessite de revisão você será contatado.

As explicações de cada macro-objetivos e funcionalidades podem ser obtidas no Quadro 2

1 — Estimativa para macro-objetivos

1)	Gerenciar o Processo									Gerenciar os Equipamentos							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2)	Gerenciar o Processo									Gerenciar as Operações e o Planejamento							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3)	Gerenciar o Processo									Gerenciar os Produtos							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4)	Gerenciar os Equipamentos									Gerenciar as Operações e o Planejamento							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5)	Gerenciar os Equipamentos									Gerenciar os Produtos							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6)	Gerenciar as Operações e o Planejamento									Gerenciar os Produtos							
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2 — Estimativa para funcionalidades

2.1 — Macro-objetivo: Gerenciar o Processo

7)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado		Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
8)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado		Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
9)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado		Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
10)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado		Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
11)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado		Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
12)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa		Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
13)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa		Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
14)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa		Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
15)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa		Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
16)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)		Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
17)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)		Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
18)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)		Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
19)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações		Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	
20)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações		Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos
	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2 3 4 5 6 7 8 9	

21)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo									Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

2.2 — Macro-objetivo: Gerenciar os Equipamentos

22)	Gerenciar os equipamentos, os status/anomalias e informações críticas									Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
23)	Gerenciar os equipamentos, os status/anomalias e informações críticas									Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
24)	Gerenciar os equipamentos, os status/anomalias e informações críticas									Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
25)	Gerenciar os equipamentos, os status/anomalias e informações críticas									Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
26)	Gerenciar os equipamentos, os status/anomalias e informações críticas									Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
27)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais									Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
28)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais									Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
29)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais									Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
30)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais									Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
31)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados									Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
32)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados									Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
33)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados									Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
34)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo									Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
35)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo									Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

36)	Gerenciar as quebras/falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados									Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

2.3 — Macro-objetivo: Gerenciar as Operações e o Planejamento

37)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações									Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
38)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações									Gerenciar os índices OEE e TEEP								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
39)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações									Gerenciar a aderência do plano de produção								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
40)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações									Gerenciar os tempos de engenharia								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
41)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações									Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
42)	Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos									Gerenciar os índices OEE e TEEP								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
43)	Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos									Gerenciar a aderência do plano de produção								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
44)	Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos									Gerenciar os tempos de engenharia								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
45)	Facilitar e agilizar a programação / reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos									Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
46)	Gerenciar os índices OEE e TEEP									Gerenciar a aderência do plano de produção								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
47)	Gerenciar os índices OEE e TEEP									Gerenciar os tempos de engenharia								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
48)	Gerenciar os índices OEE e TEEP									Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
49)	Gerenciar a aderência do plano de produção									Gerenciar os tempos de engenharia								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50)	Gerenciar a aderência do plano de produção									Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
51)	Gerenciar os tempos de engenharia									Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

2.4 — Macro-objetivo: Gerenciar os Produtos

52)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade		Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
53)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade		Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
54)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade		Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
55)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade		Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
56)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade		Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
57)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)		Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
58)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)		Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
59)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)		Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
60)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)		Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
61)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)		Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
62)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)		Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
63)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)		Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
64)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção		Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9
65)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção		Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta
	9 8 7 6 5 4 3 2	1	2 3 4 5 6 7 8 9

66)	Gerenciar os status e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/baixas)									Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Contexto do respondente:

Função?

Tempo de empresa (em anos)?

Nível de formação (escolar)?

Tempo de contato/conhecimento em sistemas MES?

APÊNDICE C — ESTIMATIVA DAS INTERAÇÕES RECÍPROCAS (APLICAÇÃO DA AHP): PRIORIDADES E SUBPRIORIDADES DE COMPETÊNCIA DA MANUFATURA

Esta pesquisa possui objetivo acadêmico, fazendo parte do Programa de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Tem por objetivo definir uma modelagem que possa distribuir importâncias relativa entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Ressalta-se que a pesquisa manterá o anonimato e sigilo de informações confidenciais. Desde já agradeço vossa disponibilidade.

Forma de preenchimento: você deverá indicar a importância para cada relação pareada, de acordo com a escala de 1 a 9; considerando: 1 igual importância, 3 pouco mais importante, 5 muito mais importante, 7 bastante mais importante, 9 extremamente mais importante, ou, 2, 4, 6, 8, correspondendo aos valores intermediários entre as escalas. Por exemplo, considerando o objetivo de identificar “qual o bem material mais importante entre: casa, carro ou moto”; se na relação entre casa x carro, for considerado que a casa é 4 vezes mais importante que o carro; e, entre o carro x moto, o carro é 2 vezes mais importante que a moto; logo, a relação entre casa x moto, casa deveria ser 8 vezes mais importante que moto. Por reconhecimento, a atribuição de importância permite um limite de incoerência, portanto, estes resultados serão analisados e validados, caso necessite de revisão você será contatado.

As explicações de cada prioridade e subprioridades podem ser obtidas no Quadro 4 e 5

67	Custo						Qualidade									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
68	Custo						Flexibilidade									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
69	Custo						Entrega									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
70	Custo						Inovação									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
71	Qualidade						Flexibilidade									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
72	Qualidade						Entrega									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
73	Qualidade						Inovação									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
74	Flexibilidade						Entrega									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
75	Flexibilidade						Inovação									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8
76	Entrega						Inovação									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8

4 — Estimativa para as subprioridades de competência da manufatura

Forma de preenchimento: você deverá indicar para cada par de subprioridades, qual a distribuição percentual, considerando o somatório total equivalente a 100%. Por exemplo, a subprioridade A equivale a 75%, logo a subprioridade B corresponde a 25%.

4.1 — Subprioridade Custo*

77)	Subprioridade A	
	Subprioridade B	

4.2 — Subprioridade Qualidade*

78)	Subprioridade A	
	Subprioridade B	

4.3 — Subprioridade Flexibilidade*

79)	Subprioridade A	
	Subprioridade B	

4.4 — Subprioridade Entrega*

80)	Subprioridade A	
	Subprioridade B	

4.5 — Subprioridade Inovação*

81)	Subprioridade A	
	Subprioridade B	

Nota: * Subprioridades de acordo com dados de cada empresa, vide: 4.3.3 e 4.3.8

Contexto do respondente:

Função?

Tempo de empresa (em anos)?

Nível de formação (escolar)?

Tempo de contato/conhecimento em sistemas MES?

APÊNDICE D — ESTIVA DE INFLUENCIA ENTRE FUNCIONALIDADES DO MES X PRIORIDADES DE COMPETÊNCIA DA MANUFATURA

Esta pesquisa possui objetivo acadêmico, fazendo parte do Programa de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Tem por objetivo definir uma modelagem que possa distribuir importâncias relativa entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Ressalta-se que a pesquisa manterá o anonimato e sigilo de informações confidenciais. Desde já agradeço vossa disponibilidade.

Forma de preenchimento: você deverá indicar para cada relação, considerando uma escala de 5 pontos (1 a 5; um a cinco), o nível de influência que cada funcionalidade do MES pode exercer na obtenção de resultados em cada prioridade de competência da manufatura. A escala contém em um extremo a influência nula que corresponderá a 1 (um ponto); influência baixa (2 pontos); influência média (3 pontos); influência alta (4 pontos); e, influência dominante (5 pontos). Por exemplo: Funcionalidade: *“coletar e gerenciar os motivos de não qualidade x prioridade de competência da manufatura custo”* (escolha de 1 a 5); *“coletar e gerenciar os motivos de não qualidade x prioridade de competência da manufatura qualidade”* (escolha de 1 a 5); e assim sucessivamente para flexibilidade; entrega; e, inovação.

5 — Funcionalidade do MES x prioridades de competência da manufatura

5.1 — Funcionalidade do MES x prioridades de competência da manufatura CUSTO

82)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	1	2	3	4	5
83)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	1	2	3	4	5
84)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	1	2	3	4	5
85)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	1	2	3	4	5
86)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	1	2	3	4	5
87)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	1	2	3	4	5
88)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status/</i> anomalias e informações críticas	1	2	3	4	5
89)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	1	2	3	4	5
90)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	1	2	3	4	5
91)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	1	2	3	4	5
92)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	1	2	3	4	5
93)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	1	2	3	4	5
94)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	1	2	3	4	5
95)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	1	2	3	4	5
96)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	1	2	3	4	5
97)	Gerenciar a aderência do plano de produção	1	2	3	4	5
98)	Gerenciar os tempos de engenharia	1	2	3	4	5
99)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	1	2	3	4	5
100)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	1	2	3	4	5
101)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	1	2	3	4	5

102)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	1	2	3	4	5
103)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1	2	3	4	5
104)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	1	2	3	4	5
105)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	1	2	3	4	5

5.2 — Funcionalidade do MES x prioridades de competência da manufatura QUALIDADE

106)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	1	2	3	4	5
107)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	1	2	3	4	5
108)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	1	2	3	4	5
109)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	1	2	3	4	5
110)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	1	2	3	4	5
111)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	1	2	3	4	5
112)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	1	2	3	4	5
113)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	1	2	3	4	5
114)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	1	2	3	4	5
115)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	1	2	3	4	5
116)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	1	2	3	4	5
117)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	1	2	3	4	5
118)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	1	2	3	4	5
119)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	1	2	3	4	5
120)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	1	2	3	4	5
121)	Gerenciar a aderência do plano de produção	1	2	3	4	5
122)	Gerenciar os tempos de engenharia	1	2	3	4	5
123)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	1	2	3	4	5
124)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	1	2	3	4	5
125)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	1	2	3	4	5
126)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	1	2	3	4	5
127)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1	2	3	4	5
128)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	1	2	3	4	5
129)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	1	2	3	4	5

5.3 — Funcionalidade do MES x prioridades de competência da manufatura FLEXIBILIDADE

130)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	1	2	3	4	5
131)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	1	2	3	4	5
132)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	1	2	3	4	5

133)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	1	2	3	4	5
134)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	1	2	3	4	5
135)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	1	2	3	4	5
136)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	1	2	3	4	5
137)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	1	2	3	4	5
138)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	1	2	3	4	5
139)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	1	2	3	4	5
140)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	1	2	3	4	5
141)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	1	2	3	4	5
142)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	1	2	3	4	5
143)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	1	2	3	4	5
144)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	1	2	3	4	5
145)	Gerenciar a aderência do plano de produção	1	2	3	4	5
146)	Gerenciar os tempos de engenharia	1	2	3	4	5
147)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	1	2	3	4	5
148)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	1	2	3	4	5
149)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	1	2	3	4	5
150)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	1	2	3	4	5
151)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1	2	3	4	5
152)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	1	2	3	4	5
153)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	1	2	3	4	5

5.4 — Funcionalidade do MES x prioridades de competência da manufatura ENTREGA

154)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	1	2	3	4	5
155)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	1	2	3	4	5
156)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	1	2	3	4	5
157)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	1	2	3	4	5
158)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	1	2	3	4	5
159)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	1	2	3	4	5
160)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	1	2	3	4	5
161)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	1	2	3	4	5
162)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	1	2	3	4	5
163)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	1	2	3	4	5
164)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	1	2	3	4	5
165)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	1	2	3	4	5
166)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	1	2	3	4	5
167)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	1	2	3	4	5

168)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	1	2	3	4	5
169)	Gerenciar a aderência do plano de produção	1	2	3	4	5
170)	Gerenciar os tempos de engenharia	1	2	3	4	5
171)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	1	2	3	4	5
172)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	1	2	3	4	5
173)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	1	2	3	4	5
174)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	1	2	3	4	5
175)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1	2	3	4	5
176)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	1	2	3	4	5
177)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	1	2	3	4	5

5.5 — Funcionalidade do MES x prioridades de competência da manufatura INOVAÇÃO

178)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	1	2	3	4	5
179)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	1	2	3	4	5
180)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	1	2	3	4	5
181)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	1	2	3	4	5
182)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	1	2	3	4	5
183)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	1	2	3	4	5
184)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	1	2	3	4	5
185)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	1	2	3	4	5
186)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	1	2	3	4	5
187)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	1	2	3	4	5
188)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	1	2	3	4	5
189)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	1	2	3	4	5
190)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	1	2	3	4	5
191)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	1	2	3	4	5
192)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	1	2	3	4	5
193)	Gerenciar a aderência do plano de produção	1	2	3	4	5
194)	Gerenciar os tempos de engenharia	1	2	3	4	5
195)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	1	2	3	4	5
196)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	1	2	3	4	5
197)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	1	2	3	4	5
198)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	1	2	3	4	5
199)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	1	2	3	4	5
200)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	1	2	3	4	5
201)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	1	2	3	4	5

Contexto do respondente:

Função?

Tempo de empresa (em anos)?

Nível de formação (escolar)?

Tempo de contato/conhecimento em sistemas MES?

APÊNDICE E — ESTIMATIVA DE APLICAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DO MES

Esta pesquisa possui objetivo acadêmico, fazendo parte do Programa de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Tem por objetivo definir uma modelagem que possa distribuir importâncias relativa entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Ressalta-se que a pesquisa manterá o anonimato e sigilo de informações confidenciais. Desde já agradeço vossa disponibilidade.

Forma de preenchimento: você deverá indicar na escala de 5 pontos (0 a 1; zero a um), a avaliação quanto ao uso da funcionalidade do MES. A escala contém em um extremo a representação de que a utilização é nula, correspondente a 0 (zero); utilização baixa (0,25 ponto); utilização média (0,5 ponto); utilização alta (0,75 ponto); e, utilização plena (1 ponto). Por exemplo: “coletar e gerenciar os motivos de não qualidade”; caso a empresa não utilize esta funcionalidade a pontuação a ser atribuída é 0 (utilização nula); caso a empresa utilize e possua domínio pleno, sua pontuação será 1 (utilização plena); utilize as demais pontuações para representar utilização baixa, média ou alta.

6 — Avaliação quanto a utilização das funcionalidades do MES

202)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	0	0,25	0,5	0,75	1
203)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	0	0,25	0,5	0,75	1
204)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	0	0,25	0,5	0,75	1
205)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	0	0,25	0,5	0,75	1
206)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	0	0,25	0,5	0,75	1
207)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	0	0,25	0,5	0,75	1
208)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	0	0,25	0,5	0,75	1
209)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	0	0,25	0,5	0,75	1
210)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	0	0,25	0,5	0,75	1
211)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	0	0,25	0,5	0,75	1
212)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	0	0,25	0,5	0,75	1
213)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	0	0,25	0,5	0,75	1
214)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	0	0,25	0,5	0,75	1
215)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	0	0,25	0,5	0,75	1
216)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	0	0,25	0,5	0,75	1
217)	Gerenciar a aderência do plano de produção	0	0,25	0,5	0,75	1
218)	Gerenciar os tempos de engenharia	0	0,25	0,5	0,75	1
219)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	0	0,25	0,5	0,75	1
220)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	0	0,25	0,5	0,75	1
221)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	0	0,25	0,5	0,75	1

222)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	0	0,25	0,5	0,75	1
223)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	0	0,25	0,5	0,75	1
224)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	0	0,25	0,5	0,75	1
225)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	0	0,25	0,5	0,75	1

Contexto do respondente:

Função?

Tempo de empresa (em anos)?

Nível de formação (escolar)?

Tempo de contato/conhecimento em sistemas MES?

APÊNDICE F — ESTIMATIVA PARA MELHORIA DAS FUNCIONALIDADES DO MES

Esta pesquisa possui objetivo acadêmico, fazendo parte do Programa de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Tem por objetivo definir uma modelagem que possa distribuir importâncias relativa entre funcionalidades que compõem os pilares de um MES para aplicações industriais. Ressalta-se que a pesquisa manterá o anonimato e sigilo de informações confidenciais. Desde já agradeço vossa disponibilidade.

Forma de preenchimento: você deverá indicar na escala de 5 pontos (0 a 1; zero a um) ponto, a avaliação quanto a melhorar e/ou implantar a funcionalidade do MES. A escala contém em um extremo a representação de que a melhoria é muito difícil, correspondente a 0 (zero); difícil (0,25 ponto); médio (0,5 ponto); fácil (0,75 ponto); e, muito fácil (1 ponto). Por exemplo: “coletar e gerenciar os motivos de não qualidade”; caso a empresa considere que efetuar a melhoria nesta funcionalidade é muito difícil, a pontuação a ser atribuída é 0 (muito difícil); caso a empresa considere que efetuar a melhoria é muito fácil, sua pontuação será 1 (muito fácil); utilize as demais pontuações para representar difícil, médio ou fácil.

7 — Avaliação quanto a melhorar e/ou implantar as funcionalidades do MES

226)	Gerenciar a execução dos fluxos de produto e trabalho em relação ao planejado	0	0,25	0,5	0,75	1
227)	Gerenciar os parâmetros e configurações de processos necessários para a execução da operação/ tarefa	0	0,25	0,5	0,75	1
228)	Gerenciar as permissões e atribuições em relação às habilidades dos usuários (operadores)	0	0,25	0,5	0,75	1
229)	Gerenciar a produtividade, eficiência e apropriação dos custos relativos à mão de obra utilizada nas operações	0	0,25	0,5	0,75	1
230)	Fornecer diagnóstico relacionado ao processo produtivo	0	0,25	0,5	0,75	1
231)	Fornecer diagnóstico relacionado aos produtos	0	0,25	0,5	0,75	1
232)	Gerenciar os equipamentos, os <i>status</i> / anomalias e informações críticas	0	0,25	0,5	0,75	1
233)	Controlar reservas, alocação e liberação de máquinas, ferramentas e materiais	0	0,25	0,5	0,75	1
234)	Reduzir o tempo e os erros na coleta de dados	0	0,25	0,5	0,75	1
235)	Possibilitar a transferência de dados DNC/NC ou informações de processo	0	0,25	0,5	0,75	1
236)	Gerenciar as quebras/ falhas dos equipamentos, ferramentas, motivos e custos relacionados	0	0,25	0,5	0,75	1
237)	Gerenciar as atividades de manutenção preventiva, preditiva, materiais e ordens de serviço	0	0,25	0,5	0,75	1
238)	Facilitar o sequenciamento e sincronismo das operações	0	0,25	0,5	0,75	1
239)	Facilitar e agilizar a programação/ reprogramação da produção e o retorno de informações acerca dos produtos	0	0,25	0,5	0,75	1
240)	Gerenciar os índices OEE e TEEP	0	0,25	0,5	0,75	1
241)	Gerenciar a aderência do plano de produção	0	0,25	0,5	0,75	1
242)	Gerenciar os tempos de engenharia	0	0,25	0,5	0,75	1
243)	Disponibilizar fácil acesso às informações dos indicadores a operadores, analistas e gestores	0	0,25	0,5	0,75	1
244)	Coletar e gerenciar os motivos de não qualidade	0	0,25	0,5	0,75	1

245)	Monitorar a qualidade e conformidade dos produtos e processos estatisticamente (CEP, CQS, LIMS)	0	0,25	0,5	0,75	1
246)	Facilitar/ otimizar e unificar o acesso a informações (inclusive informações históricas)	0	0,25	0,5	0,75	1
247)	Reduzir o uso de papel necessário à realização, gestão e análise da produção	0	0,25	0,5	0,75	1
248)	Gerenciar os <i>status</i> e a movimentação de transação dos materiais (entradas/ saídas, consumo/ baixas)	0	0,25	0,5	0,75	1
249)	Gerenciar os fluxos/ rotas e a disponibilidade dos materiais entre as operações da planta	0	0,25	0,5	0,75	1

Contexto do respondente:

Função?

Tempo de empresa (em anos)?

Nível de formação (escolar)?

Tempo de contato/conhecimento em sistemas MES?