

SOLUÇÃO MES *CUSTOM* OU *OFF-THE-SHELF*: UMA DECISÃO ESTRATÉGICA. DIRETRIZES PARA A TOMADA DE DECISÃO¹

Roberto Resque de Freitas²
Marcelo Cardoso Martins Vieira²
Alexandre Keuneucke Hardt²

Resumo

O conceito MES vem ganhando cada vez mais espaço dentro do cenário industrial. As empresas estão investindo na implantação de sistemas que aplicam o conceito MES, de forma a melhorar a gestão dos seus processos produtivos e assim tornarem-se mais competitivas. Nesse contexto, uma decisão estratégica e crucial que é comum a boa parte das empresas que embarcam nessa iniciativa é a utilização de uma solução *off-the-shelf* ("produto de prateleira") ou "customizada" (desenvolvida especificamente para aquele negócio/processo). O presente trabalho tem como objetivo apresentar os fatores relevantes para essa tomada de decisão, considerando não apenas a aderência da solução, como também o processo produtivo, as tecnologias envolvidas, a equipe do projeto, entre outros. Os fatores são analisados qualitativamente/quantitativamente e um modelo de tomada de decisão é proposto.

Palavras-chave: MES; Customizado; Produto; Decisão estratégica.

CUSTOM OR OFF-THE-SHELF MES SOLUTION: A STRATEGIC DECISION. GUIDELINES FOR DECISION MAKING

Abstract

The MES concept has been gaining more relevance in the industrial scenario lately. Companies are investing in the implementation of systems based on the MES concept, aiming to better manage their production processes and to become more competitive that way. In this context, a very crucial and strategic decision point is the use of an off-the-shelf product or a custom solution. The objective of this paper is to present the relevant factors to be taken into account when making that decision. Not only considering the adherence of the solution, but also the productive process, involved technologies, the responsible team, among others. The factors are analyzed and a decision making model is proposed.

Key words: MES; Custom; Off-the-shelf; Strategic decision.

¹ Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.

² Consultor de sistemas MES da Accenture do Brasil LTDA.

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais as indústrias têm percebido que a disponibilidade de informação de maneira ágil e correta, para as pessoas certas, nos momentos e formatos adequados, e com as devidas ferramentas para alavancar os benefícios trazidos por essa informação, é essencial para continuarem competitivas e manter o foco em seu negócio principal. A TI (tecnologia da informação) Industrial é a área que visa atender essa necessidade, provendo recursos tecnológicos para tornar as atividades das empresas cada vez mais eficientes, garantindo ainda um trabalho conjunto com fornecedores e a satisfação dos clientes com a qualidade dos produtos e serviços.

Um dos conceitos que mais vem ganhando espaço dentro do cenário de TI industrial é o MES. As empresas estão investindo na implantação de sistemas que aplicam o conceito MES, de forma a melhorar a gestão dos seus processos produtivos e assim tornarem-se mais competitivas.

Nesse contexto, uma decisão estratégica e crucial que é comum a boa parte das empresas que embarcam nessa iniciativa é a utilização de uma solução *off-the-shelf* ("de prateleira", também conhecida como COTS – *Commercially available Off-The-Shelf*) ou "customizada" (desenvolvida especificamente para aquele negócio/processo). Este trabalho apresenta inicialmente algumas definições importantes relacionadas ao conceito MES. Na sequência são enumerados e discutidos os fatores mais relevantes para a tomada de decisão (*custom vs off-the-shelf*) e, ao final, um modelo de tomada de decisão é proposto.

2 SOLUÇÕES MES

Soluções MES são sistemas de informações operacionais com comunicação bidirecional entre chão de fábrica e sistemas corporativos que visam apoiar de forma efetiva as intenções estratégicas relacionadas direta ou indiretamente com as operações de manufatura. Através de funcionalidades como programação e acompanhamento de produção, controle de paradas de equipamentos, gestão da qualidade de materiais, gestão de manutenção de equipamentos, controle de estoques e rastreabilidade de produtos, as soluções MES apóiam de forma efetiva o *core business* das empresas: a gestão de suas operações produtivas.

Cada vez mais as unidades industriais vêm sofrendo com os problemas que as soluções MES se propõem a resolver. Até mesmo os melhores sistemas de controle humano e feitos em papel não conseguem acompanhar a velocidade crescente de mudanças nos produtos, processos, tecnologias e demandas diversas dos clientes. Soma-se a isso a necessidade crescente de mais informações em um espaço de tempo cada vez menor e observamos que a implantação de uma solução MES torna-se crucial para acompanhar a dinâmica do mercado e possibilitar reações em tempo real, ou seja, em tempo hábil para contornar situações imprevistas ou adaptar-se a mudanças externas, atingindo os objetivos desejáveis.

O White Paper Número 1 da MESA International cita alguns dos principais benefícios obtidos com a implantação de soluções MES, baseado em experiências reais. Algumas estatísticas indicam:

- redução do tempo de ciclo em média de 45%;
- redução do tempo de entrada de dados geralmente em 75% ou mais;

- redução do WIP (*work in progress*) em média de 24%;
- redução da papelada entre turnos em média de 61%;
- redução de *lead time* em média de 27%;
- redução de perdas de documentação e desenhos técnicos em média de 56%; e
- redução de defeitos nos produtos em média de 18%.

Outros benefícios reportados são: redução de horas extras, sucateamento, retrabalho, devoluções e produtos de qualidade inferior e melhoria no processo de planejamento.

Uma solução MES fornece benefícios notáveis para uma grande variedade de empresas. Isso se deve, principalmente, ao fato da solução MES focar nos processos que agregam valor da empresa: a execução dos processos de fabricação. A pesquisa também indicou benefícios significativos em autonomia de colaboradores.

Dessa forma, as aplicações MES aumentam a eficácia das operações de uma planta e ajudam os operadores e gestores a tomarem decisões. Ganhando acesso imediato a dados, essas empresas melhoram suas produtividades, aumentam a qualidade do trabalho e conseguem diminuir os custos com supervisão.

3 PROJETOS DE MES

A partir do momento em que se identifica que a utilização de um sistema MES trará vantagens para a empresa, surge a necessidade de um projeto. Um projeto de implantação de um sistema MES é uma empreitada que envolve diferentes etapas, desde o levantamento das necessidades de negócio e dos usuários, passando pela escolha de um fornecedor, pela definição do escopo, desenvolvimento, testes, implantação e suporte.

Diversas pessoas são envolvidas em um projeto de MES, com destaque para os papéis e responsabilidades a seguir:

- *Usuário chave*: detém o conhecimento do negócio. O usuário chave pode ser um supervisor de área, um facilitador, um gerente de produção, enfim, uma pessoa que de fato utilizará o sistema ao fim do projeto e que detém o conhecimento operacional do processo.
- *Integrador*: detém o conhecimento das tecnologias e dos conceitos envolvidos. O integrador possui experiência em projetos MES, sabe quais são as melhores opções de tecnologias e consegue orientar e sugerir funcionalidades baseado nas melhores práticas e padrões de mercado.
- *Fornecedor do produto*: provê a ferramenta que será utilizada para implantar o sistema MES. Importante destacar que no caso de uma solução MES *custom*, não existe a figura do fornecedor do produto.

O fornecedor do produto e o integrador são responsáveis por auxiliar nas definições das funcionalidades e na escolha das tecnologias que serão utilizadas. Eles possuem experiência de outros projetos e empresas, e podem nortear as discussões para a solução final.

Como o processo produtivo de cada empresa em muitas ocasiões é único, sendo inclusive um diferencial competitivo, os detalhes do processo e as principais dificuldades enfrentadas no dia-a-dia são informações de conhecimento dos operadores da empresa, ou seja, dos futuros usuários finais da solução MES. Assim sendo, é fundamental para qualquer projeto de MES, um trabalho integrado entre a

equipe de tecnologia e a equipe do operação, para que a solução MES seja desenvolvida e utilizada em todo seu potencial.

4 SOFTWARE COMO PRODUTO

Software é um conjunto de programas de computador e de dados relacionados que fornecem instruções para dizer ao computador o que fazer e como fazer. Em outras palavras, *software* é um conjunto de algoritmos com o papel de executar determinada função.

Mas o que define um produto de software? No contexto de *Marketing*, um produto é algo que pode ser oferecido no mercado para satisfazer um desejo ou uma necessidade. Um produto de *software* então é um conjunto de programas com algoritmos que executam determinada função e que atende uma necessidade comum do mercado. Um editor de texto, um navegador de Internet, um visualizador de imagens, são todos produtos de *softwares* com funcionalidades específicas no seu contexto, mas que resolvem problemas comuns e assim atendem bem a maioria de seus usuários sem a necessidade de adaptações no produto.

E como mensurar a qualidade de um *software*? Diversas normas foram criadas no intuito de conseguir avaliar a qualidade tanto dos produtos de software quanto dos processos de desenvolvimento. A tabela 1 apresenta algumas das principais normas existentes.

Tabela 1 - Normas para avaliação da qualidade de produtos software

Norma	Detalhes
ISO 9126	Software engineering — Product quality
NBR 13596	Engenharia de software - Qualidade de produto (versão brasileira da ISO 9126)
ISO 14598	Avaliação de produtos de software, com base na norma ISO 9126
ISO 12119	Tecnologia de informação - Pacotes de software - Teste e requisitos de qualidade
IEEE P1061	Standard for Software Quality Metrics Methodology

Dentre as normas apresentadas na Tabela 1, a norma ISO 12119, publicada em 1994, trata da avaliação de Pacotes de *Software*, os chamados “*softwares* de prateleira”. Além de estabelecer requisitos de qualidade para esse tipo de *software* e a necessidade de instruções para testes dos pacotes, a norma define alguns itens que devem estar contidos em um produto de software, tais como: documentação do usuário de fácil compreensão, manual de instalação com instruções detalhadas, especificação de valores limites para todos os dados de entrada, função de auxílio (*help*) com recursos de hipertexto, mensagens de erro com informações necessárias para solução da situação de erro, identificação dos arquivos utilizados pelo programa, entre outros. Dessa forma, um produto de *software* é uma solução “pronta”, já desenvolvida para resolver de forma eficaz problemas comuns e sua qualidade pode ser aferida com base em diversas normas nacionais e internacionais. Conseqüentemente, como um produto de *software* já é uma solução pronta, existem alguns pontos positivos de utilizar essa abordagem, como por exemplo: custo menor (não precisa ser todo construído), prazo para implantação menor, nível maior de suporte (devido a utilização do produto por outras pessoas/empresas), entre outros benefícios.

5 PRODUTO DE MES

Um produto de MES, ou solução MES *off-the-shelf* (“de prateleira”), é um produto de *software* que apresenta funcionalidades específicas de uma solução MES. Geralmente os produtos de MES são modulares, onde cada módulo é responsável por realizar determinadas tarefas. Esses módulos operam compartilhando informações entre si para completar as operações desejadas evitando duplicação e inconsistência de dados. Nesse ponto é interessante resgatar a origem do conceito MES, que surgiu da necessidade de um sistema que fizesse a ligação das informações dos sistemas ERP com o chão de fábrica. O modelo mais utilizado para representar esse papel é o de camadas de informação, em que o MES ocupa a 3ª camada, entre o nível 4 (ERP) e os níveis 2 e 1 (chão de fábrica).



Figura 1 - Camadas de Informação

Uma vez que as soluções MES existem com o intuito de realizar essa integração, fica claro que são necessárias interfaces entre o MES e o ERP, os sistemas de nível 2, outros sistemas de nível 3 (PIMS, LIMS) e sistemas legados. Apesar dos sistemas muitas vezes utilizarem padrões de comunicação, como *WebServices*, *B2MML*, etc., as informações trocadas variam de empresa para empresa, culminando em uma necessidade de customização ou configuração da solução.

Os produtos de MES nem sempre são concebidos para um determinado processo produtivo e muitas vezes o mesmo produto procura atender diversos processos distintos. Tal característica normalmente é facilitada quando o produto está alinhado com a norma ANSI/ISA S95, que é a norma internacional que define as terminologias, os conceitos e modelos de dados para sistemas MES. Obviamente, para que seja possível a um produto atender processos distintos, é necessário um nível maior de abstração das especificidades dos processos produtivos, uma vez que os módulos do produto tendem a ser mais genéricos.

Como consequência dessas características, nota-se que um ponto extremamente importante durante a avaliação de um produto de MES para uma determinada empresa é a sua aderência não somente ao processo produtivo, como também às tecnologias envolvidas nas integrações, à estratégia do projeto, entre outros. Outra questão

importante a ser observada é que em boa parte dos casos é difícil encontrar uma solução disponível que seja capaz de funcionar de forma integrada aos demais sistemas e atender as especificidades dos processos produtivos, sem que nenhuma customização seja feita. A partir desse ponto, nota-se que algumas soluções MES *off-the-shelf* nem sempre desempenham um papel de produto de *software* no sentido conceitual do termo, uma vez que necessitam de alguma adaptação, em maior ou menor grau.

6 DECISÃO ESTRATÉGICA

Considerando a importância que a implantação de um sistema MES possui, é uma decisão estratégica para a empresa a escolha entre uma solução *off-the-shelf* e uma solução *custom*. A seguir, são levantados os principais fatores de decisão com aspectos que devem ser analisados antes de se chegar a uma conclusão. Os fatores são então condensados em um modelo com o intuito de auxiliar na escolha entre as duas abordagens.

7 FATORES DE DECISÃO

7.1 Nível de Implementação do Conceito MES

O primeiro fator a ser considerado é o nível que se deseja chegar com a solução, ou seja, qual o nível de implementação da solução MES. Algumas funcionalidades são genéricas e desacopladas o suficiente de forma que são comuns a todos os sistemas MES. No intuito de gerar um modelo de tomada de decisão simples, optou-se por segmentar esse fator em duas opções:

- Solução MES apenas como camada (*bridge/middleware*) para o ERP; E
- Solução MES como camada para o ERP e responsável por efetuar a Gestão do Processo Produtivo, inclusive comunicando-se com sistemas legados e de automação.

7.2 Compatibilidade de Tecnologias

No caso da solução MES ser utilizada apenas como camada (*bridge/middleware*) para o ERP, é fundamental considerar a compatibilidade de tecnologias entre o produto de MES e os sistemas legados atualmente existentes no cenário em que o MES estará inserido. Exemplos mais comuns dessas tecnologias são: *WebServices*, OPC, CORBA, RMI, leitura/gravação em banco de dados, leitura/gravação de arquivos, entre outros. A compatibilidade pode ser classificada como Alta ou Baixa.

7.3 Dinâmica do Processo

Caso a solução MES seja utilizada para efetuar a Gestão do processo produtivo, é importante considerar qual é a dinâmica do processo. É necessário determinar se o processo em questão é estático (em que há poucas mudanças na forma produção, a não ser quando troca-se o produto a ser produzido) ou trata-se de um processo

dinâmico (em que mudanças no processo produtivo são comuns). A dinâmica do processo pode ser Alta, Média ou Baixa.

7.4 Aderência

Um dos fatores mais importantes na avaliação de um produto de MES é a sua aderência geral ao cenário em que está sendo proposto. Devem ser considerados diversos fatores além da aderência do produto ao processo produtivo, tais como a compatibilidade de tecnologias e o alinhamento dos requisitos não-funcionais com a estratégia do projeto.

Por se tratar de um fator extremamente relevante, é proposta uma ferramenta de avaliação da Aderência, contendo perguntas com diferentes pesos, que devem ser analisadas e uma nota final é atribuída à Aderência, de acordo com as respostas informadas.

Tabela 2 - Matriz de Análise de Aderência de Produtos MES

Pergunta	Comentários	Peso
O produto atende os requisitos essenciais do processo/negócio sem necessidade de alteração do produto ou do processo?	<p>A aderência do produto ao processo/negócio deve ser analisada de forma detalhada. As funcionalidades disponíveis devem atender plenamente os requisitos essenciais da manufatura.</p> <p>Os principais produtos se dispõem a atender às demandas básicas esperadas de um sistema MES como: planejamento e execução da produção, controle de qualidade, controle de paradas de equipamentos, inventário de insumos e produtos acabados, interfaces com sistemas corporativos e de chão de fábrica, entre outros. No entanto, é necessário levantar os requisitos essenciais para garantir que a solução atenderá o processo/negócio sem restringir a operação.</p> <p>Limitações em um sistema de controle de qualidade, por exemplo, podem invalidar um produto caso ele não atenda aos requisitos de armazenar e reportar resultados de amostragem de acordo com as normas exigidas por órgãos de certificação e/ou pelos clientes.</p>	5
O produto atende os requisitos adicionais do processo/negócio sem necessidade de alteração do produto ou do processo?	<p>É importante distinguir claramente os requisitos essenciais dos requisitos adicionais do processo/negócio. Os requisitos adicionais são aqueles que facilitam o trabalho, provêm informação complementar, ou ainda que cobrem uma parte do processo que não é essencial.</p> <p>Exemplos desses requisitos são:</p> <ul style="list-style-type: none"> - registro/consulta de informações auxiliares do processo que não impactam no dia-a-dia. - usabilidade das funcionalidades de acordo com o volume de dados processados. <p>Por exemplo, limitações na entrada de dados podem invalidar um produto ao criar gargalos nos processos operacionais a ponto de impactar a produção e/ou capacidade de entrega.</p>	4
Há compatibilidade entre os protocolos nativos implementados no produto e as interfaces existentes nos sistemas legados?	<p>No seu papel de sistema integrador, é esperado que uma solução MES seja capaz de se comunicar com outros sistemas (legados, de chão-de-fábrica, LIMS, etc).</p> <p>Assim, é importante identificar quais tecnologias podem ser utilizadas para essa comunicação e se o produto de MES é compatível com essas tecnologias.</p> <p>Exemplos mais comuns dessas tecnologias são: <i>WebServices</i>, CORBA, RMI, leitura/gravação em banco, leitura/gravação de arquivos.</p>	3

<p>O produto possui requisitos não funcionais (controle de versão, escalabilidade, robustez, etc) que suportam a estratégia do projeto (local/global, multi-planta, etc.)?</p>	<p>Além dos requisitos funcionais, ligados diretamente ao processo/negócio, a escolha de uma solução MES deve considerar também os requisitos não-funcionais e principalmente o alinhamento dos mesmos com a estratégia do negócio/projeto.</p> <p>Enquanto os requisitos funcionais definem "o que o sistema faz", os requisitos não-funcionais respondem a "como o sistema é", ou seja, quais são características de desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, disponibilidade, escalabilidade, gestão de configuração, manutenibilidade e tecnologia.</p> <p>Esses diversos aspectos precisam ser avaliados e confrontados com as necessidades atuais e futuras da empresa, considerando questões estratégicas, como roll-outs da solução para outras plantas, capacidade de prestar suporte técnico e funcional aos usuários, facilidade de aprendizado e aceitação de mudança pelos usuários, acesso remoto ao sistema, etc.</p> <p>Por exemplo, em um projeto em que se deseja fazer <i>roll-outs</i> de uma solução em um curto espaço de tempo, sendo necessário paralelizar as atividades, é fundamental que o produto forneça uma boa gestão de configuração.</p>	2
<p>O produto fornece indicadores/KPIs de acordo com a necessidade do processo/negócio?</p>	<p>Uma das principais funcionalidades do MES é a consolidação de informações para a geração de indicadores relevantes que auxiliem na identificação de problemas e pontos de melhoria do processo produtivo.</p> <p>Portanto, o produto MES deve ser capaz de fornecer indicadores de acordo com a necessidade do processo/negócio, maximizando dessa forma os benefícios que o sistema proporciona.</p>	1

Para cada pergunta apresentada na Matriz de Análise de Aderência de Produtos MES, deve-se atribuir uma resposta, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Possíveis Respostas para a Matriz de Aderência

Resposta	
Completamente	2
Parcialmente	1
Nenhuma	0

Para cada resposta há uma nota associada que será ponderada pelo peso, para compor a nota final do produto em questão. A nota final deve ser comparada à Tabela 4, indicando assim o nível de Aderência do produto.

Tabela 4 - Racional para definição do Nível de Aderência

Aderência	
> 26	Alta
> 21	Média
<= 21	Baixa

7.5 Flexibilidade Do Processo

Outro fator importante durante a análise é o quão flexível a mudanças é o processo produtivo. Em determinadas situações, o processo tem uma flexibilidade que possibilita sua adaptação a algumas características do produto. Tal situação é mais comum em projetos de ERP, onde muitas vezes os processos existentes são alterados para adequarem-se ao produto a ser implantado. No entanto, quando falamos sobre processos de fabricação industrial, nem sempre é possível fazer alterações na forma

de se trabalhar. Dessa forma, a flexibilidade do processo é um importante fator a ser considerado e pode ser classificada como Alta, Média ou Baixa.

7.6 Flexibilidade do Produto

Apesar de ser considerado um produto “de prateleira”, conforme argumentado nas definições conceituais, um produto MES deve ser capaz de sofrer algumas customizações em virtude de necessidades de integração ou até mesmo para atender requisitos específicos.

Caso um requisito não atenda plenamente às necessidades do processo, é necessário avaliar se é possível adaptar aquela funcionalidade de forma a fazer as modificações exigidas. Essa adaptação pode ser feita através de configurações ou modificações diretas no produto.

Portanto, uma característica importante de um produto MES é a sua flexibilidade a possíveis alterações e a viabilidade técnica e financeira para realizar tais alterações. Portanto, não basta apenas que um produto seja flexível, ele precisa possuir certo nível técnico, com ferramentas de controle de versão, edição simultânea, rastreabilidade de alterações, procedimentos de testes (se possível automatizados). Além disso, o processo de modificação dos requisitos desse produto precisa ser economicamente viável dentro do prazo previsto. O conhecimento necessário para realizar alterações deve ser de fácil aprendizado.

Cumprir notar que esse é um ponto que ainda é grande desafio dos fornecedores de produtos de MES: como criar um produto que atenda a diversos processos, mas que seja capaz de se adaptar para atender as especificidades de cada um deles?

7.7 Domínio Funcional pela Equipe do Projeto

Por último e não menos importante, um fator importante para desenvolvimento de soluções MES *custom* é o domínio funcional dos requisitos da solução pela equipe do projeto. É imprescindível que a equipe do projeto, responsável pelo desenho e construção do sistema tenham o domínio funcional de todo o processo produtivo, no intuito de evitar qualquer lacuna de conhecimento durante a concepção do sistema. Esse é um fator chave de sucesso de boa parte dos projetos de soluções MES.

8 MODELO DE TOMADA DE DECISÃO

Com base nos fatores apresentados, é proposto um modelo de tomada de decisão cujo objetivo é facilitar a tomada de decisão através de uma análise dos aspectos mais relevantes na escolha entre uma solução *off-the-shelf* e uma solução *custom*.

O modelo deve ser percorrido da esquerda para a direita, analisando os fatores de acordo com o detalhamento apresentado acima. Para cada resposta obtida, é apresentado também o Risco e o Prazo associado a essa situação, em uma escala que pode ser Alta, Média ou Baixa.

A terminação representada por uma exclamação indica que nenhuma solução é adequada para o cenário em questão. Nesse caso é necessário reavaliar as respostas,

o que na prática significa alterar a abordagem definida pela equipe do projeto para algum dos fatores analisados.

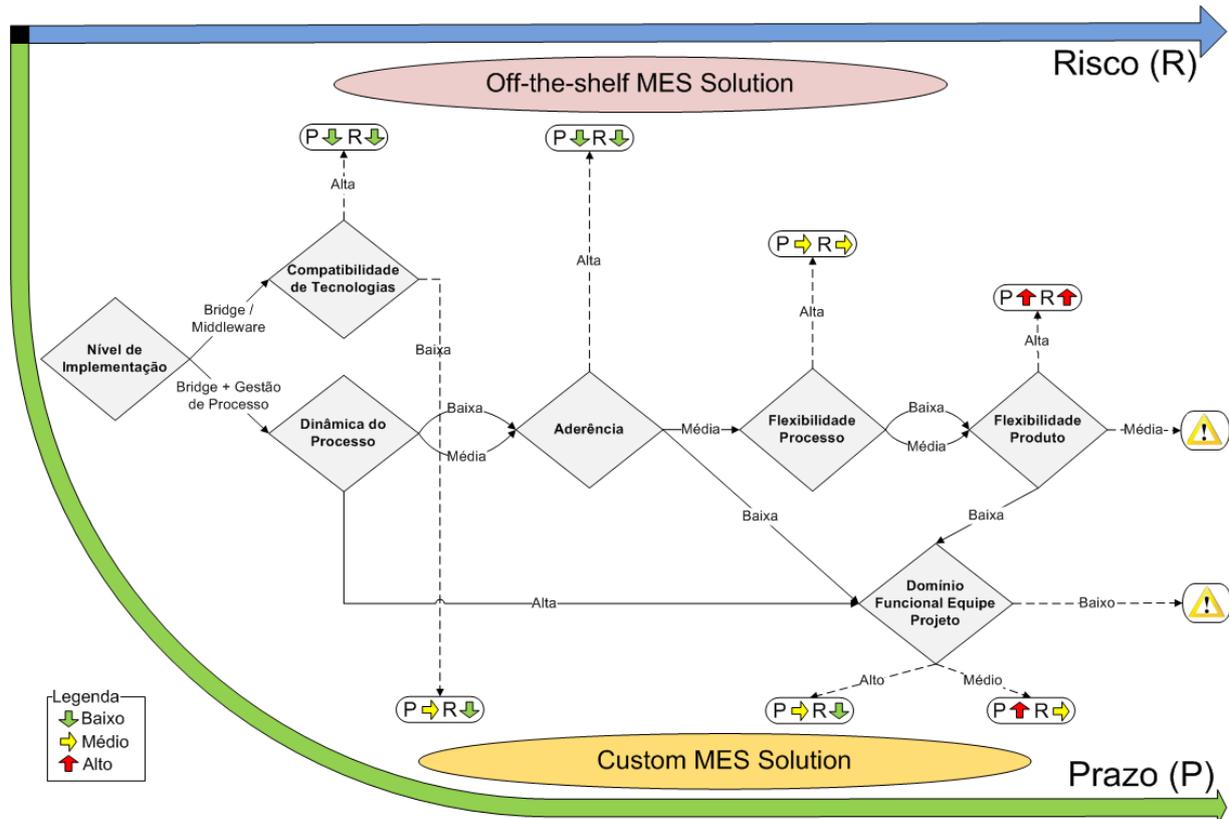


Figura 2 - Modelo de Tomada de Decisão: MES Custom vs Off-the-shelf

9 CONCLUSÃO

Com a crescente demanda por ferramentas que auxiliem as empresas a melhorarem seus processos produtivos, o conceito de MES aparece como uma solução de eficiência comprovada para os mais variados processos e indústrias. No momento em que uma empresa opta por implantar um sistema MES, uma decisão estratégica é escolher entre uma solução *off-the-shelf* ou *custom*.

No intuito de apoiar essa decisão, foram apresentados os fatores que devem ser analisados para se chegar a uma conclusão e um modelo foi proposto para suportar o processo decisório baseado nos fatores discutidos. Ele pode ser adaptado para considerar aspectos que envolvam uma análise mais detalhada, como porcentagem de requisitos essenciais cobertos sem customização, além de questões como custo de licenças, manutenção e tecnologias utilizadas.

O objetivo do modelo apresentado é criar uma ferramenta que auxilie o processo de decisão, evidenciando os principais pontos que devem ser levados em consideração durante a análise, de forma que essa decisão seja tomada de forma estruturada, e não apenas baseada nas experiências dos *stakeholders* e suas equipes de TI ou na influência dos fornecedores/integradores dos produtos de MES. O mercado de MES

ainda é muito recente e pouco consolidado, de forma que as equipes de TI das empresas de manufatura geralmente tem um conhecimento limitado em relação aos produtos disponíveis e suas vantagens e desvantagens. O processo de decisão de qual modelo a ser seguido não deve ser subestimado e exige uma pesquisa detalhada das opções disponíveis e se elas atendem o processo alvo, uma vez que uma decisão tomada de forma equivocada pode implicar em grandes perdas.

BIBLIOGRAFIA

- 1 SCHOLTEN, Bianca. MES guide for executives; why and how to select, implement, and maintain a manufacturing execution system. Research Triangle Park, NC : International Society of Automation, c2009
- 2 MES Explained: A High Level Vision. (1997). (pp. 3-4; 6-8). MESA International.
- 3 ISA. (s.d.). Enterprise-Control System Integration: Part 1: Models and Terminology. ANSI/ISA-S95.00.01-2000. ISBN: 1-55617-727-5: 2000.
- 4 ISA. (s.d.). Enterprise-Control System Integration: Part 2: Object Model Attributes. ANSI/ISA-95.00.02-2001. ISBN: 1-55617-773-9: 2001.
- 5 ISA. (s.d.). Enterprise-Control System Integration: Part3: Activity Models of Manufacturing Operations Management. ANSI/ISA-95.00.03-2005. ISBN: 1-55617-955-3: 2005.