

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
COGEAE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS
CEADE

**PROPOSTA PARA O APONTAMENTO EM OPERAÇÕES DE
PRODUÇÃO APLICADA EM UMA FÁBRICA DE FIXADORES
ATRAVÉS DE CUSTOMIZAÇÃO EM UM SOFTWARE DE GESTÃO
INTEGRADA (ERP): O DYNAMICS AX 2012**

ADRIANO DOS SANTOS NUNES

SÃO PAULO – SP

2015

ADRIANO DOS SANTOS NUNES

**PROPOSTA PARA O APONTAMENTO EM OPERAÇÕES DE
PRODUÇÃO APLICADA EM UMA FÁBRICA DE FIXADORES
ATRAVÉS DE CUSTOMIZAÇÃO EM UM SOFTWARE DE GESTÃO
INTEGRADA (ERP): O DYNAMICS AX 2012**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Administração de Empresas, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - COGEAE, como pré-requisito para a obtenção do título de Especialista em Administração, orientada pelo Professor Doutor Gin Kwan Yue.

SÃO PAULO – SP

2015

AVALIAÇÃO:

ASSINATURA DO ORIENTADOR:

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| Resumo | 8 |
| 1. Introdução | 9 |
| 1.1. Tema..... | 9 |
| 1.2. Problema de pesquisa..... | 11 |
| 1.3. Objetivo..... | 11 |
| <i>1.3.1. Objetivo específico.....</i> | <i>11</i> |
| 1.4. Metodologia de pesquisa..... | 12 |
| <i>1.4.1. Introdução.....</i> | <i>12</i> |
| <i>1.4.2. O modelo de estudo de caso aplicado na pesquisa realizada</i> | <i>13</i> |
| <i>1.4.3. Conclusão</i> | <i>14</i> |
| 1.5. Estrutura da pesquisa..... | 14 |
| 2. Fundamentação teórica..... | 16 |
| 2.1. Introdução | 16 |
| 2.2. Conceitos de Planejamento e Controle da Produção (PCP)..... | 17 |
| <i>2.2.1. O que são e o que se pode esperar dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção (SPCP) ou sistemas de administração da produção.....</i> | <i>19</i> |
| <i>2.2.2. A abordagem hierárquica dos sistemas de administração da produção.....</i> | <i>22</i> |
| 2.3. Evolução e características dos sistemas de administração da produção | 23 |
| <i>2.3.2. Sistema MRP.....</i> | <i>24</i> |
| <i>2.3.3. Sistema MRP II.....</i> | <i>25</i> |
| <i>2.3.4. Sistema ERP.....</i> | <i>27</i> |
| <i>2.3.5. Estratégias e metodologias para projetos de implantação do ERP.....</i> | <i>28</i> |
| <i>2.3.6. Fatores de sucesso para implantar um ERP</i> | <i>33</i> |
| <i>2.3.7. Fatores críticos para implantar um ERP</i> | <i>35</i> |
| 2.4. A relação dos sistemas ERP com o Planejamento e Controle da Produção..... | 37 |
| <i>2.4.1. A atual estrutura disponibilizada pelos ERP no atendimento ao Planejamento e Controle da Produção</i> | <i>39</i> |
| <i>2.4.2. Sistemas APS como opção às necessidades do PCP não atendidas pelo ERP</i> | <i>43</i> |
| 2.5. O futuro do ERP..... | 45 |
| 3. Desenvolvimento | 48 |
| 3.1. Introdução | 48 |
| 3.2. Apresentação da empresa estudada: empresa A1..... | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1. Estrutura de TI da empresa A1 | 50 |
| 3.2.2. Estrutura do PCP da empresa A1..... | 51 |
| 3.2.3. Resumo dos roteiros e processos de produção da empresa A1 | 51 |
| 3.2.4. Percepção do corpo diretivo quanto às necessidades do PCP dentro do plano estratégico de crescimento da A1 | 55 |
| 3.3. Avaliação do ERP para a produção e proposta de consolidar as informações de manufatura no suporte ao PCP da A1 | 56 |
| 3.4. Sugestões de personalizações propostas para a A1 | 59 |
| 3.4.1. Customizações no Dynamics AX para o PCP | 59 |
| 3.4.2. Customizações em infraestrutura para o PCP | 64 |
| 3.4.3. Custos envolvidos na personalização | 65 |
| 3.5. Considerações sobre as customizações elaboradas para a A1..... | 66 |
| 4. Considerações finais | 69 |
| Referências bibliográficas..... | 71 |
| Anexos..... | 75 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01: Dinâmica do processo de planejamento..... | 23 |
| Figura 02: Evolução dos sistemas: do MRP ao ERP..... | 28 |
| Figura 03: Apresentação gráfica da metodologia Microsoft Sure Step 2010..... | 30 |
| Figura 04: Worldwide ERP software market share, 2012..... | 39 |
| Figura 05: Principais módulos do Microsoft Dynamics AX R2 | 41 |
| Figura 06: Aumento linear da complexidade da programação em relação ao número de recursos existentes | 43 |
| Figura 07: Roteiro de fabricação do Fixador 14,42mm | 52 |
| Figura 08: Criação das informações versus apresentação visual para controle da manufatura..... | 59 |
| Figura 09: Localização da tela de controle da produção dentro do módulo de produção do DAX | 61 |
| Figura 10: Tela de controle da produção dentro do módulo de produção do DAX | 61 |
| Figura 11: Fluxo de apontamento da produção na manufatura da A1..... | 63 |
| Figura 12: Tela de apontamento manual da produção dentro do módulo de produção do DAX | 63 |
| Figura 13: Arquitetura de infraestrutura de TI para atender ao apontamento da produção. 64 | |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01: Distribuição das principais funcionalidades do ERP Dynamics AX 2012..... | 40 |
| Tabela 02: Parâmetros e dados da empresa estudada | 49 |
| Tabela 03: Campos de informação do formulário de ordem de produção da A1 (padrão do ERP x personalizações) | 53 |
| Tabela 04: Campos de informação do cartão de roteiro da A1 (padrão do ERP x personalizações)..... | 54 |
| Tabela 05: Mapeamento dos módulos e sessões do DAX padrão para atender ao PCP da A1 | 58 |
| Tabela 06: Informações disponibilizadas pela tela de acompanhamento da produção | 62 |

LISTA DE ABREVIACOES

AIM: Application Implementation Method

APS: Advanced Planning Systems ou Advanced Planning and Scheduling

DAX: Dynamics AX

DDF: Documento de Design Funcional

ERP: Enterprise Resources Planning

GRI: Gesto de Recursos de Informao

JIT: Just in Time

MRP: Material Requirements Planning

MRP II: Manufacturing Resources Planning

PCP: Planejamento e Controle da Produo

PMI: Project Management Institute

PO: Pesquisa Operacional

SPCP: Sistema de Planejamento e Controle da Produo

TI: Tecnologia da Informao

TS: Terminal Server

WIP: Work in Process

Resumo

Neste trabalho foi abordada a relação entre processos de produção e recursos computacionais relacionados à gestão de uma organização, representados pelos sistemas de planejamento dos recursos da empresa: os sistemas ERP, os quais operam através da integração de atividades e informações entre os diversos módulos ou setores que compõem uma organização, apresentando os dados em uma mesma plataforma, consolidando-os de forma única e segura para os seus usuários. Apesar da sua origem remeter a antigos e exclusivos sistemas de administração da produção, os ERP atualmente não apresentam em sua configuração padrão ferramentas complexas para gestão da produção. Nesse contexto, a pesquisa apresenta uma solução de personalização de um sistema ERP, elaborada por consultoria especializada em Sistemas de Informação, focada na manufatura de uma fábrica de fixadores metálicos, cujo resultado busca melhorar o planejamento e o controle da produção, avaliando os possíveis ganhos operacionais com a implantação da ferramenta computadorizada e também as limitações técnicas que podem interferir na sua plena execução.

Palavras-chave: ERP, sistemas de informação, planejamento e controle da produção, gestão da produção.

1. Introdução

Nesse capítulo é apresentado o tema, o problema que envolve esta pesquisa, seus objetivos geral e específico, bem como a metodologia que foi seguida para sua composição. Aqui é apresentada a expectativa de ganho operacional e de planejamento e controle da produção (PCP) através da implantação de ferramentas para a manufatura existentes em um software do tipo ERP (sigla do inglês *Enterprise Resources Planning*, ou planejamento dos recursos da empresa, em tradução livre) aplicado a uma fábrica de fixadores e peças de reposição e apoiada por uma metodologia própria de desenvolvimento de projetos. O capítulo se encerra com um resumo da estrutura adotada nesse trabalho.

1.1. Tema

A globalização fez surgir oportunidades e desafios os quais obrigaram as organizações a exercerem esforços permanentes no alcance de um ajuste ideal entre os seus recursos, objetivos e oportunidades em mercados afetados constantemente por mudanças políticas e econômicas. As melhorias surgem, assim, não apenas como vantagem competitiva, mas como elemento vital à sobrevivência das empresas e aperfeiçoar os sistemas de informação significa estabelecer um elemento de vantagem sobre os demais concorrentes. (BALLOU, 2006).

Durante a segunda metade do século XX, os problemas de gestão da produção ganharam especial atenção por parte dos executivos e cientistas. O sistema MRP (sigla do inglês *Material Requirement Planning*, traduzido literalmente como planejamento das necessidades de materiais) foi um método de aproximação muito utilizado para determinar os componentes e materiais requisitados na produção de produtos finais, mas tal sistema era voltado somente para o gerenciamento da produção e dos seus recursos diretamente relacionados. Em seguida, o sistema MRP evoluiu para os sistemas MRP II (sigla do inglês *Manufacturing Resources Planning*, traduzido literalmente como planejamento dos recursos de manufatura) e ERP, os quais foram desenvolvidos e baseados em planos integrados e hierárquicos de gestão. (FAKHRZAD; ZARE, 2009).

No início da década de 90, surgiram os sistemas integrados de gestão empresarial denominados ERP. Esta nova geração, além de incluir o módulo industrial baseado na lógica fornecida pelo MRP II, inclui outros aspectos da gestão empresarial, como os módulos contábeis, financeiro, comercial, gestão de pessoas e engenharia do produto, por exemplo. (MESQUITA; CASTRO, 2008).

Corrêa, Giansesi e Caon (2009) afirmam que sistemas do tipo ERP possuem a pretensão de apoiar a tomada de decisão dentro do empreendimento corporativo como um todo. Ele não possui somente módulos que apoiam as decisões relacionadas à produção (como os sistemas MRP II), mas também atendem outros aspectos: distribuição física, custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, integrados através de uma mesma base de dados que não permita redundâncias.

Segundo Fusco *et al.* (2003), é grande o investimento das empresas em software avançados para a gestão dos seus negócios e parte desses investimentos ocorre em sistemas ERP, também conhecidos como sistemas de Gestão Integrada, devido à necessidade das empresas em obter informações rápidas e precisas, essenciais para a tomada de decisões em tempo hábil e para o atendimento adequado aos seus clientes.

O principal resultado deste investimento é o controle de ponta a ponta da empresa, de finanças à produção, eliminando a informalidade de documentos, contabilizando e documentando todos os processos. Entretanto, a implantação destes sistemas não é fácil, toma-se tempo das diversas áreas envolvidas e o montante de dinheiro investido é alto. É necessário submeter a companhia a uma revisão geral nos seus processos, revisando sua estrutura. Como é difícil para a empresa fazer isto sozinha e como também não há uma regra específica para tais atividades, geralmente contratam-se consultorias e profissionais especializados que auxiliarão no processo de implantação do ERP.

Portanto, tendo o pressuposto de haver um acompanhamento profissional para a correta implantação de *software* ERP em uma empresa, faz-se necessária apresentar as corretas adaptações no sistema que atendam às especificações das atividades operacionais, envolvendo uma metodologia de gerenciamento de projeto que permita mapear os processos da empresa e documentá-los de forma organizada para concluir com sucesso a implantação do ERP na companhia.

1.2. Problema de pesquisa

Para determinar com clareza as condições necessárias à determinação da estratégia, é necessário definir o problema científico o qual este trabalho propõe explorar, assim como o objetivo da pesquisa, o objeto estudado e quais hipóteses serão levantadas, para que a partir do referencial teórico disponível e das observações realizadas pelo autor do trabalho, seja definida a estratégia adequada para obter os resultados esperados. (TEIXEIRA JR, 2005, p.47).

Partindo do tema do tema proposto, a principal questão levantada para este trabalho é: a personalização de uma nova ferramenta ERP no seu módulo de manufatura pode colaborar com o controle de produção de uma fábrica de fixadores, através de apontamentos das operações executadas nos centros de trabalhos do ambiente fabril?

3. Objetivo

Apresentar a personalização de uma ferramenta de controle de produção, com seus possíveis ganhos de produtividade, possíveis reduções de custos com perdas de materiais e limitações técnicas do novo ERP aplicado em linhas de manufatura de fixadores metálicos.

Esse é o ponto de partida para a construção da pesquisa, quando ao se deparar com a implantação de um novo software ERP, uma empresa fica face às mudanças e aos ganhos de produtividade que tal ferramenta pode lhe proporcionar.

1.3.1. Objetivos específicos

Em posse de um *software* ERP desenvolvido pela Microsoft Corporation (o Dynamics AX 2012 R2) e se baseando no atual processo de produção dos principais itens desta fábrica (porcas e parafusos de metal, em geral), os objetivos específicos desta pesquisa são:

- 1) Apresentar configuração e a dinâmica esperada de um sistema de apontamento de execução de fabricação nos centros produtivos, hoje inexistente na empresa, de forma a mesclar o maior número de funções do padrão do sistema computacional com as personalizações exclusivas desta companhia, oferecendo aos usuários do ERP uma central de controle da produção que gere maior visibilidade sobre as atividades da fábrica; e

- 2) Estimar os ganhos operacionais, de custos esperados com a modificação e de retorno sobre o investimento que, conseqüentemente, podem contribuir com a melhor gestão dos processos de produção, uma vez que o projeto encontra-se em fase de implantação e a medição correta dos benefícios só poderá ser realizada após sua conclusão, prevista para o final do ano de 2015.

1.4. Metodologia de pesquisa

1.4.1. Introdução

Ciência segundo Teixeira Jr (2005) é descrita como uma forma sistemática de investigação, coleta de dados e análise de um objeto ou problema identificado anteriormente. Este problema se mostra como algo a ser solucionado e para tal, o autor da pesquisa pode utilizar soluções científicas ou do próprio senso comum para encontrar as respostas às questões levantadas.

A identificação e limitação de um objeto de estudo – definido como o tema da pesquisa, ou seja, corresponde àquilo que se deseja saber a respeito da realidade estudada ou universo de referência – é a motivação da pesquisa científica: procedimento formal, com método de pensamento reflexivo e que se constitui como um caminho para conhecer a realidade ou descobrir parcialidades e que tem como objetivo a exposição, o esclarecimento e a análise dos dados levantados sobre um problema o qual se busca uma solução. (LAKATOS; MARCONI, 2001).

Na obra de Teixeira Jr (2005), cita-se a existência de um crescente rigor metodológico relacionado às pesquisas na área de Engenharia (principalmente na Engenharia de Produção) e uma minuciosa consideração das possibilidades existentes na condução de um trabalho científico neste campo de pesquisa pode ser determinante para o sucesso e para a confiabilidade dos resultados apresentados.

Disso, o autor afirma que o esforço conjunto entre uma revisão bibliográfica relacionada ao tema da pesquisa com o envolvimento do pesquisador com o objeto estudado permitirá a construção da base teórica desejada, possibilitando delinear problemas ou lacunas existentes no objeto da pesquisa e fornecer subsídios à construção de questões de pesquisa e ao desenvolvimento de soluções pertinentes ao tema abordado.

Assim, cabe ao pesquisador adotar uma metodologia científica apropriada para desenvolver sua fundamentação teórica e trabalhar sobre o problema proposto.

1.4.2. O modelo de estudo de caso aplicado na pesquisa realizada

Sobre este trabalho, foi traçada uma abordagem de estudo de caso, onde Yin (2001) o caracteriza pelo profundo e exaustivo estudo dos objetos de investigação, permitindo um amplo conhecimento da realidade e dos fenômenos pesquisados.

O autor apresenta o estudo de caso como uma forma de pesquisa empírica, a qual visa investigar fenômenos contemporâneos, considerando o contexto em que ocorre o fenômeno estudado, geralmente quando as fronteiras entre o contexto e o fenômeno não estão completamente definidas, quando o pesquisador não pode manipular as características do objeto estudado e desenvolver as proposições teóricas através dos dados coletados, tendo por base a consideração da teoria que está disponível para o tema abordado.

Menezes e Gonzáles-Ladrón-de-Guevara (2010) consideram o estudo de caso como uma metodologia cuja aplicação é praticamente generalizada nos trabalhos realizados na área de Tecnologia da Informação (TI). Ela pode se definir como uma metodologia que investiga os fenômenos observados em seu contexto real e que é extremamente útil quando os limites entre os fenômenos e o contexto apresentado não são muito evidentes.

Segundo os mesmos autores, a definição de estudo de caso deve prestar especial atenção ao protocolo de estudo e ao método de utilizado, através de uma análise individual ou de análise cruzada de casos, bem como o refinamento ou repensar da teoria apresentada.

Yin (2001) diz que o fato deste modelo de pesquisa englobar um pequeno número de casos, não há o objetivo de se obter generalizações estatísticas, mas sim criar relações de entendimento sobre um fenômeno estudado. Por existir mais variáveis de interesse do que dados disponíveis, o estudo de caso é aplicado tanto para explicar e descrever, como para avaliar um objeto de estudo através do desenvolvimento de proposições teóricas sobre o estudo e da consideração da teoria disponível sobre o assunto.

Baseando-se no que foi descrito anteriormente neste tópico, para este estudo de caso, além da experiência acadêmica e profissional adquirida pelo autor, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- Leitura e interpretação de artigos científicos, tese de doutorado e livros impressos;
- Cursos e instrução técnica para consultores do sistema ERP Microsoft Dynamics AX 2012; e
- Acompanhamento do Professor Doutor orientador desta pesquisa.

1.4.3. Conclusão

A bibliografia pesquisada ofereceu bons fundamentos para a elaboração deste trabalho científico e explanando os assuntos teóricos abordados na pesquisa, de modo a conduzi-la de uma forma direta e vinculando-a com o caso real estudado.

Além disso, este trabalho científico não deve servir apenas como um dispositivo formal de desenvolvimento pessoal ou de demonstração das habilidades e conhecimentos do pesquisador, mas também como uma rica fonte de dados para uma futura retomada da pesquisa realizada e de inspiração para o desenvolvimento de novos trabalhos de cunho científico que utilizem este como fonte bibliográfica.

1.5. Estrutura da pesquisa

A monografia apresentada ao Curso de Especialização em Administração de Empresas é estruturada em quatro capítulos principais, nos quais são demonstrados os conhecimentos obtidos por bibliografias como livros relacionados com o tema da pesquisa, artigos científicos nacionais e internacionais publicados em revistas e periódicos científicos sobre sistemas computadorizados disponíveis para a gestão da produção, além de uma metodologia de implantação de sistemas ERP e seu respectivo *software*, disponibilizado integralmente para consulta e personalizações.

O capítulo um se inicia com uma breve abordagem da evolução dos sistemas de gestão empresarial que incorporaram em suas estruturas ferramentas de apoio à decisão, de como esses sistemas dependem de consultoria especializada para sua implantação e do porquê sobre a elaboração de personalizações dentro de um modelo de negócio. No capítulo há também a apresentação da metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho, apresentando as razões de se desenvolver uma pesquisa científica, conceitos diversos sobre o que é ciência, o método de estudo de caso aplicado nesse projeto de pesquisa e as conclusões sobre a importância da elaboração de trabalhos científicos nas áreas de Engenharia e de Tecnologia da Informação tanto para o pesquisador, quanto para a comunidade científica em geral.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema, descrevendo brevemente conceitos relacionados aos sistemas de administração da produção, a evolução dos métodos computacionais de gestão organização, como implantar um sistema de administração da organização, seus fatores de sucesso e críticos, a atual relação entre os

sistemas de gestão organizacional com a gestão da produção e as soluções tecnológicas para sustentar tais sistemas nas suas aplicações futuras.

O capítulo três apresenta o desenvolvimento da pesquisa com a contextualização da personalização do sistema ERP, da apresentação da empresa que forneceu os dados de pesquisa, passando pelas customizações elaboradas para o sistema, pelo levantamento dos custos envolvidos para atender todas as modificações e terminando em algumas considerações técnicas sobre a utilização das customizações como ferramenta de administração da manufatura estudada.

O quarto capítulo além de apresentar as conclusões finais referentes à customização proposta, destaca a importância dos sistemas ERP como ferramentas gerenciais das organizações e a finalidade de elaborar trabalhos científicos que abordam o desenvolvimento de novas soluções como forma de enriquecer a base de conhecimento dos profissionais das áreas de gestão empresarial, de Engenharia de Produção e de Tecnologia da Informação.

O trabalho se encerra com a apresentação das referências bibliográficas e dos anexos de materiais colhidos durante a elaboração dessa pesquisa.

2. Fundamentação teórica

Neste capítulo são expostos os fundamentos teóricos relacionados à proposta deste trabalho. Partindo dos conceitos de planejamento e controle da produção, de uma breve descrição da evolução das ferramentas computacionais que integram o planejamento, o controle e a programação da produção, a relação destas ferramentas com os ambientes produtivos e as tendências para a aplicação destas ferramentas no futuro.

2.1. Introdução

Segundo o Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (1994), planejamento é definido por “ato ou efeito de planejar; elaboração, por etapas, com bases técnicas, de planos e programas com objetivos definidos”, programação significa “ato de programar; programa ou plano de trabalho de uma empresa, indústria, organização, etc., para ser cumprido ou executado em determinado período de tempo...” e o verbo integrar é descrito como “tornar inteiro, completar, inteirar, integrar... juntar-se, tornando-se parte integrante; reunir-se, incorporar-se”.

Planejamento e programação da produção são, possivelmente, as mais importantes funções dentro de qualquer sistema produtivo e isto se deve à essencialidade destas para o controle de estoques, para o direcionamento das políticas de vendas aos clientes e a satisfação do cliente através de entregas na data prometida. (MOON *et al.*, 2008; ZHOU; CHEUNG; LEUNG, 2009).

Corrêa, Giansesi e Caon (2009) afirmam que, para dar apoio às tomadas de decisões táticas e operacionais do ambiente produtivo, há sistemas denominados sistemas de administração da produção os quais se referem às seguintes questões principais:

- O que comprar?
- Quanto se deve produzir e comprar?
- Quando se deve produzir e comprar?
- Com quais recursos deverão ser utilizados na produção?

Para estes autores, existem diversas alternativas técnicas que podem ser utilizadas pelo administrador da produção na resposta para as questões acima. Dentre as mais utilizadas, destacam-se três alternativas que vêm sendo utilizadas com frequência nos últimos anos: os sistemas MRP II/ERP que se baseiam em cálculos das necessidades dos recursos de acordo com as necessidades futuras de produtos, os sistemas de origem japonesa do tipo JIT (*Just In Time*, ou no tempo certo, em uma tradução literal do idioma inglês) e os sistemas de programação da produção que utilizam simulações em computador para realizar cálculos quando há capacidade finita dos recursos.

De acordo com Fusco *et al.* (2003), a prática destas alternativas começou a ganhar força em uma época onde o PCP convencional estava sendo posto em dúvida quanto à sua total compreensão e implantação no Brasil, fato que só aumentou a expectativa dos gestores de produção sobre estas novas ferramentas.

Assim, o desafio de integrar o planejamento e a programação da produção – desafio este mais intensamente estudado nas últimas duas décadas, segundo De Giovanni e Pezzella (2009) – será abordado neste trabalho através da funcionalidade do planejamento e programação da produção, do apoio computacional nas rotinas de planejamento e da utilização de sistemas computacionais do tipo ERP como ferramenta de provisão de informações para auxiliar nas decisões em sistemas produtivos.

2.2. Conceitos de Planejamento e Controle da Produção (PCP)

Planejamento e controle se referem à conciliação entre a demanda solicitada pelo mercado e o que os recursos da operação podem oferecer. Suas atividades fornecem os sistemas, procedimentos e as decisões relacionadas às diferentes características entre suprimento e demanda, mas sempre com o mesmo propósito: fazer a conexão entre estes elementos para assegurar para que os processos de operações produzam os produtos requeridos pelos clientes de forma eficaz e eficiente. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2013).

Para Moon *et al.* (2008) o planejamento do processo produtivo determina como um item será produzido e isto se deve à ligação que deverá existir entre o projeto do produto, sua produção e sua programação no ambiente produtivo, considerando todos os recursos alternativos possíveis.

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2013) separam as definições de planejamento e de controle dentro da produção, mesmo considerando que são assuntos tratados em conjunto, pois não há divisão clara entre os seus conceitos. Segundo os autores, planejamento é a formalização do que quer que aconteça em determinado momento no tempo. Já o controle é definido com o processo que lida com as mudanças no planejamento. É a parte responsável por proceder com ajustes que permitem que a operação atinja os objetivos que o planejamento estabeleceu, mesmo sem a confirmação dos pressupostos assumidos anteriormente pelo plano.

Para conclusão do conceito, o planejamento da produção envolve a determinação de níveis futuros de produção em um horizonte de tempo que varia desde alguns meses até anos e estabelece os objetivos intermediários das organizações sobre a produção dos seus produtos e a utilização dos recursos disponíveis. (EVANS, 1997).

Diante disto, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2013) resumem esta relação entre planejamento de controle da produção (PCP) *versus* tempo da seguinte forma:

- i. Horizonte de tempo de longo prazo (definido em meses ou anos): utiliza as previsões de demanda de forma agregada, por grupos de produtos, determinando a utilização geral dos recursos produtivos e com objetivos estabelecidos, majoritariamente, em termos financeiros;
- ii. Horizonte de tempo de médio prazo (definido em semanas ou meses): desagrega as previsões de demanda, estabelecendo com maior detalhe os recursos utilizados e suas contingências no caso de alterações do plano, estabelecendo objetivos que mesclam tanto termos financeiros como operacionais; e
- iii. Horizonte de tempo de curto prazo (definido em horas ou dias): desagrega totalmente as previsões de demanda ou se mantém apenas no momento presente, intervém diretamente nos recursos produtivos para corrigir qualquer desvio do plano original e foca em objetivos operacionais avaliando cada caso como um caso (também conhecido pelo termo em inglês *ad hoc*).

Assim, em virtude da importância do PCP, visto como área de diferencial competitivo em empresas que possuam manufaturas, houve o surgimento de sistemas cujo objetivo principal corresponde ao planejamento e ao controle dos recursos a fim de gerar bens e serviços, passando pelo gerenciamento dos suprimentos de materiais, pela utilização dos recursos e atividades fabris para que produtos específicos sejam produzidos pelos métodos adequados a fim de atender o plano de demanda correto. (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Tratam-se dos sistemas de planejamento e controle da produção, aprofundados no tópico a seguir.

2.2.1. O que são e o que se pode esperar dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção (SPCP) ou sistemas de administração da produção

Sistemas de Planejamento e Controle da Produção (SPCP) ou sistemas de administração da produção são o centro dos processos produtivos e a ferramenta de união que mantém os recursos produtivos (pessoas, equipamentos, materiais, armazéns, etc.) trabalhando de forma integrada, coesa e não apenas como um conjunto desconexo de componentes de uma fábrica. Eles têm o objetivo de planejar e controlar o processo de manufatura desde os níveis de consumo de materiais, de uso dos equipamentos, das pessoas, dos pedidos aos fornecedores e entregas aos distribuidores. (CONTADOR *et al.*, 1998).

Estes sistemas provêm as informações que suportam o gerenciamento eficaz dos recursos produtivos e o ponto chave desta definição é a necessidade gerencial de utilizar essas informações para tomar decisões inteligentes. Os SPCP não são capazes de gerenciar um ambiente de manufatura – os gestores da produção são os responsáveis por essa tarefa – e servem apenas como ferramenta para que os administradores possam executar suas funções da forma mais adequada possível. (CONTADOR *et al.*, 1998).

Para Corrêa, Gianesi e Caon (2009), os sistemas de administração da produção têm a finalidade de dar suporte ao cumprimento dos objetivos estratégicos da organização e devem apoiar o tomador de decisões em sete aspectos, que seguem:

- 1) Planejar as necessidades futuras de capacidade de produção da organização. Esse planejamento deve-se à uma característica fundamental nos processos de decisão, a chamada inércia de decisão, que está relacionada ao tempo decorrido entre a tomada da decisão e o momento em que suas consequências são percebidas ou executadas pela organização. Tal efeito deve levar em conta o horizonte de tempo futuro, ou seja, para decisões que envolvam grandes investimentos (como o aumento da capacidade produtiva) o administrador da produção necessitará de uma grande inércia em sua decisão, decidindo hoje o que acontecerá em um horizonte de anos. De forma análoga, há decisões operacionais tomadas hoje que envolvem uma inércia menor e que precisam apresentar resultados imediatos. Observa-se que as decisões são sempre tomadas no presente e para isto é indispensável considerar

que existem diferentes horizontes de tempo para cada decisão, a fim de que esta seja tomada com a antecedência requisitada por sua inércia;

- 2) Planejar a compra de materiais. Importante para que estes não cheguem muito antes, nem muito depois do tempo de produção, pois isto acarretará em custos de parada da produção por falta de insumos ou em custos de armazenagem ou de sobras pelo excesso do material adquirido (como custos de armazenagem ou de obsolescência, por exemplo). Quanto maior for a quantidade de insumos e fornecedores envolvidos no processo de produção, mais complexa será o planejamento da compra de materiais e um sistema de administração é fundamental para a gestão deste ponto;
- 3) Planejar os níveis de estoque de matérias-primas, produtos semiacabados e acabados nos pontos certos. Historicamente na década de 1980, muitas empresas cederam à ilusão da gestão de "estoque zero", ao ponto de baixarem excessivamente os estoques dos seus produtos e tornarem-se incapazes de abastecer o mercado em resposta às demandas inesperadas. Há hoje, em muitas empresas, a preocupação de manter os níveis de estoques baixos sim. Entretanto, isto deverá ser gerido de forma adequada pelos sistemas administração da produção, com o objetivo de atender as demandas estratégicas da organização, mesmo que isto não signifique manter baixíssimos níveis de estoque;
- 4) Programar as atividades de produção para garantir que os recursos produtivos apropriados estejam sendo utilizados nas atividades certas. Esta é uma questão central na administração da produção, uma vez que a maioria dos recursos é limitada ou escassa. Imagina-se uma linha de produção onde há recursos livres para atender a próxima ordem de produção. Neste caso, levantam-se questões relacionadas ao tipo de ordem de produção que deverá ser executada pelos recursos (aquelas mais curtas, ou as mais longas e demoradas ou até aquelas que renderão maiores faturamentos para a companhia) e isto certamente impactará no desempenho da organização naquele momento. Percebe-se que a programação da produção pode ser uma atividade complexa e que deve ser tratada com cuidado por qualquer sistema de administração da produção;

- 5) Ser capaz de informar corretamente a respeito da situação atual dos recursos pessoais, dos equipamentos, das instalações, dos materiais e das ordens de compra e de produção. Esta é uma função relacionada ao controle da produção, pois se relaciona com a provisão de informações aos parceiros do negócio (clientes, fornecedores e outros agentes) e alavanca a participação destes na estratégia criada pela organização para o bom desempenho da sua cadeia de suprimentos. Muitas empresas não são capazes de atingir este objetivo da administração da produção, seja pela falta de acuracidade das informações, pela falta de atualização delas, pela má implantação dos sistemas de administração da produção ou até mesmo pelo mau uso dos mesmos. Constata-se que este é um problema corrente no mercado brasileiro, com graves consequências e seus gestores poucas vezes dão a devida importância a esta questão;
- 6) Ser capaz de prometer e cumprir os menores prazos aos clientes. É difícil encontrar empresas onde os prazos feitos aos clientes são baseados em informações confiáveis da fábrica e é muito comum que as áreas comerciais da companhia, no ímpeto de fecharem suas vendas, subdimensionem os prazos prometidos. Isto interfere não somente nos pedidos futuros, mas também naqueles já existentes, pois criará uma turbulência em um ambiente fabril que não dispõe ao vendedor as informações sobre o atual e o futuro estado de carregamento dos recursos na fábrica. Este é o motivo pelo qual se faz necessário um sistema de administração da produção eficaz que forneça informações mais precisas aos tomadores de decisões da empresa.
- 7) Ser capaz de reagir com eficácia. A competição do mercado atual exige que o sistema de administração da produção responda com rapidez às diversas mudanças, como modificações no processo produtivo, na disponibilidade de suprimentos e nas mudanças da demanda, principalmente. Com base na visão de planejamento e no tempo futuro, conforme este tempo passa e o planejamento se torna presente, muitas vezes há fatores que interferem na execução dos trabalhos de hoje, como uma máquina que quebrou ou um carregamento de matéria-prima que atrasou. Um bom sistema de administração da produção deverá ser sensível o suficiente para identificar os desvios da realidade em relação ao que foi planejado, deve ser capaz de responder aos desvios de forma a manter aquilo que foi planejado ou até mesmo ser capaz de avaliar o cenário atual e permitir replanejar o futuro, se necessário.

Dessa forma, os sistemas de administração da produção devem ser capazes de integrar funções produtivas ou de apoio da organização, por meio da disponibilidade da informação, proporcionando a integração de todo o processo logístico que é o maior potencial de se obter ganhos competitivos de uma empresa em relação aos concorrentes. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

2.2.2. A abordagem hierárquica dos sistemas de administração da produção

De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2009), um conceito importante a ser discutido sobre os sistemas de administração da produção é o planejamento. Planejar é entender o conjunto atual das situações e da visão de futuro, influenciando nas decisões do presente a fim de se atingir os objetivos futuros. Planejar é projetar um futuro diferente do presente, tomando por base as causas sobre as quais há algum controle.

Contador *et al.* (1998) diz que entre as abordagens mais encontradas entre os SPCP a mais comum é a abordagem hierárquica. Neste conceito, o PCP se dá em vários níveis de decisão, geralmente apresentados em níveis de curto, de médio e de longo prazo, ou seja, quanto maior o impacto de uma decisão sobre o processo produtivo, maior deverá ser o tempo de planejamento e de execução das tarefas relacionadas a esta decisão.

Conforme apresentado no tópico anterior, as empresas possuem diferentes momentos de tomadas das suas decisões, o que é denominado como tempo de inércia de uma decisão. Contador *et al.* (1998) afirma que é necessário que se tome uma decisão com determinada antecedência para que, na hora certa, os recursos estejam disponíveis para uso.

Corrêa, Gianesi e Caon (2009) também confirmam este conceito, dizendo dentre os aspectos fundamentais a um sistema de administração da produção estão a inércia de uma decisão e seu horizonte de planejamento e de tempo para sua execução. Tendo isto em mente, a figura 01 resume a dinâmica do processo de planejamento e exemplifica como um sistema de gestão integrado (sistema ERP) se posiciona diante deste, destacando sua participação durante todo o horizonte de execução do planejamento.

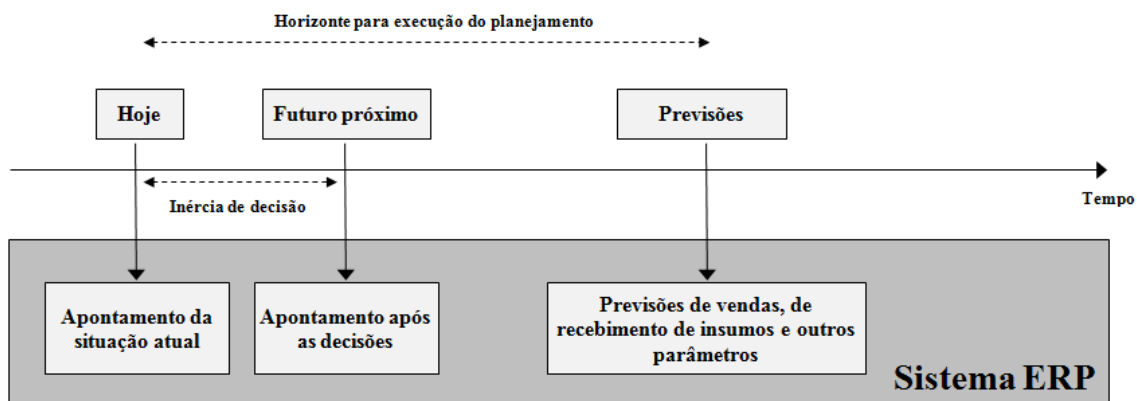


Figura 01: Dinâmica do processo de planejamento.
 Fonte: Adaptado de Corrêa, Gianesi e Caon (2009, p.18).

Por fim, na abordagem hierárquica, parte-se do longo prazo com previsões agregadas do que, quanto, como e quando produzir sob um ponto de vista geral, de famílias de produtos. De forma gradual, os horizontes de planejamento mais curtos vão desagregando as previsões e as decisões, passando das famílias para os produtos mais específicos, garantindo, assim, a redução de incertezas em decisões de prazos variados, bem como a coerência entre tais decisões. (CONTADOR *et al.*, 1998).

2.3. Evolução e características dos sistemas de administração da produção

O mundo corporativo atual atravessa a era da informação. E como tal, as empresas são exigidas a fazer uso, de forma gradativa e crescente, de técnicas e da Tecnologia da Informação (TI) em seus negócios, pelo uso intenso de computadores no processamento dos dados, nas redes de comunicação e na automação dos seus processos produtivos com o propósito de gerar informações para suas operações. (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Neste contexto surge um novo conceito de gestão empresarial, Martins e Laugeni (2005) apresentam a Gestão de Recursos de Informação, ou simplesmente GRI, fundamentada em três componentes:

- Informação, como sendo o modo organizado de apresentar e usar o conhecimento das pessoas na gestão da empresa;
- Sistemas de Informação (SI), que cria ambientes integrados e capazes de processar e fornecer as informações necessárias aos usuários destes ambientes; e

- Tecnologia da Informação (TI), entendida como a apropriada utilização das ferramentas da informática, de comunicação e de automação, somadas às técnicas da organização e alinhadas com a estratégia do próprio negócio, com o objetivo de aumentar a competitividade da empresa.

Para atender este novo cenário e às novas necessidades, Martins e Laugeni (2005) citam o surgimento dos sistemas de informação ERP, capazes promover a integração entre as diversas áreas da empresa e nos ambientes produtivos e de se apresentarem completos e versáteis o suficiente para tratarem os diferentes tipos de particularidades que são correntes em tais ambientes.

A evolução dos sistemas voltados à gestão da produção da organização (do MRP ao ERP) e suas principais características serão expostas nos tópicos que seguem.

2.3.2. Sistema MRP

MRP junto com o MRP II são certamente os sistemas de administração da produção mais implantados nas empresas, ao redor do mundo, desde a década de 1970. (CONTADOR *et al.*, 1998).

A origem destes sistemas data meados dos anos 60, quando a lógica de cálculo das necessidades materiais para se produzir algo já era conhecida há muito tempo. Contudo, não havia capacidade suficiente de armazenagem e processamento de dados para tratar o volume de dados envolvidos no cálculo das necessidades em um ambiente produtivo real. Com o aumento e o barateamento da capacidade de processamento de dados, surgiram nos Estados Unidos os primeiros sistemas de computador para a gestão de materiais utilizando conceitos que envolvem o cálculo das necessidades. (CONTADOR *et al.*, 1998).

O primeiro destes sistemas antigos de gestão da produção é o sistema MRP, que visa o planejamento da necessidade de materiais. Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003) e Corrêa, Gianesi e Caon (2009) sintetizam o conceito de MRP como o cálculo das quantidades e do momento de compra dos componentes que formam um produto com base na visão futura das necessidades de materiais. O MRP também era responsável pela criação e manutenção dos dados sobre a necessidade (e de estoques) de materiais, bem como o gerenciamento das listas de materiais produto por produto.

Para Mesquita e Castro (2008) o modelo MRP é caracterizado como um sistema de produção empurrada, que gera as ordens de produção e compras de materiais conforme o Plano Mestre de Produção, as listas de materiais dos produtos e gerencia os níveis de

estoques. A partir dos tempos de resposta (*lead time*) dos processos, determinam-se também os instantes em que as ordens serão liberadas.

Já Contador *et al.* (1998) pontua os principais aspectos do MRP como:

- Seu ponto de partida se dá nas necessidades de entrega dos produtos finais (quantidades a produzir e respectivas datas de entregas);
- Calcula para trás o tempo, as datas de compra das matérias-primas e as datas do processo de produção, determinando quando estas devem começar e acabar; e
- Determinam os recursos, e suas respectivas quantidades, necessários para executar cada etapa da produção.

Segundo este autor, não tardou para que os pesquisadores desta ferramenta percebessem que era possível utilizar a mesma lógica de cálculo do MRP em outros recursos da produção, não se limitando apenas ao planejamento de consumo de materiais, mas expandi-la às necessidades de mão-de-obra e de equipamentos. Com esta extensão do conceito de cálculo das necessidades ao planejamento dos demais recursos da manufatura e para ficar claro que não se tratava de um novo sistema de administração da produção, mas apenas uma extensão funcional do MRP original, o novo sistema passou a se chamar MRP II, que será detalhado adiante.

2.3.3. Sistema MRP II

Durante os anos 80, a necessidade de relacionar o sistema MRP com a realidade e a necessidade de integração dos dados nos ambientes produtivos fez surgir o sistema chamado de MRP II. (METAXIOTIS; PSARRAS; ERGAZAKIS, 2003).

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2009), o que diferencia o sistema MRP do MRP II é o tipo de decisão de planejamento que ele orienta o usuário. Enquanto o MRP orienta decisões do tipo o que, quando, quanto e produzir ou comprar, o sistema MRP II engloba as decisões de como se deve produzir, ou seja, o sistema considera os recursos produtivos no cálculo de planejamentos.

Contador *et al.* (1998) e Mesquita e Castro (2008) afirmam que o modelo MRP II apresenta uma estrutura hierárquica similar ao planejamento hierárquico da produção, onde os planos de produção agregados, que contemplam níveis globais de produção e setores produtivos, são detalhados até chegarem nos detalhes dos componentes e das máquinas específicas de determinada linha de produtos. Isto fez deste modelo de sistema um padrão muito difundido em sistemas de PCP.

Contador *et al.* (1998) apresenta o MRP II como sistemas para computadores vendidos em pacotes pelo mercado de fabricantes de *software* (ou *software houses*, em inglês) e que possui cinco módulos principais:

- 1) Módulo de planejamento da produção, recentemente chamado de planejamento de vendas e operações (*SOP* ou *sales & operations planning*, em inglês), que define os rumos que a empresa tomará em relação às suas famílias de produtos, usando para isto informações de previsão de demanda, períodos de planejamento e grupos de recursos;
- 2) Módulo de planejamento mestre da produção, conhecido como MPS (sigla do inglês *master production schedule*) ele desagrega o planejamento das vendas e de famílias de produtos em produtos finais específicos, auxiliando nas decisões sobre políticas de estoques para produtos acabados;
- 3) Módulo de cálculo das necessidades de materiais ou MRP, calcula as necessidades dos componentes que formam o produto final em termos de quantidades e momentos, baseados no que foi definido pelo MPS;
- 4) Módulo de cálculo de necessidade de capacidade, chamado de CRP (do inglês *capacity requirements planning*) calcula as necessidades de outros recursos produtivos a partir do plano de consumo de materiais definido pelo MRP; e
- 5) Módulo de controle de fábrica, chamado também de SFC (do inglês *shop floor control*) faz a retroalimentação para o planejamento das ocorrências da fábrica, comparando-as com o planejamento para permitir correções no plano de produção.

Mesmo apresentando significativa evolução funcional em relação ao seu antecessor MRP, Mesquita e Castro (2008) também relacionam algumas limitações deste modelo, dentre as quais se destacam:

- A consideração implícita de capacidade infinita, pois o MRP II enquanto gera a programação do módulo MRP não leva em conta as restrições de capacidade produtiva da linha de produção, usualmente gera programas de produção imperfeitos ou inviáveis, além de dificuldades em estimar com maior precisão os tempos de resposta das ordens de produção; e
- A ausência de um mecanismo eficaz de controle da produção.

Contador *et al.* (1998) menciona que na sequência, as *software houses* passaram a oferecer uma "constelação" de novas funcionalidades aos seus produtos, integrando novos módulos aos sistemas MRP II, com o intuito de apoiar a empresa na gestão de outros recursos que não se limitem à relação direta com a manufatura. Este novo "pacote de

serviços", voltados à completa tomada de decisão gerencial, recebeu o nome de ERP e será detalhado a seguir.

2.3.4. Sistema ERP

No início da década de 90, surgiram os sistemas integrados de gestão empresarial denominados ERP. Esta nova geração, além de incluir o módulo industrial baseado na lógica fornecida pelo MRP II, inclui vários outros aspectos da gestão empresarial, como os módulos contábil, financeiro, comercial, recursos humanos e engenharia, por exemplo. (MESQUITA; CASTRO, 2008).

Corrêa, Gianesi e Caon (2009) dizem que um sistema ERP possui a pretensão de apoiar a tomada de decisão dentro do empreendimento corporativo como um todo. Ele não possui módulos que apoiam somente as decisões relacionadas à produção somente (como os módulos envolvidos diretamente no MRP II), mas também atende a outros aspectos: distribuição física, custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, entre outros, integrados ao módulo de manufatura através de uma mesma base de dados que não permita redundâncias.

O sistema ERP é definido como um *software* que integra todas as diferentes funções departamentais de uma empresa e que apresenta uma base de dados que opera em uma única plataforma operacional consolidando a operação do negócio em um só ambiente computacional. É a utilização deste banco de dados, adicionada a uma arquitetura cliente/servidor que utiliza os módulos do ERP que define o seu diferencial técnico. Esta arquitetura permite que qualquer cliente do sistema que esteja utilizando uma de suas funções (manufatura ou finanças, por exemplo) acessa as mesmas informações contidas na base de dados instalada em um servidor central, garantindo a integridade e unicidade dos dados. (MARTINS; LAUGENI, 2005).

O objetivo do ERP é de colocar a informação no sistema de uma só vez, tornando-a imediatamente acessível a todos os clientes configurados para acessar o sistema e suas informações. Por facilitar o acesso às informações por ser um sistema integrado, as dificuldades que existiam em compatibilizar as informações entre os sistemas de administração da produção com outros sistemas funcionais da empresa tornaram-se inexistentes com o advento do ERP. Ele permite refinar as informações gerenciais, assegurar dados consistentes e calculá-los de maneira idêntica para as mesmas medidas em cada área de negócio da empresa. (MARTINS; LAUGENI, 2005, p.389).

A figura 02 permite visualizar, em resumo, os avanços funcionais envolvidos na evolução do quase cinquentário módulo MRP ao contemporâneo sistema ERP:

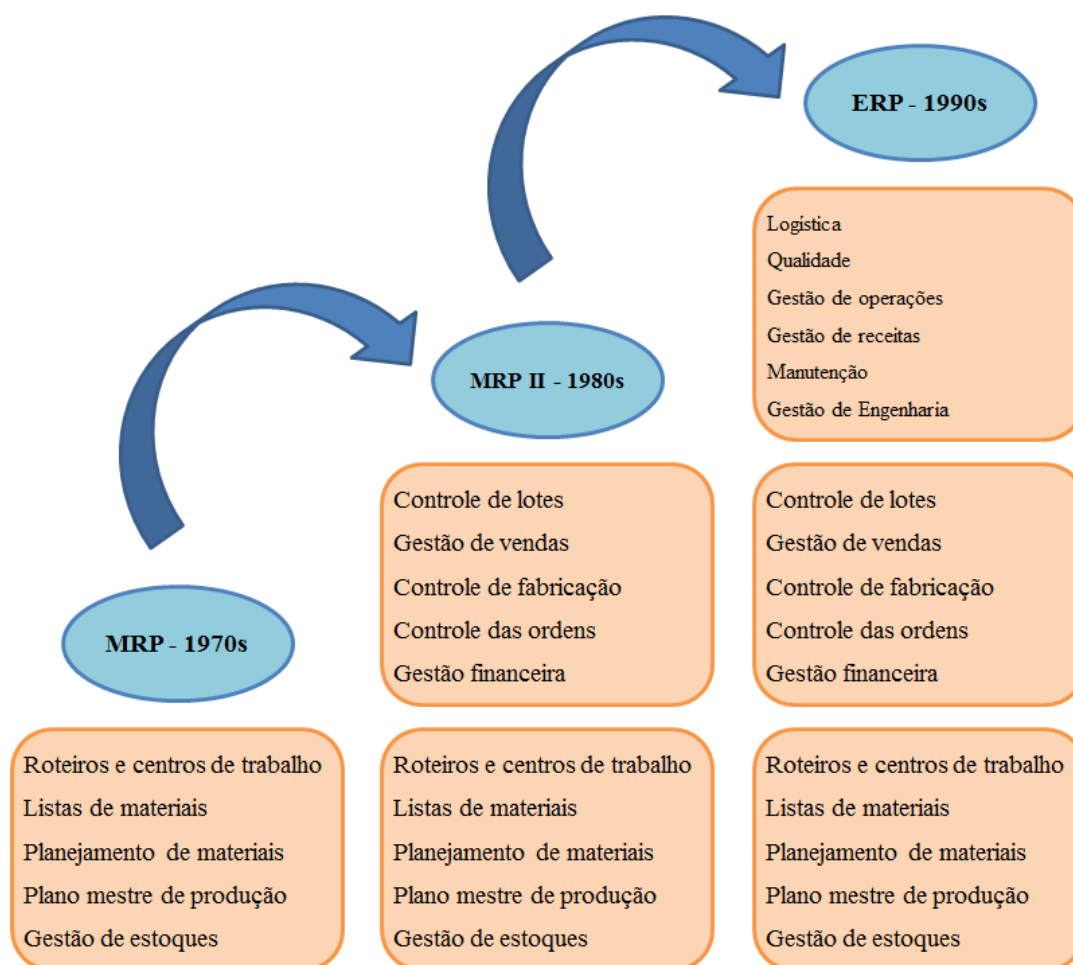


Figura 02: Evolução dos sistemas: do MRP ao ERP.
Fonte: Martins e Laugeni (2005, p.388).

2.3.5. Estratégias e metodologias para projetos de implantação do ERP

Há diversas teorias e metodologias disponíveis no mercado para aqueles que desejam implantar sistemas ERP. Padilha e Marins (2005) expõem três estratégias para se implantar um ERP:

- 1) Substituição Total e Conjunta (também chamada de *Big Bang*). Neste tipo de implantação, que se trata do mais ambicioso e difícil método, a empresa substitui todos os seus sistemas legados ao mesmo tempo e implanta um único ERP para toda a empresa. Embora este método tenha predominado nos primeiros anos de crescimento dos sistemas ERP, poucas empresas ousaram utilizá-la posteriormente.

Nessa metodologia é necessário um grande esforço para paralisar a empresa e implantar todo o sistema de uma única vez. Como os novos usuários não possuem experiência na utilização do novo sistema, ninguém se apresenta apto para avaliar se o funcionamento do novo sistema está correto ou não;

- 2) Estratégia de Franquias (*Franchising*). Esta metodologia é utilizada pela maioria das empresas ao implantar um novo ERP, principalmente naquelas que não possuem processos em comum entre suas unidades operacionais. Desta forma, sistemas ERP são instalados de forma independente em cada unidade, enquanto processos comuns (como a atualização dos registros fiscais) são interligados aos novos ERP.

É comum que cada unidade operacional possua sua própria *instance*, ou seja, sistemas ERP e bancos de dados separados, que se comunicam apenas para compartilhar as informações necessárias para a empresa avaliar seu desempenho e participação dentro da organização; e

- 3) Método *Slam-dunk*. Aqui o ERP define o planejamento de processos-chaves, como os processos financeiros e contábeis e é mais utilizado por pequenas empresas que desejam crescer com o ERP. Neste caso, o objetivo é implantar o ERP rapidamente e seguir com a remodelagem dos outros processos que a implantação do ERP definiu. Entretanto, nesse processo poucas vantagens são conhecidas na implantação do ERP que está substituindo um sistema legado de processos específicos, uma vez que o ERP é mais caro e seus benefícios são reduzidos.

Em paralelo ao tipo envolvido na implantação do ERP, Padilha *et al.* (2004, p.73) propõem uma metodologia de implantação denominada AIM (sigla em inglês para *Application Implementation Method*), a qual foi estruturada para tornar ágil a implementação de sistemas ERP e é composta pelas seguintes fases:

- a) Definição. É a fase de planejamento da implementação do ERP, onde são identificados os requisitos do negócio e do sistema de informação. Aqui são definidas a estratégia de implementação (*Big Bang*, *Franchising* ou *Slam-dunk*), a arquitetura técnica e as necessidades da aplicação conforme o modelo de negócio requerido;
- b) Análise operacional. É feita quando são levantadas as necessidades e informações importantes, em termos de tecnologia, ao negócio analisado. Aqui a equipe de projeto cria um modelo para estruturar a aplicação e sugere a arquitetura técnica geral da implantação;

- c) Desenho da solução. Cria-se uma solução ideal, em termos de processo de negócio, que atenda as necessidades futuras de negócio da empresa e de manutenção do sistema. Aqui se detalha as associações entre as características do ERP e as necessidades do negócio identificadas na fase de Análise operacional;
- d) Construção. São feitas as programações e testes dos programas;
- e) Transição. Aqui é feita a implantação da solução no ambiente operacional. O seu início, contudo, está condicionado à finalização da etapa anterior; e
- f) Produção. Trata-se do último estágio de implementação do ERP e o primeiro de suporte do sistema já em execução no ambiente produtivo. Esta fase inclui refinamentos e o início das medições de desempenho do novo sistema. Aqui a equipe de Tecnologia da Informação da empresa trabalhará para promover a estabilização do sistema e prover sua manutenção regular.

Já em comparação à metodologia AIM descrita acima, a Microsoft (2010) construiu sua própria metodologia de implantação para os produtos da sua família de produtos Dynamics: a metodologia Sure Step 2010.

Esta metodologia, baseada em diretrizes do PMI (*Project Management Institute*), em termos gerais, busca discutir a implantação e a atualização dos produtos Microsoft Dynamics – principalmente o ERP Dynamics AX – como uma solução abrangente de gerenciamento de negócios que fornece às organizações de médio e grande porte funcionalidades específicas para o setor, locais e países em que operam. Sua visualização gráfica geral e uma breve descrição das suas fases são apresentadas na figura 03.

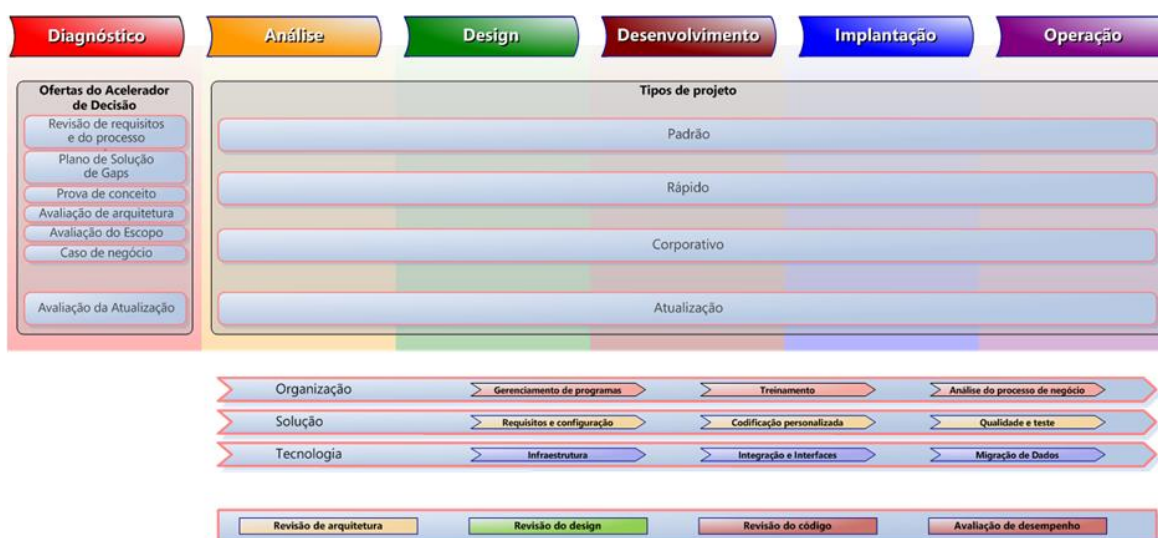


Figura 03: Apresentação gráfica da metodologia Microsoft Sure Step 2010.
Fonte: Microsoft Dynamics Sure Step 2010.

- 1) Diagnóstico. A fase de diagnóstico ajuda a estabelecer expectativas de alto nível e orçamentos para o projeto. Sua meta é auxiliar a empresa a concluir sua auditoria detalhada para selecionar uma solução de TI que atenda às necessidades da organização. Nesta fase estão envolvidas as seguintes atividades: estimativa de orçamento da implantação, revisão dos requisitos do sistema ERP e do processo do negócio, análise dos *gaps* e a elaboração de esquemas de solução, avaliação da arquitetura e definição do escopo do projeto;
- 2) Análise. Esta fase dá início a um projeto com expectativas claras e com equipes de projeto já definidas através dos requisitos necessários à implantação do ERP. Por representar o início oficial da implementação, suas atividades se definem como: documentação de análise dos *gaps* encontrados, planejamento do projeto e do controle de eventuais mudanças que possam ocorrer, planejamento da comunicação entre a consultoria de implantação com os provedores de informações da empresa cliente, estabelecimento de planos de treinamentos e de fluxos de trabalho das atividades do negócio após a implantação do ERP;
- 3) Design. Nesta fase são projetadas as personalizações necessárias para atender aos requisitos da companhia e acompanhar a formulação do design geral da solução. Aqui é elaborado o gerenciamento dos riscos do projeto, treina-se a equipe principal de consultores envolvidos no projeto, são feitos os roteiros de testes das modificações propostas, os documentos formalizando quais mudanças foram propostas e seus resultados esperados;
- 4) Desenvolvimento. Aqui a solução proposta é configurada e testada e a codificação de todas as personalizações necessárias é concluída, deixando o projeto pronto para a fase de implantação. As principais atividades desta fase são: definir as permissões de acesso às funções do ERP, concluir a configuração das personalizações do sistema, conduzir os testes de aceite das mudanças junto aos funcionários da empresa cliente e desenvolver a migração de dados entre o sistema legado e o novo ERP;
- 5) Implantação. Na fase de implantação, a nova solução entrará em produção, após a conclusão dos testes de aceite dos usuários e da sua respectiva aprovação. Esta fase concentra os esforços de transição de dados entre os sistemas legados e o Dynamics AX e abrange: treinar todos os usuários finais, preparar o sistema para o seu pleno funcionamento, testes finais de aceite das personalizações, total migração de dados

para o ERP e elaboração do plano de transição para a entrada do novo sistema no ambiente de produção;

- 6) Operação. Esta fase busca assegurar ao cliente que este estará apto para operar a nova solução ERP por conta própria. O projeto se encerra nesta fase e aqui é identificada qualquer necessidade posterior de suporte contínuo e assistência após a transição para o novo sistema.

Independente do tipo de implantação ou da melhor metodologia a ser utilizada, Padilha e Marins (2005) dizem que outros fatores podem garantir o sucesso da implantação do ERP. A partir da experiência com uma empresa de consultoria da área de Tecnologia da Informação, os autores propõem uma lista de dez fatores, elaborados da prática dos diversos entendimentos percebidos pelas equipes de profissionais da referida consultoria ao longo do tempo vivenciado em implementações de sistemas ERP, como segue:

- 1) Obter a participação ativa da alta gerência da companhia (também denominada pelo termo em inglês *commitment*);
- 2) Implementar o gerenciamento de mudanças buscando reduzir as incertezas levantadas por usuários pouco informados sobre o novo sistema ERP;
- 3) Identificar os usuários-chaves, indispensáveis para a divulgação e popularização do ERP em seus respectivos departamentos;
- 4) Escolher com segurança para Gerente do Projeto um profissional experiente, respeitado, capaz de descaracterizar o novo ERP como um sistema da área de informática, mas como um redesenho completo do modelo de gestão da empresa;
- 5) Planejar e realizar treinamentos;
- 6) Definir claramente os diversos papéis na implementação do sistema, através da união de conhecimentos e esforços entre consultores e cliente para o alcance do sucesso;
- 7) Adaptar o sistema à empresa e vice-versa, refletindo as personalizações sobre a realidade atual da empresa;
- 8) Escolher uma consultoria adequada, que possua conhecimento (*know-how*) suficiente para garantir a efetiva implantação do ERP;
- 9) Garantir a qualidade (*Quality Assurance*) do projeto durante e após a fase de implantação; e
- 10) Simplificar tudo o que for possível para tornar o projeto mais dinâmico (da definição de modelos, do desenho da solução até a própria implementação do sistema).

Pode-se verificar que alguns dos fatores acima coincidem com as principais atividades desenvolvidas pelas metodologias AIM e Sure Step 2010. Para Padilha e Marins (2005), a ideia é que a lista supracitada e as metodologias se complementem, servindo como referências dos passos a serem seguidos por empresas que desejam implantar soluções ERP.

2.3.6. Fatores de sucesso para implantar um ERP

As empresas são capazes de reduzir seus custos ao aumentar sua eficiência por meio da padronização, racionalização e agilidade dos processos dos seus negócios. Em adição a isto, a introdução de sistemas baseados na integração de processos representa a oportunidade de difundir o potencial existente nos sistemas ERP. (MENEZES; GONZÁLES-LADRÓN-DE-GUEVARA, 2010).

Baseados em pesquisas sobre empresas que implantaram sistemas ERP, Sangster, Leech e Grabski (2009) elaboraram uma lista de cinco fatores determinantes para um ERP implantado com sucesso:

- 1) Existência de um gerenciamento de projeto ativo e participante durante todas as fases de implantação do sistema;
- 2) Resiliência da gerência do projeto em agir diante de qualquer mudança no escopo;
- 3) Alinhamento do negócio com o sistema de informação disponível;
- 4) Haver supervisão direta e constante sobre as atividades realizadas por todos os profissionais envolvidos; e
- 5) Planejar corretamente as atividades realizadas, fazendo uso de consultorias especializadas, quando necessário.

A partir destes fatores, as complexidades associadas com implementações bem sucedidas podem ser melhor visualizadas através do mapeamento e controle de todas as atuais atividades da empresa, bem como a percepção de processos incorretos que simultaneamente corrigidos junto com o funcionamento do novo sistema. (SANGSTER; LEECH; GRABSKI, 2009).

Em seu trabalho, Padilha e Marins (2005) elaboraram outros quatro fatores positivos relacionados às implantações de ERP nas organizações. São eles:

- 1) Eles integram todas (ou quase todas) as áreas da empresa, sendo que isto é o grande ganho na utilização da ferramenta. Isto faz com que a empresa obtenha integridade e confiabilidade nas informações adquiridas pelo sistema, pois a entrada de um dado ocorre uma única vez e faz com que todos os módulos envolvidos nessa informação sejam atualizados automaticamente;
- 2) Eles permitem a adequação das funcionalidades existentes no sistema às da empresa através de parametrização dos dados. Este processo consiste na definição de diversos valores que são introduzidos no sistema com o intuito de dimensionar o perfil da empresa e o comportamento do sistema diante do volume de dados de uma situação real;
- 3) Eles possibilitam o processo de personalização ou “customização” de alguns processos originais do *software* que não se adaptam à empresa, mesmo fazendo uso da parametrização. A personalização é a adaptação total do sistema às necessidades específicas da empresa, sendo necessário intervir com novos códigos de programação ou rotinas que se integram ao ERP. Esta etapa nem sempre é realizada pela *software house* do ERP, sendo que muitas vezes uma consultoria homologada e conhecedora da solução é contratada para fazer este trabalho; e
- 4) Os fornecedores de sistemas ERP liberam periodicamente versões atualizadas (*upgrades*) que agregam melhorias, como também correções de problemas e erros do sistema. Esta atualização deve ser flexível e permitir a adequação da nova versão com as possíveis personalizações efetuadas pelas consultorias no produto.

Por fim, o alinhamento do tamanho da empresa e dos seus processos junto à solução ERP escolhida para auxiliar os gestores em suas tomadas de decisão, se feito de forma correta e coerente, pode trazer um retorno econômico sobre os altos custos de implantação em um prazo médio de cinco anos. (MENEZES; GONZÁLES-LADRÓN-DE-GUEVARA, 2010).

2.3.7. Fatores críticos para implantar um ERP

Considerando o atual cenário empresarial no mundo, as empresas buscam continuamente aumentar a sua competitividade, seja pela redução de custos, pela melhoria do produto, agregando mais valor ao produto ou se diferenciando da concorrência pela especialização em algum nicho de mercado. Em face disto, os sistemas de informação estão em contínua evolução desde que os processos produtivos e a cadeia produtiva começaram a despertar o interesse da alta administração. Em pouco tempo, houve a evolução do MRP, passando pelo MRPII até chegar ao ERP. (PADILHA; MARINS, 2005).

Entretanto, mesmo sob a ideia de que tecnologias são capazes de agregar valor aos negócios, aumentando sua competitividade, nas primeiras aplicações dos ERP, o conceito de sua utilização ficou restrito a fatores como redução de custos operacionais ou de correção tecnológica dos antiquados sistemas legados. A visão distorcida de redução de custos *versus* aumento de produtividade, resultando em igualmente em demissões proporcionou muitos insucessos, pois fatores como complexidade dos ambientes de negócio, cultura organizacional e aspectos metodológicos de implementação de novas tecnologias foram completamente ignorados. (SOUZA; SACCOL, 2003).

Diante destas percepções sobre o que realmente é possível de se obter como benefício ao adotar um ERP, Padilha e Marins (2005) levantam alguns pontos críticos, importantes nos sistemas ERP e que devem ser cuidadosamente analisados pela empresa que deseja ao adquirir e implantar os mesmos:

- 1) ERP são pacotes comerciais desenvolvidos a partir de modelos padronizados de processos, não específicos para uma determinada necessidade, totalmente genéricos, podendo a empresa que os adquire optar por se adequar a eles ou não;
- 2) Eles possuem custos elevados, com destaque para os custos de atualização de *hardware*, de infraestrutura computacional, de aquisição da licença de uso do ERP, de treinamentos e de contratação de consultorias para a implantação. Por apresentar muitas complexidades, um sistema ERP exige que sua implantação seja realizada por profissionais que conheçam não somente o negócio da empresa, mas também a solução escolhida. Este trabalho geralmente é feito por consultores especializados no ERP escolhido. Vale também mencionar que os usuários dos diversos departamentos deverão passar por um período onde os esforços serão duplicados,

- com seus trabalhos realizados paralelamente entre o antigo sistema legado e o novo;
- 3) Os ERP desenvolvidos em outros países são obrigados a se adaptarem à realidade brasileira em respeito às obrigações legais. Este processo chamado de localização representa mudanças radicais no *core* do sistema e é um ponto que deve ser muito bem avaliado pela empresa que estará comprando o ERP;
 - 4) Muitas vezes os sistemas ERP forçam mudanças nos processos produtivos e administrativos, porque é necessária tanta a adaptação do sistema aos processos da empresa, como da empresa a determinados processos do sistema. Estas alterações são complexas, podem causar desconforto e inconvenientes iniciais até que todos estejam adaptados à nova realidade e tais alterações nos processos devem estar em conformidade com as estratégias da empresa e seus objetivos de longo prazo. Por isso merecem cuidados em sua implantação;
 - 5) O ERP gera impactos sobre os recursos humanos das empresas, pois as pessoas passarão a se preocupar com o processo como um todo e não somente com as suas atividades específicas. Por integrar todas as áreas, o ERP poderá apontar problemas de uma área e alastrá-lo às outras áreas envolvidas, com o risco disto afetar toda a empresa. Esta obrigatoriedade de ver os processos como algo único alterará o perfil dos profissionais, exigindo multidisciplinaridade e conhecimentos que nem sempre foram anteriormente exigidos dos funcionários e isto poderá gerar necessidades da empresa reciclar seus profissionais ou substituir aqueles que não se enquadraram na nova realidade. Esta última alternativa ainda é reforçada pelo conceito da automação e da integração dos processos, pois muitas atividades que antes eram realizadas manualmente por pessoas acabarão sendo feitas diretamente pelo ERP e seu efeito colateral pode ser a resistência interna à adoção do novo sistema pelo medo da perda do emprego ou do poder, uma vez que haverá maior compartilhamento da informação entre os departamentos; e
 - 6) Sistemas ERP apresentam dificuldades no cumprimento de prazos de instalação e de orçamentos. Isto se deve à resistência por parte das pessoas diante do novo sistema, rotatividade (*turn over*) dos funcionários que foram treinados no novo sistema ou que dominam os negócios da empresa, qualidade técnica dos usuários-chaves e da equipe de consultoria contratada, limitações impostas pelo próprio ERP escolhido e a dificuldade de integrar o ERP com outros sistemas legados existentes dentro da empresa. Estes são fatores que não podem ser totalmente previstos com

antecedência ou no momento de elaboração dos cronogramas e orçamentos, e por mais que se insiram margens de segurança para mitigar estes riscos, eles podem comprometer a credibilidade e a viabilidade do projeto.

Para Padilha e Marins (2005) e Sangster, Leech e Grabski (2009), os sistemas ERP são ferramentas extremamente caras, difíceis de ter seus retornos financeiros defendidos e são de difícil implementação se comparadas aos antigos sistemas de administração da produção. Deste modo este modo, uma razão para muitas implementações de ERP serem tratadas como casos de insucessos é a adoção de tradicionais metodologias de implementação de ferramentas de TI ao invés de se adotar metodologias específicas para a implantação do ERP. Isto se dá quando a gestão da companhia foca nos recursos financeiros do ERP e ignora os demais benefícios que poderiam ser obtidos com o correto desenho da implantação deste sistema capaz de integrar todas as áreas produtivas e operacionais da companhia. Os detalhes de metodologias de implantação de sistemas ERP serão abordados com mais detalhes no próximo tópico desta revisão bibliográfica.

Ainda assim, mesmo que haja sucesso na implantação do ERP, não é certo que as organizações passem a adquirir vantagem competitiva no longo prazo. O que elas obtêm é evitar a perda de mercado para outras que também obtiveram sucesso na implantação dos seus sistemas ERP. Pode-se arriscar dizer que o momento das empresas adotarem um ERP chega quando seus concorrentes passam a fazê-lo, e caso a empresa não siga por este caminho ela pode estar fadada à perda de competitividade no longo prazo. Conseqüentemente, muitos sistemas ERP são reimplantados ou simplesmente substituídos devido à falha dos gestores do projeto em reconhecer as diferenças naturais entre implantar um ERP e outro *software* que se enquadre melhor nas implantações tradicionais de Tecnologia da Informação. (SANGSTER; LEECH; GRABSKI, 2009).

2.4. A relação dos sistemas ERP com o Planejamento e Controle da Produção

Durante a década de 1990, as áreas de Tecnologia da Informação (TI) e de reengenharia de processos, utilizadas de forma unificada - e apoiadas também por outras ferramentas - procuraram dar às organizações novos rumos para a liderança de mercado. Já na década passada, foi notada uma explosão de implementações de soluções em sistemas de planejamento dos recursos do empreendimento: os sistemas ERP. Estes sistemas buscavam estreitar as relações e integrar processos de operações e de informações através de sinergia com os demais recursos da organização. Antigos sistemas, que antes

funcionavam separadamente, foram substituídos por um único sistema hábil em integrar e incorporar as tênues interdependências entre as unidades funcionais da empresa. (METAXIOTIS; PSARRAS; ERGAZAKIS, 2003).

Os mesmos autores dizem que sistemas ERP contemporâneos suportam diversos processos e atividades administrativas do negócio. Contudo, em sua maioria, se não todos eles, os sistemas ERP são muito pobres em disponibilizar ferramentas de apoio ao acompanhamento da produção. Este acompanhamento (ou planejamento e programação da produção) é um elemento crucial para a tomada de decisões, exercendo um papel fundamental em manufaturas, bem como na prestação de serviços industriais. Isto reforça o fato de que no atual ambiente competitivo, eficiência neste quesito tornou-se necessário para a sobrevivência da organização no mercado.

Esta importância do Planejamento e Controle da Produção como ferramenta de competitividade foi reforçada por Laurindo *et al.* (2002), dizendo que as decisões que envolvem a utilização da Tecnologia da Informação para apoiar sistemas de planejamento e Controle da Produção são importantes por terem grande impacto estratégico no cenário de grande competição globalizada e por serem fatores de obtenção e de manutenção de vantagens competitivas.

Para o autor, esta maneira de exigir resposta rápida e flexibilidade sobre o volume de produção, atendendo especificamente às necessidades dos clientes, faz com que o desempenho das empresas passe a ser avaliado de forma mais abrangente, e não se restringindo apenas em indicadores financeiros.

Se por um lado a Tecnologia da Informação vem crescendo em seu apoio às atividades ligadas à produção, desde os antigos sistemas de controle MRP até os modernos ERP, o intensivo aporte de recursos para a implementação destes sistemas colocou em cheque o retorno sobre tamanho investimento. (LAURINDO *et al.*, 2002).

A fim de obter uma maior percepção sobre a quantidade de investimentos, Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003) afirmam que cerca de 43% do orçamento das empresas chega a ficar comprometido com os custos do ERP em sua fase de implementação, o que se revela um montante significativo diante de uma estimativa de US\$ 24,5 bilhões movimentados pelo segmento em 2012, segundo pesquisa levantada pelo Instituto Gartner e divulgada pelo site da internet Portal ERP (2014). Para chegar a este resultado, a pesquisa revelou o *market share* (fatia de presença no mercado, em tradução do inglês) das empresas fabricantes de ERP neste mesmo ano, como apresentado na figura 04.

Worldwide ERP Software Market Share, 2012
Market Size: \$24.5b; 2.2% Growth Over 2011

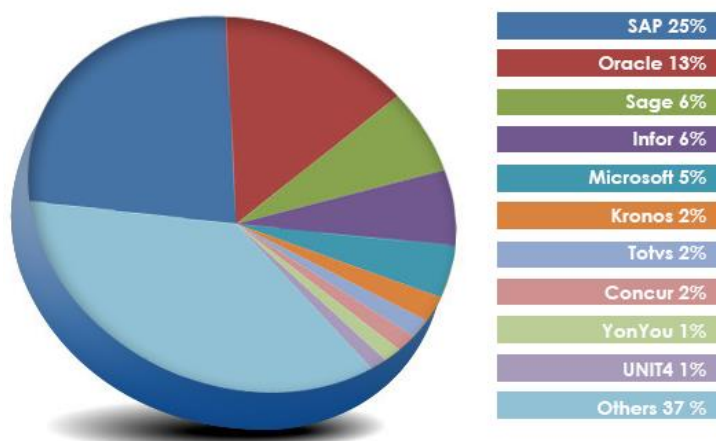


Figura 04: Worldwide ERP software market share, 2012.
Fonte: <http://portalerp.com>

Já no Brasil, como mostra o site Portal ERP (2014) e baseando-se em pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas, o mercado nacional está concentrado em apenas três fabricantes de *software* (SAP, Oracle e Totvs) que juntas possuem 81% do *market share*.

Porém, há uma tendência de segmentar o setor, segundo a mesma pesquisa, pois há um potencial de crescimento dos pequenos fabricantes que almejam ganhar espaço no mercado, principalmente no fornecimento de ERP às pequenas e médias empresas que necessitam de sistemas especializados nos seus negócios (realidade encontrada em apenas 70 mil dessas empresas, mas que pode se expandir para outras 200 mil nos próximos anos).

2.4.1. A atual estrutura disponibilizada pelos ERP no atendimento ao Planejamento e Controle da Produção

Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003) afirmam que mesmo diante de um mercado bilionário, há falta de suporte das empresas fabricantes de ERP à área de planejamento e controle da produção, pois os principais módulos disponibilizados nos ERP ainda se concentram naqueles relacionados às finanças, gerenciamento de pedidos de compra, de venda e controladoria contábil, chegando a consumir, aproximadamente, 72% dos recursos e ferramentas que um ERP pode disponibilizar em suas versões padrão.

Nota-se que este cenário ainda se mantém nos *software* mais recentes, ilustrando como exemplo o próprio ERP deste estudo, o Microsoft Dynamics AX 2012, lançado em sua primeira versão (*Release One*, ou apenas R1) há cerca de três anos e que entre as suas principais funcionalidades, hoje na versão R2, dedica pouco mais de 12% delas às funções de gerenciamento da produção, como mostram a tabela 01 e a figura 05.

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Gestão de armazéns e de materiais | 12,5% |
| PCP e gestão dos recursos da produção | 12,5% |
| Contabilidade | 6% |
| Finanças | 6% |
| Vendas e receitas | 12,5% |
| Controladoria e despesas | 12,5% |
| Gestão da Organização e dos recursos | 19% |
| Administração do sistema ERP | 12,5% |
| <i>Retail</i> | 6% |
| Total | 100% |

Tabela 01: Distribuição das principais funcionalidades do ERP Dynamics AX 2012.
 Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Metaxiotis, Psarras, Ergazakis (2003, p.223).

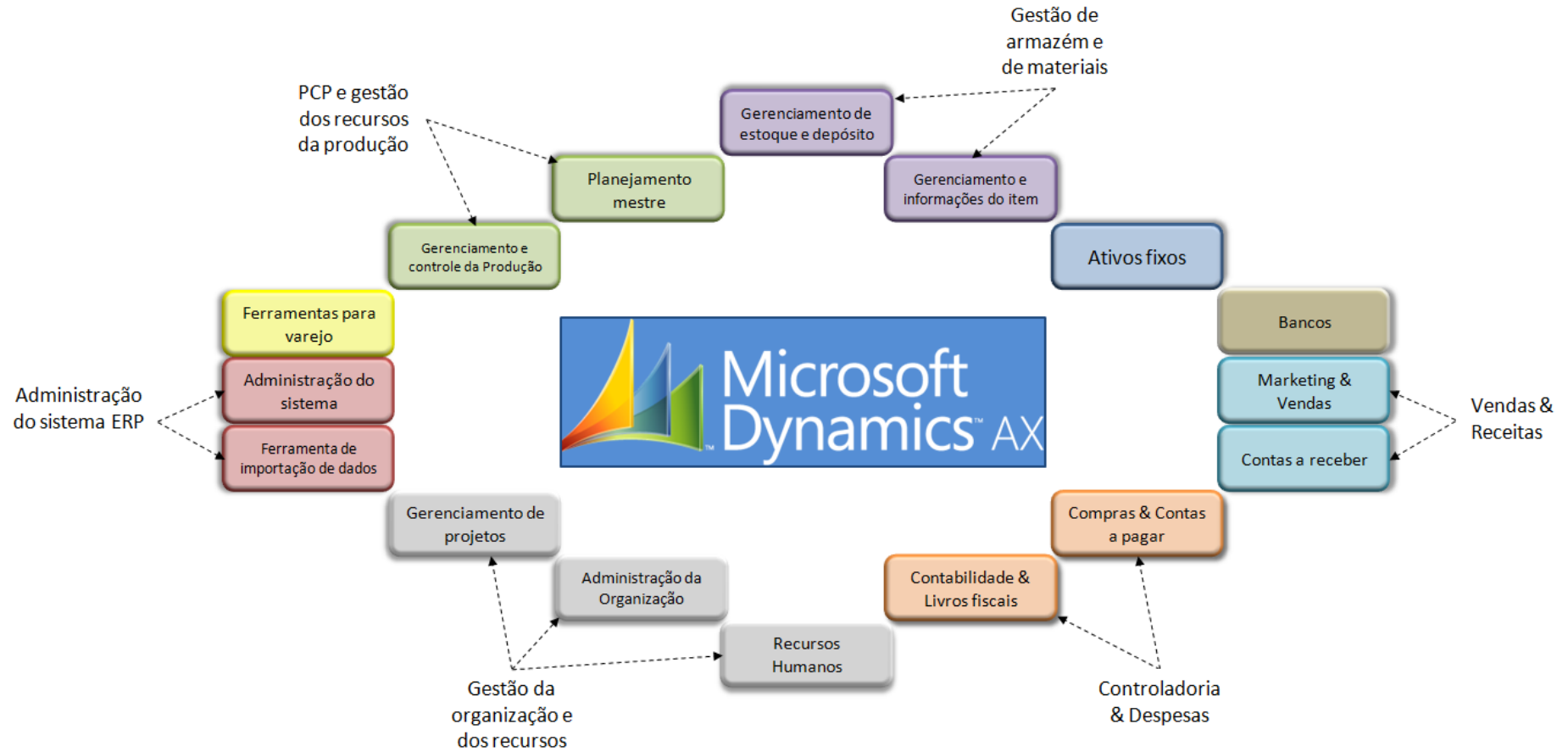


Figura 05: Principais módulos do Microsoft Dynamics AX R2.
 Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Fusco *et al.* (2003, p.154).

Tomando por base este cenário de limitações dos sistemas ERP, Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003) propõem duas questões para serem respondidas:

- 1) Por que uma empresa necessita de um *software* que dê apoio ao controle da produção?
- 2) Por que os principais fabricantes de *software* ainda não encontraram uma forma geral e unificada para resolver este "gap" tecnológico?

No que diz respeito à primeira questão, é sempre bom lembrar que o controle da produção é uma das mais críticas partes dentro de um sistema de manufatura. De forma resumida, controlar é o processo de alocar recursos limitados no cumprimento de tarefas com o propósito de produzir as quantidades necessárias nos tempos necessários, enquanto um grande número de restrições existentes entre as atividades e recursos precisa ser atendido. A alocação apropriada destes recursos permite à companhia a otimizar e atingir seus objetivos. As funções a seguir precisam ser realizadas em operações de PCP:

- Alocar pedidos, equipamentos e mão-de-obra para trabalhar nos centros de trabalhos estabelecidos pela gestão da produção;
- Determinar as prioridades nas atividades que serão executadas; e
- Iniciar e controlar o desempenho das atividades programadas.

Os autores em sua pesquisa também citam que companhias que possuem eficientes sistemas informatizados de PCP são capazes de atingir:

- Uma redução entre 10% e 15% nos custos diretos de produção, que podem ser revertidos em aumento da margem de lucro da companhia;
- Redução de 8% a 10% nos custos de armazenagem; e
- Aumento de até 30% na pontualidade de entrega dos produtos aos clientes.

Já no que se refere à segunda questão, as principais razões que levam os fabricantes de ERP a não implementarem ferramentas gerais para a área da produção são:

- Sob o ponto de vista tecnológico, a complexidade dos problemas de PCP são cientificamente comprovados como alguns dos mais difíceis (se não o mais difícil) desafio que envolvem as teorias relacionadas à otimização de recursos. Os problemas da vida real, a grande quantidade de recursos e suas restrições representam enorme dificuldade para manipular todo o processo;
- Sob o ponto de vista de desenvolvimento aplicado, as dificuldades se relacionam diretamente com a modelagem de problemas de PCP reais e às diferentes formas de se obter as informações e o conhecimento necessário a esse processo. A presença

de fatores de incerteza como a quebra de máquinas, falhas das ferramentas, pedidos cancelados, mudanças nos prazos de entrega e de trabalhos estocásticos aumentam a complexidade da modelagem do sistema de produção; e

- A grande variedade de ambientes de PCP representa a impossibilidade de se criar um método ou solução unificada para todos os ambientes existentes.

Em geral, esses autores dizem que se deve ter em mente que todos os sistemas de PCP sofrem com as complexidades inerentes à programação das atividades de chão-de-fábrica. A área da Pesquisa Operacional (ou apenas PO) chega a denominar este problema como problemas do tipo *N-P hard*, insolúveis em sua totalidade, conforme aumenta exponencialmente a relação entre a complexidade do sistema de produção *versus* o número de atividades que necessitam de gerenciamento. A figura 06 ilustra a dificuldade de construir um modelo genérico de programação da produção, uma vez que quanto maior for a quantidade de recursos, mais complexo será o processo de programação da produção:

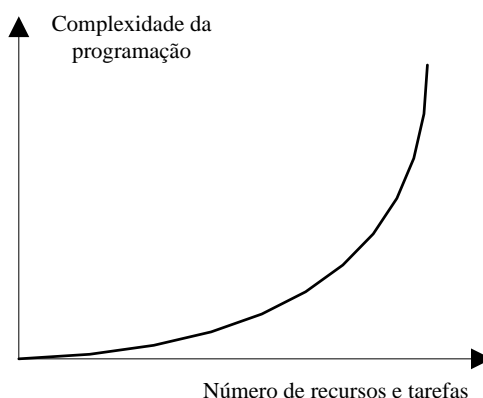


Figura 06: Aumento linear da complexidade da programação em relação ao número de recursos existentes.
Fonte: Adaptado de Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003, p.225).

2.4.2. Sistemas APS como opção às necessidades do PCP não atendidas pelo ERP

Laurindo *et al.* (2002) diz que ter uma clara visão estratégica tanto do negócio, como a Tecnologia da Informação disponibilizada dentro da empresa, é o ponto de partida para identificar a extensão dos resultados obtidos com a implantação do ERP pela empresa (bem como os ganhos de produtividade e competitividade do negócio) e isto se dá com a observância de que a Tecnologia da Informação precisa ser vista como um meio de a empresa obter vantagens no mercado onde atua, alinhando seu serviço com a operação e com a estratégia da empresa.

Para os autores, as decisões que envolvem Tecnologia da Informação e PCP têm grandes implicações na estratégia competitiva da empresa, especialmente no momento atual em que a competição entre as organizações se tornam ainda mais acirradas e um ponto crítico na implantação de ERP com funcionalidades voltadas à produção reside na ausência de alinhamento entre a área de TI e as estratégias estabelecidas para o negócio: falta alinhamento sobre a estratégia da empresa quanto à utilização dos recursos do ERP para a produção, de forma a utilizar a ferramenta com maior vigor.

Uma forma de atender em detalhes as demandas de funcionalidades voltadas à produção, indo no cerne do planejamento efetivo e da programação da produção, é a adoção de sistemas denominados como Sistemas de Planejamento Avançados ou Planejamento e Programação Avançados da produção (APS, sigla do inglês *Advanced Planning Systems* ou *Advanced Planning and Scheduling*), capazes de oferecer uma maior valorização às companhias por fazer um melhor uso de todos os recursos produtivos disponíveis através da eficiente elaboração da programação da produção em sistemas que apresentam limitações em suas capacidades. (AYERS, 2001; MOON; SEO, 2005).

Erhart e Faé (2005) citam uma série de ferramentas e vantagens gerenciais concebíveis através da utilização de sistemas APS, como segue:

- 1) Sistemas APS consideram as reais capacidades dos recursos, isto é, a distribuição dos trabalhos nos recursos será realizada somente até um limite estabelecido;
- 2) Estabelecem restrições finitas na produção, para modelá-la e programá-la corretamente considerando todas as restrições operacionais existentes na produção;
- 3) Relacionam as ordens de produção, sendo que ordens geradas separadamente poderão ser interligadas a fim de garantir um maior controle sobre a produção;
- 4) Reprogramam a produção, pois imprevistos e alterações na produção sempre ocorrerão e ao levar isto em consideração, os sistemas APS permitem fazer reprogramações instantâneas para manter toda a empresa atualizada; e
- 5) Simulam cenários através de demonstração da realidade da produção, onde é possível simular análises de desempenho e realizar o levantamento dos custos envolvidos com o uso de horas-extras, sub-contratações, investimentos, etc.

Com tais características, os sistemas APS são muito importantes porque são as mais recentes aplicações tecnológicas no gerenciamento da produção e o seu diferencial está na correta administração dos sistemas produtivos que resulta não somente em reduções de custos e aumento nas margens de lucros, mas sim no aumento dos resultados produtivos em geral. (LEE; JEONG; MOON, 2002).

Assim, integrar um *software* do tipo APS ao ERP se mostra como uma saída tecnicamente viável quando se busca soluções mais específicas para o PCP através da Tecnologia da Informação e que não são atendidas completamente pelos ERP em suas estruturas padrão. (LAURINDO *et al.*, 2002).

Tal tipo de integração, segundo Giansesi, Corrêa e Caon (2009), vem sob a possibilidade de se adotar *software plug-in* como forma completar as ferramentas gerais do ERP, o que será abordado com mais detalhes no tópico seguinte desta pesquisa.

2.5. O futuro do ERP

De acordo com Giansesi, Corrêa e Caon (2009), os conceitos que apoiam os sistemas tidos como MRPII nasceram dos princípios fundamentais do módulo MRP e ao longo do tempo foram adicionadas outras funcionalidades, como o planejamento mestre da produção (MPS), controle do chão de fábrica (SFC), detalhamento das necessidades da fábrica (CRP), entre outros. Com o passar do tempo, houve questionamentos sobre a possibilidade de agregar novas funcionalidades ao MRPII, mas não relacionadas diretamente com o processo de produção em si (como as atribuições fiscais dos itens produzidos, por exemplo). A partir disso, os fornecedores dos antigos módulos de gestão da produção passaram a oferecer um número maior de módulos integrados às tradicionais ferramentas de apoio à produção e passaram a se denominar mais do que fornecedores de soluções para toda a empresa: se tornaram fornecedores de ERP.

Giansesi, Corrêa e Caon (2009) e Fusco *et al.* (2003) afirmam que embora as principais alternativas de *software* ERP disponíveis no mercado tenham em seu escopo funcionalidades que lhes permitem serem chamadas de ERP, não é seguro afirmar que haja uma solução geral fornecida por um ERP ou que algum usuário tenha sido completamente atendido por todos os módulos fornecidos pelo ERP. Além do grande tempo necessário à implantação de todos os módulos de um ERP na empresa, este atendimento incompleto ocorre também porque a maioria das empresas fornecedoras de ERP é estrangeira e precisam adaptar suas funcionalidades padrão à realidade (principalmente legais e tributárias) de cada país. Este fenômeno é denominado como “tropicalização” ou simplesmente “localização” do ERP àquele mercado alvo.

Entretanto, este processo não é simples e muitas empresas optam por manter módulos já em operação e completamente funcionais às rotinas da organização em detrimento de adotar algum módulo oferecido pelo novo ERP em implantação. Contudo, isto gera um custo de gerenciar estas interfaces, requerendo rotinas de tradução e transição de dados e a empresa deve estar disposta a arcar com tais despesas. (GIANESI; CORRÊA; CAON, 2009).

Somando-se a esta realidade, Giancesi, Corrêa e Caon (2009) citam que as diferentes lógicas de programação que satisfazem as rotinas de produção de uma empresa não necessariamente atenderão outra empresa de forma tão eficiente quanto à primeira. Existem diferentes tipos de lógicas e algoritmos que se encaixam nas diversas realidades encontradas no mercado e que podem ser incorporados à mesma base de dados do ERP, interagindo com o mesmo continuamente e fornecendo dados mais precisos sobre os processos de produção. Para esta situação dá-se o nome de *plug-in*.

Padilha e Marins (2005) também denotam a importância da aplicação de módulo *plug-in* no sistema ERP, uma vez que o módulo se conectará ao sistema e fará uso da base de dados para gerar sugestões de ação mais adequadas às necessidades particulares de cada caso enfrentado pela empresa no seu cotidiano.

A Microsoft (2010) já prevê a incorporação destes módulos adicionais incorporados diretamente aos seus produtos da família Dynamics, mas a empresa preferiu denominá-los como módulos *add-on*, ao invés de *plug-in*, para se diferenciar da nomenclatura normalmente utilizada pelos seus concorrentes.

Já Laurindo *et al.* (2002), e Padilha e Marins (2005) dizem que mesmo com as críticas relacionadas às implementações tradicionais de ERP, no que tange o atendimento de requisitos específicos de determinadas empresas, há ainda a possibilidade de fazer-se uso da chamada Estratégia da Melhor Criação ou do termo em inglês, *Best of Breed Strategy (BoB)*. Esta estratégia se assemelha ao conceito de se adotar *software plug-in* e consiste na integração não apenas de módulos, e sim de um ou mais *software* integralmente disponibilizados por outros fornecedores ou pelo próprio cliente, mas que depende de diversos fatores para sua aplicação, como: complexidade de implementação, níveis de funcionalidade dos módulos disponíveis, potencial para o alinhamento de processos de negócios e os requisitos de manutenção exigidos pelo sistema.

Os autores, em seus artigos, citam estudos de casos de sucesso ilustrando a aplicação da estratégia de *BoB* na implantação de sistemas ERP, como o caso da *General Motors*, que ainda no final do século XX, interligou seu módulo financeiro da SAP com o módulo de Recursos Humanos da *Peoplesoft*.

Por fim, por se tratar de uma grande base de dados, o ERP será sempre necessário, seja qual for a lógica, algoritmo ou módulo que manipulará os dados contidos no mesmo. Por isto as empresas não devem temer a obsolescência dos seus ERP em função do número de *software plug-in* que o mercado de Tecnologia da Informação disponibiliza com o passar do tempo. (GIANESI; CORRÊA; CAON, 2009).

3. Desenvolvimento

3.1. Introdução

Nesse capítulo é mostrado o estudo de customização (ainda em fase de desenvolvimento) de um *software* ERP da empresa norte-americana Microsoft, observando somente o seu módulo de manufatura e com o objetivo de atender uma empresa metalúrgica que deseja ter esta ferramenta aplicada em seu ambiente de produção nos próximos quatro meses.

A customização e suas limitações possuem embasamento na fundamentação teórica já apresentada e seus propósitos funcionais permitiram o levantamento de proposições sobre sua vantagem e sua utilização para o futuro, que serão detalhadas no final da pesquisa.

Também é apresentada brevemente a empresa estudada, cujo ambiente de produção e projeto de consultoria para a implantação do ERP forneceram os dados deste trabalho.

Para a elaboração da customização foram utilizados dois *laptops* Dell Latitude E5430, com processador Intel[®] Pentium[®] Core I5 3230M 2.60GHz, 8gb de memória RAM, sistema operacional Windows[®] Seven de 64-bit e *software* ERP Microsoft Dynamics AX 2012 R2 *standard*, instalado em um ambiente virtual de testes e homologação TS (do inglês *Terminal Server*) e disponibilizado em um servidor não especificado, com 50gb de memória DDR4.

3.2. Apresentação da empresa estudada: empresa A1

A empresa analisada nesse estudo se localiza em uma cidade do interior do estado de São Paulo, a setenta e cinco quilômetros da capital paulista. Trata-se de uma empresa com mais de trinta anos de história e com estrutura hierárquica familiar, onde o neto do seu fundador ocupa atualmente o cargo de diretor-presidente da companhia.

A empresa oferece materiais para a indústria e para a construção civil através da fabricação de fixadores (porcas e parafusos), ferramentas e equipamentos para diversas aplicações, atendendo uma carteira de, aproximadamente, vinte mil clientes.

Com um *portfolio* de cerca de trinta mil produtos, em sua maioria variações dos tipos de fixadores, a empresa conta hoje com mais de 400 funcionários atuando somente na unidade fabril paulista e, aproximadamente, 60.000 m² de área construída ao somar as unidades dos estados de São Paulo, Espírito Santo e Rio Grande do Sul.

A tabela 02 resume os principais dados da empresa:

| Parâmetro | Dados |
|---|--|
| Setor de atuação no mercado | Meturgia |
| Número de unidades | 1 fábrica e 1 centro de distribuição em SP 1 centro de representação comercial no ES 1 centro de representação comercial no RS |
| Número de funcionários | 400 em SP, aproximadamente Não informado para ES e RS |
| Faturamento | 15 a 20 milhões de reais mensais, aproximadamente |
| Principais clientes | Não informado pela diretoria da empresa |
| Quantidade de orçamentos realizados | 16.000 por mês, aproximadamente |
| Quantidade de vendas realizadas | 12.100 por mês, aproximadamente |
| Quantidade de Notas Fiscais de compras realizadas | 12.200 por mês, aproximadamente |
| Quantidade de Ordens de Produção executadas | 1.100 por mês, aproximadamente |
| Estrutura de TI | Centralizada, com aplicação de ERP desenvolvido pela própria empresa |

Tabela 02: Parâmetros e dados da empresa estudada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse trabalho, a empresa será denominada como empresa A1. Primeiro pelo motivo de privacidade quanto à exposição do nome da companhia em um trabalho de alcance público e segundo porque este se restringiu à análise de implantação do ERP somente na unidade fabril, desconsiderando sua abrangência no centro de distribuição e nos outros dois centros de representação comerciais fora do estado de São Paulo.

3.2.1. Estrutura de TI da empresa A1

Atualmente, a empresa A1 dispõe de uma estrutura de TI muito enxuta, contando apenas com seis funcionários, sendo um gerente, um coordenador e quatro analistas de sistemas, por opção da diretoria em manter um pequeno quadro de funcionários. Subordinada diretamente ao diretor-presidente, a área de TI possui um espectro de atribuições que se restringe ao desenvolvimento e suporte do seu sistema de administração da produção e da organização, de autoria do próprio gerente de TI da empresa.

O atual sistema de administração da organização tem origem na própria cultura da empresa, que privilegia o desenvolvimento interno, com poucos casos de aquisição de “pacotes de serviços” ou de contratação de serviços externos para desenvolvimento de *software*. Assim, a área de TI centraliza totalmente qualquer atividade relacionada aos Sistemas de Informação utilizados pela companhia.

Como a empresa planeja crescer mais de 10% ao ano (já a partir de 2015) e com meta de dobrar a sua capacidade produtiva até o final da década (das atuais 100 toneladas de produção diária para 200 toneladas), há cerca de dois anos a diretoria optou por substituir o atual sistema de administração da organização, “caseiro” e com altos índices de perdas de dados, por um ERP mais robusto, que dispõe de estrutura internacional de suporte e, principalmente, que apresente maior segurança no armazenamento e processamento das informações. Entre as opções avaliadas, o ERP Dynamics AX 2012 R2 se mostrou atraente e com recuperação financeira plausível para o montante investido.

Contudo, a implantação deste novo ERP foi conturbada no início, passando pelo abandono de projeto por parte da primeira consultoria contratada para o serviço, com um grande volume de investimento perdido neste processo, mas retomada pela consultoria atual há cerca de um ano e com previsão de *go-live* (início operacional) do sistema no segundo semestre de 2015.

3.2.2. Estrutura do PCP da empresa A1

A área de Planejamento e Controle da Produção é uma das mais carentes de recursos dentro do ambiente produtivo da A1. Apesar de a manufatura ser o *core business* da A1, concentrando o maior número dentro do total de funcionários e o PCP possuir um espaço próprio dentro da empresa, com computadores e recursos à disposição, a área conta apenas com um único funcionário dedicado exclusivamente para as tarefas de PCP e um auxiliar de produção que se divide entre as obrigações da área e outras relacionadas com as tarefas nos centros de produção.

Conforme apresentado na tabela 02, em condições normais de produção (sem picos ou vales de demanda), a empresa A1 opera com pouco mais de mil pedidos de produção na fábrica. Todo pedido produz sua respectiva ordem de produção, que é replicado para cada recurso contido no roteiro de produção do item, ou seja, se houver quatro centros de trabalho distintos para atender toda a produção, ao final de um mês poderá haver quatro mil ordens de produção impressas pela fábrica, aproximadamente.

A situação descrita acima é hipotética, servindo apenas para exemplificar o volume de papel que a empresa gera hoje. Entretanto, foi levantado que a A1 opera com mais de mil papéis de ordens de produção impressas mensalmente, o que ainda é um volume de informação considerável para apenas uma ou duas pessoas o controlarem de forma manual.

3.2.3. Resumo dos roteiros e processos de produção da empresa A1

A empresa estudada concentra sua carteira de itens produzidos em fixadores de metal e suas variações e derivados. As etapas (ou roteiros) de elaboração de um fixador são relativamente simples, com os recursos divididos em cinco grandes centros de trabalhos:

- i. Trefilação;
- ii. Prensa de corte;
- iii. Máquinas de rosquear;
- iv. Têmpera; e
- v. Tratamento químico.

Para exemplificar um fluxo de produção comum no *portfolio* de produtos da A1, um parafuso para defesa metálica, composto de matéria-prima aço-carbono, de diâmetro 14,42 mm, tem seu roteiro de produção apresentado na figura 07.

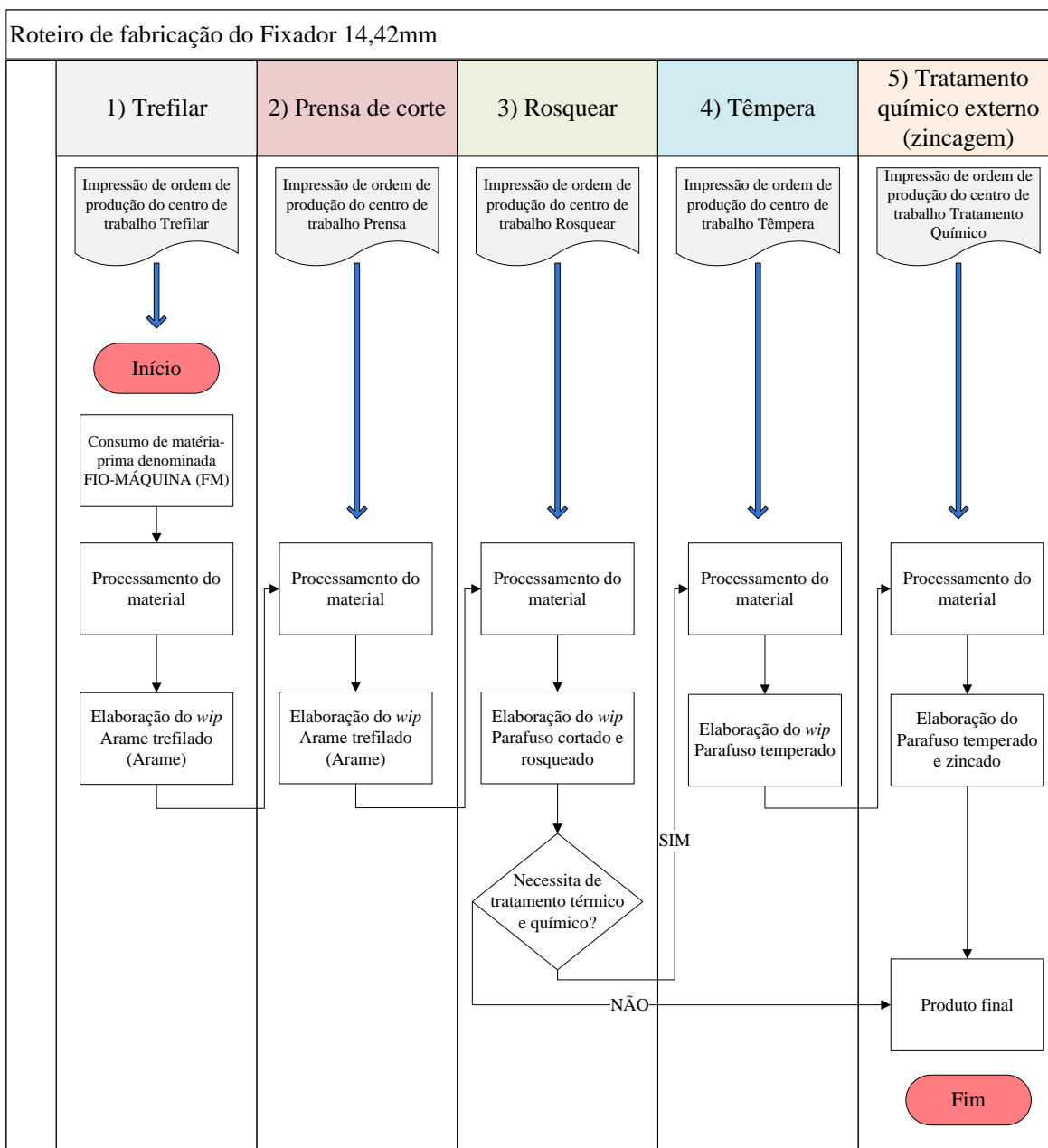


Figura 07: Roteiro de fabricação do Fixador 14,42mm.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo esta ilustração de fluxo de produção, há as respectivas impressões dos formulários de ordem de produção, contendo algumas importantes informações referentes ao pedido. Tais informações são visualizadas na tabela 03.

| Nome da informação | Padrão/Personalização |
|---|------------------------------|
| Número da Ordem de Produção | Padrão do ERP |
| Processo | Padrão do ERP |
| Data programada de início | Padrão do ERP |
| Data programada de fim | Padrão do ERP |
| Data de emissão da Ordem de Produção | Padrão do ERP |
| Data de entrega | Padrão do ERP |
| Código do produto | Padrão do ERP |
| Descrição do produto | Padrão do ERP |
| Cliente | Padrão do ERP |
| Quantidade (em peças) | Padrão do ERP |
| Numero do desenho (especificações técnicas) | Padrão do ERP |
| Código do recurso (máquina) | Padrão do ERP |
| Descrição do recurso (máquina) | Padrão do ERP |
| Código da matéria-prima | Padrão do ERP |
| Descrição da matéria-prima | Padrão do ERP |
| Quantidade consumida da matéria-prima | Padrão do ERP |
| Número de Registro de Inspeção | Personalização |
| Lista de ferramental | Personalização |
| Campos atendidos pelo padrão do ERP: | 16 (89%) |
| Campos requisitados via customização: | 2 (11%) |
| Total: | 18 (100%) |

Tabela 03: Campos de informação do formulário de ordem de produção da A1 (padrão do ERP x personalizações).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Um exemplo de documento de ordem de produção da empresa A1, para o roteiro do parafuso ilustrado na figura 07, é apresentado no Anexo 1.

Acompanhando as ordens de produção (impressas por recurso) a A1 elaborou uma metodologia própria de acompanhamento da produção. Trata-se de outro documento impresso, conhecido em outras manufaturas e literaturas como cartões de roteiro, que indicam a quantidade produzida de determinada ordem de produção. Um exemplo desses cartões podem ser visualizados no Anexo 2 e contém a informações descritas na tabela 04:

| Nome da informação | Padrão/Personalização |
|--|------------------------------|
| Número da Ordem de Produção | Padrão do ERP |
| Processo | Padrão do ERP |
| Data programada de início | Padrão do ERP |
| Data programada de fim | Padrão do ERP |
| Data de emissão da Ordem de Produção | Padrão do ERP |
| Data de entrega | Padrão do ERP |
| Código do produto | Padrão do ERP |
| Descrição do produto | Padrão do ERP |
| Cliente | Padrão do ERP |
| Quantidade (em peças) | Padrão do ERP |
| Numero do desenho (especificações técnicas) | Padrão do ERP |
| Código do recurso (máquina) | Padrão do ERP |
| Descrição do recurso (máquina) | Padrão do ERP |
| Código da matéria-prima | Padrão do ERP |
| Descrição da matéria-prima | Padrão do ERP |
| Número de lote da matéria-prima | Padrão do ERP |
| Código de barras | Padrão do ERP |
| Dados da operação | Padrão do ERP |
| Quantidade (em kg) | Personalização |
| Documento Auxiliar de Nota Fiscal Eletrônica (DANFE) | Personalização |
| Volume | Personalização |
| Campos atendidos pelo padrão do ERP: | 18 (86%) |
| Campos requisitados via customização: | 3 (14%) |
| Total: | 21 (100%) |

Tabela 04: Campos de informação do cartão de roteiro da A1 (padrão do ERP x personalizações).
Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses cartões servem como "garantia" de registro das quantidades produzidas, uma vez que os formulários de ordem de produção possuem campos de registro de quanto e quando foi produzido determinado item e o seu princípio de funcionamento é relativamente simples:

- 1) Toda vez que um operador recebe um formulário de ordem de produção, o mesmo inicia a atividade em seu centro de trabalho;
- 2) Ao concluí-la (parcialmente ou em sua totalidade), o operador deve registrar a quantidade produzida no formulário de ordem de produção e guardá-lo consigo até finalizar a quantidade total a ser produzida na ordem;
- 3) Simultaneamente com as anotações da quantidade produzida na ordem de produção, o operador gera um cartão de roteiro informando a quantidade produzida e o mantém junto com as peças fabricadas, que seguirão para o próximo centro de trabalho descrito no roteiro do item; e

- 4) Ao produzir toda a quantidade necessária à ordem de produção, anotar as quantidades no formulário de ordem de produção e gerar n cartões de roteiro para aquela ordem, o operador entrega o formulário de ordem de produção ao coordenador de PCP, que por sua vez recolhe todos os cartões de roteiro para, finalmente, encerrar a ordem de produção e declará-la como "entregue".

É um processo muito semelhante aos conhecidos cartões de *kanban*, onde o centro de trabalho anterior informa ao próximo a quantidade a ser processada. Contudo, conforme mencionado anteriormente, o processo hoje é todo manual, ou seja, há perdas de formulários de ordem de produção, há perda dos cartões de roteiro de produção e não raramente há perda de material produzido, que seguiu para os centros de trabalho sem uma devida identificação e acabou "abandonado" ao longo do processo produtivo. Este último é um ponto muito grave, pois a produção na maioria das ocasiões acaba produzindo novamente esta quantidade a menos, aumentando o consumo de materiais e de recursos alocados para a ordem de produção, ou seja, o custo com as perdas aumenta o custo de produção do produto final.

A A1 ainda não apresenta recursos ou utiliza ferramentas práticas que permitem mensurar ou estimar quanto às perdas de material oneram os seus custos de produção, ou seja, a empresa desconhece o real valor das suas perdas no processo produtivo, tanto as inerentes (como sucatas de metais, por exemplo), como aquelas relacionadas à falta de controle das informações.

Tal problema se apresenta como complexo de ser resolvido, dada a fragilidade desse sistema manual, que permite muitas falhas humanas ao longo das etapas de produção, acarretando em perdas de materiais em processamento (ou *wip*, sigla do inglês *work in process*) e aumento nos custos de produção.

3.2.4. Percepção do corpo diretivo quanto às necessidades do PCP dentro do plano estratégico de crescimento da A1

Face à meta de dobrar a capacidade produtiva até o final desta década e diante de um frágil sistema de controle da produção, a gestão de TI da empresa A1 notou que o atual atendimento do Sistema de Informação disponível para o ambiente de produção, que já está no seu limite operacional em virtude das suas limitações técnicas, se tornaria obsoleto e inoperante rapidamente.

Este cenário fez com que a diretoria da A1 levantasse questões sobre o que deveria ser feito para atender as necessidades de uma produção com projeção de crescimento. Tal questionamento se justifica diante da grande variedade de itens produzidos, aliados à grande incidência de falhas humanas no controle do processo produtivo, conforme já mencionado.

Para o corpo diretivo da A1 ficou claro a necessidade de uma aplicação de TI com maior quantidade de recursos voltados à área de PCP, fornecendo suporte às decisões de capacidade de produção e de atendimento às negociações comerciais. Nesse contexto, entende-se "maior quantidade de recursos" como ferramentas customizadas no atendimento dos processos atuais da A1.

Isso completa o ciclo de raciocínio que a companhia elaborou ao optar pela troca completa do seu próprio sistema de administração da organização por um ERP novo: a implantação de um sistema que proporcionasse somente um salto qualitativo às funções de produção seria insuficiente para que a A1 atingisse a sua meta de crescimento desenhada para os próximos anos, mesmo sendo a manufatura o processo que sustenta os seus negócios. Foi necessária uma reforma completa do seu Sistema de Informação como um importante passo (mas não o único) que auxiliará a A1 a seguir seus objetivos de crescimento e faturamento.

3.3. Avaliação do ERP para a produção e proposta de consolidar as informações de manufatura no suporte ao PCP da A1

Conforme mencionado no tópico 3.2.1., o atual projeto de consultoria de implantação do ERP Dynamics AX 2012, tratado a partir deste ponto do trabalho pela sigla DAX, se iniciou após uma conturbada primeira rodada de trabalhos elaborada por uma consultoria anterior que atuou na A1 ao longo de 2013.

Assim, baseando-se na metodologia Sure Step 2010 para *software* Microsoft Dynamics, a qual foi apresentada no tópico 2.3.5., a fase de Diagnóstico estava 100% concluída, mas deixou incompleto o trabalho das fases imediatamente seguintes: Análise e Design, responsáveis por documentar e analisar os *gaps* encontrados, projetar as personalizações necessárias para atender aos requisitos da companhia e acompanhar a formatação geral das personalizações.

Dessa forma, a segunda equipe de consultores ficou responsável por levantar os *gaps* do sistema de produção e elaborar propostas de melhorias no DAX para atender aos anseios da área de PCP para a gestão da produção da A1. Este trabalho foi elaborado entre os meses de maio de 2014 e julho de 2014 por dois profissionais com cerca de cinco anos de experiência (cada um) em implantações do ERP DAX em empresas de médio porte no Brasil.

Nesse tempo, a equipe observou que somando as informações que a A1 utiliza para controle dos seus processos produtivos através dos documentos de ordem de produção e de cartão de roteiros, que já são geradas pelo *software* padrão do DAX em 19 do total de 24 campos necessários nestes dois documentos (ou seja, 79% da informação o ERP já opera em sua configuração padrão), o DAX não apresentava uma interface única destes dados entre o sistema e o usuário. O padrão do sistema mostra ao usuário, no cliente do ERP, as informações em locais e telas distintas, o que atenderia relativamente bem uma empresa com poucos processos de produção simultâneos, mas completamente inviável para um gestor de PCP da A1 que pode chegar a lidar com mais de mil ordens de produção e quatro mil etapas de produção mensais em sua manufatura.

Para ilustrar o funcionamento padrão do sistema, baseando-se nos dados da figura 05 e nas tabelas 03 e 04, a tabela 05 apresenta o mapeamento das informações que a A1 utiliza em sua manufatura, representando a dificuldade que a empresa teria em obter diversas informações simultâneas dentro dos módulos do DAX.

| Campo de controle | Módulo no DAX | Sessão no DAX |
|---|---|---|
| Número da Ordem de Produção | Controle de produção | Ordens de produção |
| Código do produto | | |
| Descrição do produto | | |
| Quantidade (em peças) | | |
| Data de emissão da Ordem de Produção | | |
| Data de entrega | | |
| Data programada de início | | Ordens de produção ou Produções agendadas |
| Data programada de fim | | |
| Subtotal de módulos/sessões: | 1 módulo | 1 a 2 sessões |
| Cliente | Contas a receber ou Vendas & Marketing | Clientes |
| Subtotal de módulos/sessões: | 2 módulos | 1 sessão |
| Processo | Controle de produção | Roteiro |
| Código do recurso (máquina) | | |
| Descrição do recurso (máquina) | | |
| Dados da operação | | |
| Subtotal de módulos/sessões: | 1 módulo | 1 sessão |
| Código da matéria-prima | Gerenciamento de estoque e depósito | Lista de materiais |
| Descrição da matéria-prima | | |
| Quantidade consumida da matéria-prima | Controle de produção | Lista de materiais (da Ordem de Produção) |
| Número de lote da matéria-prima | | |
| Subtotal de módulos/sessões: | 2 módulos | 2 sessões |
| Código de barras | Gerenciamento de informações do produto | Código de barras |
| Numero do desenho (especificações técnicas) | | Anexos |
| Subtotal de módulos/sessões: | 1 módulo | 2 sessões |
| Total de módulos/sessões: | 4 módulos distintos | 7 a 8 sessões distintas |

Tabela 05: Mapeamento dos módulos e sessões do DAX padrão para atender ao PCP da A1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações contidas na tabela 05 corroboram a ideia de que controlar o expressivo volume de dados gerado mensalmente pela A1 através de sete ou oito telas simultaneamente não se aplica à realidade prática da empresa.

Para ilustrar resumidamente isto, a figura 08 mostra a contradição existente entre a disponibilidade que o DAX possui em gerar importantes informações da manufatura para o PCP da A1 *versus* apresentá-las em uma interface única, mais amigável e capaz de prover ao usuário maior velocidade de obtenção de dados no tempo que este desejar.

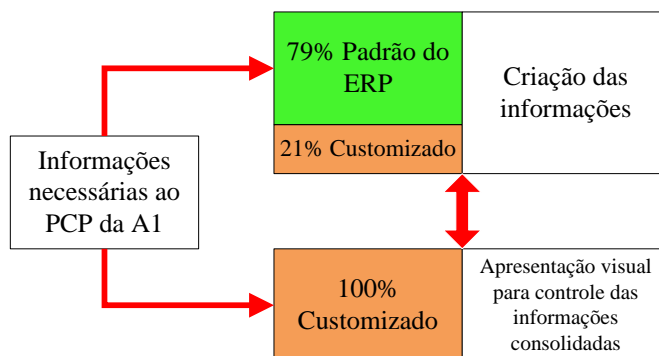


Figura 08: Criação das informações *versus* apresentação visual para controle da manufatura.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Se para a A1 havia o desejo de consolidar as informações de sua manufatura em uma única interface que as apresentasse de forma coerente, ainda faltava uma aplicação prática no ambiente de produção que justificasse uma personalização deste porte no DAX.

O elo que trouxe, tecnicamente, uma justificativa plausível para tal customização veio de uma própria deficiência do atual sistema de administração da produção em execução na A1: uma ferramenta de apontamento da produção que colhesse em tempo real as informações inseridas dentro do servidor do ERP e as disponibilizasse de imediato ao gestor da produção, de forma prática e em tempo hábil para a tomada de decisões.

Tendo esta justificativa aceita por ambas as partes (corpo diretivo do cliente e consultoria prestadora do serviço de instalação do ERP) foi elaborado um conjunto de personalizações que trariam forma a esta interface de controle da produção, com potencial de trazer possíveis ganhos operacionais na gestão da manufatura da empresa A1. Tais personalizações são expostas no próximo tópico.

3.4. Sugestões de personalizações propostas para a A1

3.4.1. Customizações no Dynamics AX para o PCP

De acordo com a metodologia Sure Step 2010, faz parte da etapa de Design documentar parâmetros e configurações necessárias para que a funcionalidade do DAX padrão cumpra com os requisitos a serem ajustados nos *gaps* encontrados, bem como incluir as soluções que deverão fazer parte da customização final. É um trabalho conjunto, feito pelo consultor do sistema ERP e o usuário-chave escolhido para expor o modelo de negócio da sua área de atuação ao consultor.

A atividade de análise resulta em documentar os *gaps* previstos no projeto e é usada para determinar os “ajustes” dos requisitos de negócio que podem ser atendidos cumpridos pelo padrão do DAX que podem ser solucionados através do desenvolvimento de códigos personalizados (customizações). Esta documentação recebe o nome de Desenho de Design Funcional (DDF) e seu exemplo é apresentado no Anexo 03.

Essa atividade proporcionará ao usuário principal um treinamento sobre as aplicações do sistema, sendo que o usuário principal ficará responsável de testar de maneira apropriada o design e a configuração selecionados para suas atividades. Esses cenários de negócios serão documentados como parte da atividade “Identificar cenários de teste de processo” e serão usados na fase de teste das customizações. Com isto, o DDF capturará todas as definições de configuração e se torna o documento principal da fase de Design, atual fase de implantação da solução de apontamento da produção na A1.

Partindo destes conceitos acerca desta fase do projeto, com o mapeamento das funções padronizadas para o DAX já apresentado na tabela 05, como também a indicação de quais informações deveriam ser customizadas para o PCP pelo seu usuário principal, restava ainda elaborar, como solução, um *cockpit* (tela) de apresentação das informações consolidadas.

A arquitetura de desenvolvimento do DAX (que não será comentada nesta pesquisa) permite grande flexibilidade na construção de novas telas para o sistema. Como cerca de 79% das informações que o PCP da A1 utiliza já fazem parte do sistema padronizado, não foi complexo elaborar uma localização no sistema e uma tela de controle, dentro do módulo de produção do DAX, como mostram as figuras 09 e 10.

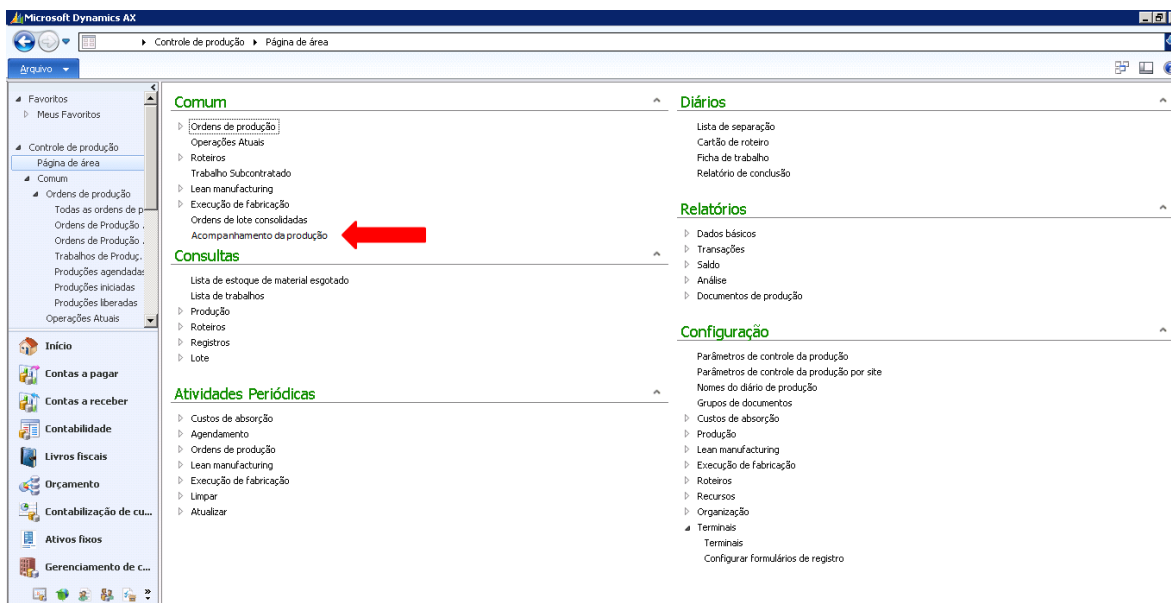


Figura 09: Localização da tela de controle da produção dentro do módulo de produção do DAX.
 Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado do Dynamics AX 2012 (2012).

| Ordem de produção | Oper... | Nome da operação | Número do item | Nome do colaborador | Data | Quantidade produzida | Saldo a produzir |
|-------------------|---------|------------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|------------------|
| LN-0002 | 10 | PRENSA | LN-00123 | Rogério Antunes | 10/23/2014 | 1.000,00 | 2.000,00 |
| LN-0004 | 20 | CORTE | LN-00257 | Adriano dos Santos | 10/23/2014 | 50,00 | 75,00 |

Figura 10: Tela de controle da produção dentro do módulo de produção do DAX.
 Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado do Dynamics AX 2012 (2012).

Esta tela consolida informações essenciais para o entendimento do que está sendo colocado em produção na A1. A tabela 06 apresenta, dentre as informações requisitadas pelo PCP, quais ficaram disponibilizadas com maior facilidade para o usuário.

| | Campo de controle | Padrão/Personalização | Tipo de alimentação dos dados no servidor |
|----|--|-----------------------|--|
| 1 | Nº da Ordem de Produção | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 2 | Nº do produto | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 3 | Nome do produto | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 4 | Nome do cliente | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 5 | Nº da Operação | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 6 | Nome da Operação/Centro de trabalho | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 7 | Nome da do equipamento | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 8 | Quantidade do pedido | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 9 | Quantidade produzida (peças boas) | Padrão do DAX | Manual, apontada pelo operador no centro de trabalho |
| 10 | Quantidade rejeitada (peças ruins ,refugo) | Padrão do DAX | Manual, apontada pelo operador no centro de trabalho |
| 11 | Saldo a produzir | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 12 | Data de início programada (planejamento) | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 13 | Data de término programada (planejamento) | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 14 | Data de início realizada (real) | Padrão do DAX | Manual, apontada pelo operador no centro de trabalho |
| 15 | Data de término realizada (real) | Padrão do DAX | Manual, apontada pelo operador no centro de trabalho |
| 16 | Data de entrega do pedido | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 17 | Status (pedido em dia/pedido atrasado)* | Customizado | Automática, diretamente do ERP |
| 18 | Nome do operador | Padrão do DAX | Manual, apontada pelo operador no centro de trabalho |
| 19 | Nº de lote da matéria-prima | Padrão do DAX | Automática, diretamente do ERP |
| 20 | Observações (texto livre) | Customizado | Manual, apontada pelo gestor de PCP |

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Campos do <i>software</i> padrão: | 18 (90%) |
| Campos customizados: | 2 (10%) |

| | |
|--|----------|
| Campos de alimentação automática do ERP: | 14 (70%) |
| Campos de entrada manual: | 6 (30%) |

* Status do pedido em dia: data de término realizada menor ou igual à data de entrega do pedido (parâmetro 15 ≤ parâmetro 16)

* Status do pedido atrasado: data de término realizada à frente da data de entrega do pedido (parâmetro 15 ≥ parâmetro 16)

Tabela 06: Informações disponibilizadas pela tela de acompanhamento da produção.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Um diferencial da interface do DAX em relação a outros ERP concorrentes é que o usuário não é obrigado a se prender neste grande volume de informações que é apresentado pelo sistema ao mesmo tempo. Podem-se ocultar informações e depois restaurá-las conforme a necessidade, o que torna o uso deste *cockpit* mais prático.

Contudo, a proposta de diferenciação desta tela não é somente a consolidação de dados, mas a alimentação das informações em tempo real pelo servidor da A1, ou seja, há aqui a construção de uma ferramenta de apontamento da produção.

Este apontamento consiste em informar no DAX as quantidades produzidas de cada item, em cada centro de trabalho, de cada ordem de produção da A1, somente. Não há qualquer inteligência artificial ou algoritmo matemático na ordenação dos dados, a princípio. Os passos que permitirão este apontamento são mostrados na figura 11.

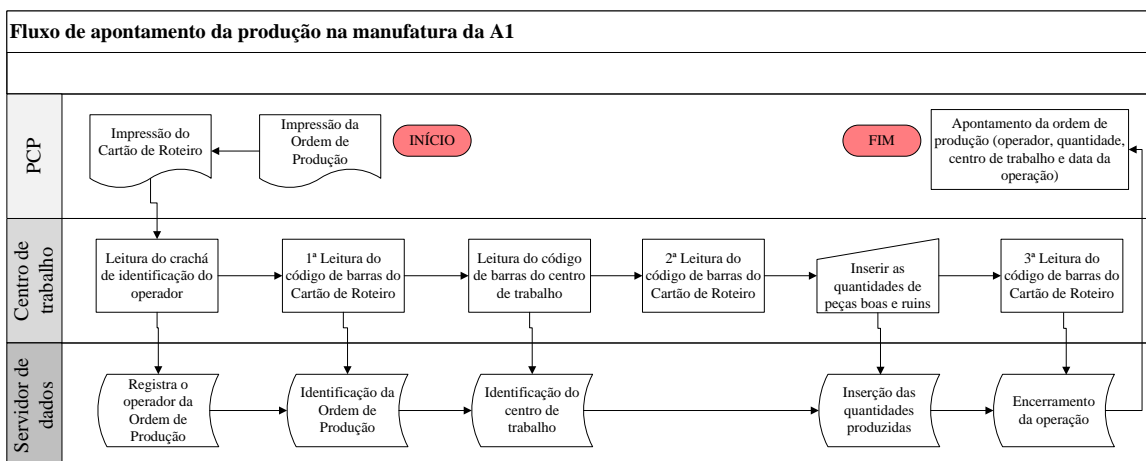


Figura 11: Fluxo de apontamento da produção na manufatura da A1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

São esses passos que deverão ser seguidos pelo consultor no roteiro de testes da personalização. Caso haja incoerência de informações entre o que foi desenhado no DDF e posteriormente programado por um profissional de desenvolvimento, é feito um mapeamento dos erros para indicar os pontos que devem ser corrigidos. Esta tarefa possui embasamento na etapa de Desenvolvimento estabelecida pelo Sure Step 2010.

Já a figura 12 é a ultima customização relacionada à personalização do DAX. Ela mostra a própria tela onde é feito o apontamento da produção e contém os campos que serão preenchidos pelo operador para alimentar o servidor da A1 e na sequência o *cockpit* de acompanhamento da produção.

A imagem mostra a janela de software "Apontamento da produção" com o menu "Arquivo" aberto. A interface contém os seguintes campos de entrada:

- Visão geral
- ID Operador: [campo]
- Código de barras da OP: [campo]
- Nº Lote de matéria-prima: [campo]
- Ordem de Produção**
 - Nº Ordem de Produção: [campo]
 - Nome do Item: [campo]
 - Operação: [campo]
 - Máquina/Centro de Operação: [campo]
 - Status: [campo]
- Horários**
 - Data inicial: [campo]
 - Data final: [campo]
 - Hora inicial: [campo]
 - Hora final: [campo]
- Quantidades**
 - Peças boas: [campo]
 - Peças ruins: [campo]

Na barra de ferramentas inferior, há ícones de navegação, uma notificação (1) e o texto "BRL", além de um botão "Fechar".

Figura 12: Tela de apontamento manual da produção dentro do módulo de produção do DAX.

Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado do Dynamics AX 2012 (2012).

Nota-se pela união das informações apresentadas na tabela 06, na figura 11 e na figura 12 que ao operador cabe apenas a responsabilidade de se identificar, identificar a ordem de produção que está trabalhando, identificar seu centro de trabalho e digitar as quantidades de peças produzidas (peças boas e ruins). Apenas isso. O restante das informações apresentadas ao gestor do PCP o próprio ERP se encarregará de fornecê-las.

Esta foi uma forma de mitigar possibilidades de falha ou intervenção humana, deixando mais de dois terços do processo de alimentação de dados no servidor A1 totalmente automatizado, sem a possibilidade de o operador alterar qualquer outra informação que não lhe compete.

3.4.2. Customizações em infraestrutura para o PCP

Quanto à construção da arquitetura de atualização do sistema, esta não é uma tarefa complexa para o apontamento da produção, será baseada na arquitetura cliente/servidor comum aos ERP e tem o fluxo de informações originado nos principais centros de trabalho na fábrica da A1 (setores de prensa e corte, de usinagem, de têmpera térmica e de banho químico com zinco), conforme é mostrado na figura XX.

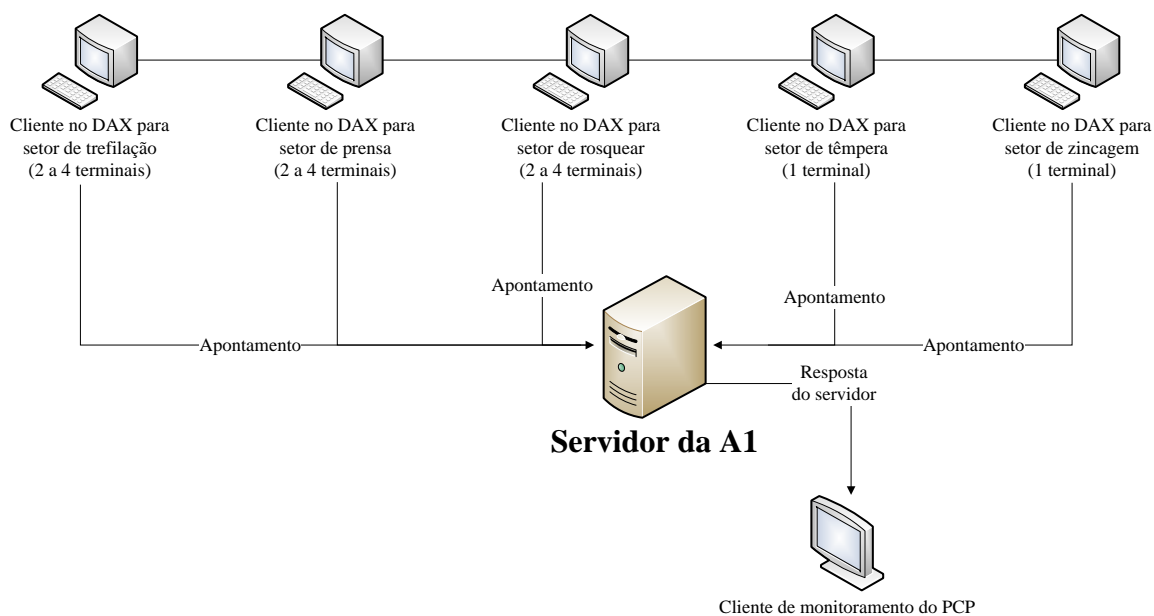


Figura 13: Arquitetura de infraestrutura de TI para atender ao apontamento da produção.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os terminais (estimados pela área de TI da A1 em torno de doze terminais de apontamento, podendo ser em maior ou menor número também) serão equipados com computadores pessoais convencionais, de configuração comum no mercado, e também por equipamentos de coleta de dados por leitura de código de barras, do modelo MC9090 da fabricante Motorola Solutions. A customização atende a utilização prioritária dos leitores de códigos de barras, mas não é impeditiva caso o operador prefira inserir os dados via computador pessoal instalado no terminal de apontamento.

A presença de dois equipamentos distintos em cada terminal obedece ao conceito de redundância: caso um falhe ou esteja indisponível, haverá outro recurso para a inserção dos dados no DAX, conforme fluxo de apontamento apresentado na figura 11.

Como a A1 operará apenas com um único servidor de 50gb para suportar todo o ERP e o DAX utiliza cerca de 65% deste recurso apenas para o seu funcionamento (sem considerar o espaço livre para processamento de dados), o tempo de resposta entre os apontamentos nos centros de trabalho e o *cockpit* de monitoramento não será imediato.

Ainda não é possível estabelecer um valor preciso para este tempo. Foi proposta uma arquitetura de alocação de espaço livre dedicado para processamento as informações para a produção em 15% da capacidade do servidor (7,5gb exclusivos para processamento de dados no módulo de produção do DAX), mas com a infraestrutura montada na A1 e com o volume de dados que a empresa trabalhará simultaneamente nos outros módulos do ERP, estima-se que o gestor de PCP poderá visualizar os dados atualizados entre cinco e dez minutos, em condições normais de funcionamento da rede. Tempos menores do que isto são ganhos operacionais dentro do Sistema de Informação da A1.

3.4.3. Custos envolvidos na personalização

No que tange os custos que envolvem a implantação e execução somente desta customização, os valores estimados e arredondados (caso não haja reajustes de preços nos equipamentos, sem considerar impostos e encargos) são apresentados abaixo:

- i. Custos de desenvolvimento computacional no total de R\$ 12.000,00;
- ii. Custos com testes em ambiente de simulação de produção no total de R\$ 7.200,00;
- iii. Custos com treinamento das pessoas envolvidas no processo no total de R\$ 4.900,00;
- iv. Custos com a aquisição dos computadores pessoais para os terminais de apontamento no total de R\$ 18.000,00;

- v. Custos com a aquisição de leitores de códigos de barras para o apontamento no total de R\$ 24.000,00;
- vi. Custos com mão-de-obra de implantação da infraestrutura não foram divulgados, pois serão realizados pela equipe de TI da própria A1;
- vii. Total estimado dos custos da personalização do ERP e aquisição de equipamentos em R\$ 66.100,00, aproximadamente.

Já sobre o tempo das tarefas, o desenvolvimento da tela e das interações entre as informações no DAX levariam cerca de duas semanas e os testes e treinamento com os usuários mais uma semana, totalizando três semanas de atividades tempo de construção da infraestrutura ainda dependerá da aquisição dos equipamentos e mobilização das pessoas encarregadas desta tarefa.

Vale ressaltar que estes valores ainda são estimados, não confirmados pela equipe de projeto da A1 e sujeitos a alterações até o final da implantação do ERP. Contudo, será apresentada no tópico seguinte a expectativa de recuperação do investimento através da redução das perdas de materiais durante o processo produtivo, bem como outras observações relacionadas à customização de apontamento de produção na A1.

3.5. Considerações sobre as customizações elaboradas para a A1

Conforme exposto na fundamentação teórica deste trabalho, o DAX não difere dos seus principais concorrentes no seguinte aspecto: o ERP não possui ferramentas mais aprofundadas para o controle avançado da produção por questões financeiras e por causa das particularidades que cada projeto de implantação do ERP apresenta.

Uma destas ferramentas de acompanhamento fino da produção é justamente o apontamento das quantidades produzidas nos centros de trabalho de uma fábrica. Como se trata de algo particular solicitado pela A1, e que não está presente em todos os projetos de manufatura do DAX no Brasil, o sistema padrão vem com uma configuração que traz poucas ferramentas para controle apurado em tempo real do ambiente produtivo.

Neste contexto, podem-se inferir alguns prós e alguns contras em relação à personalização proposta. Os pontos favoráveis podem ser:

- 1) É uma ferramenta de trabalho nova tanto para a A1, como para o sistema Dynamics AX, sendo um caso que se for bem monitorado pela consultoria, pode se tornar um produto a ser vendido como diferencial do DAX em futuros projetos;

- 2) Possui um princípio de funcionamento simples, uma vez que a maior parte das informações já é originada pela configuração padrão do ERP;
- 3) Possui um grande número de informações concentrado em um único local, mas que permite a exibição somente das informações relevantes para dado momento da produção. Isto significa que o usuário da customização, dependendo do grau de detalhamento no acompanhamento da produção, pode trabalhar com um número maior ou menor de informações;
- 4) Permite que gestão da produção continue sendo feita por uma única pessoa, só que trabalhando de forma mais ordenada e organizada;
- 5) É uma ferramenta que permitirá um controle sobre a produção inexistente na A1. Se for bem sucedida, os ganhos serão expressivos. Conforme mostrado na tabela 02, o faturamento mensal da A1 varia entre quinze e vinte milhões de reais mensais e seus custos de produção variam entre cinco e oito milhões de reais por mês. Sobre este valor, segundo um palpite implícito do gestor de PCP, há perdas de 2% a 5% de materiais por mês, ou algo superior a cem mil reais. Um montante considerável e que remuneraria o investimento da customização de apontamento de produção em um ou dois meses, caso a ferramenta seja 100% eficaz; e
- 6) É uma ferramenta importante para mitigar perdas no processo de produção e servirá também como base para que a A1 cumpra suas metas de crescimento (e de lucro) estabelecidas para os próximos anos.

Entretanto, não é uma ferramenta completa, como segue:

- 1) Por se tratar de uma ferramenta nova, tanto consultoria, quanto a empresa A1 passarão por uma fase de adaptação para compreender o comportamento da customização quando esta estiver em pleno uso e há um risco pequeno, mas há, de que ela não tenha o desempenho esperado, como não mostrar as atualizações na tela de controle do apontamento da produção;
- 2) É uma ferramenta apenas para controle visual, sem qualquer suporte matemático para a tomada de decisão, ao contrário do que os algoritmos contidos em um *software* APS oferecem ao propor novas programações para tomadas de decisão de acordo com o que está acontecendo no ambiente de produção;
- 3) Não possuir um suporte matemático que permita analisar a produção gera uma responsabilidade que recai sobre o gestor da produção, ou seja, ele é o único capaz de entender os dados que o DAX apresenta e dependerá exclusivamente da sua experiência pessoal para interpretar as informações e utilizar a ferramenta da

melhor forma possível em suas decisões. Isto não contradiz o que foi exposto na fundamentação teórica da pesquisa, onde se afirma que nenhum sistema de administração da produção é completamente independente da análise humana para a tomada de decisões. Apenas reforça-se o conceito de que a ausência de uma ferramenta que provenha certa análise dos dados poderia ser mais proveitosa ao gestor do PCP e até mesmo essencial caso este venha a deixar a companhia e seu substituto ainda não tenha completo domínio sobre os processos produtivos da A1;

- 4) Não é uma ferramenta isenta de falha humana. Pelo contrário, é 100% dependente de pessoas para seu bom proveito, não somente na análise dos dados por parte do gestor de PCP, mas principalmente do envolvimento dos operadores para o apontamento da produção. Desta forma, se não houver um trabalho de cobrança dessa atividade entre os operadores, o servidor não receberá as informações que compõem o *cockpit* de acompanhamento da produção e conseqüentemente tornará a customização inútil para a finalidade a qual foi projetada; e
- 5) Sua limitação operacional, baseada apenas na atividade humana para a alimentação do sistema com dados, faz com que ela se torne inviável em um futuro próximo, de crescimento da companhia, ou seja, dobrar a atual capacidade de produção irá dobrar o número de informações geradas pelo DAX na ordem de até oito mil operações mensais. Isso se mostra como um número inviável para ser analisado por uma pessoa, sem qualquer outra ferramenta que a auxilie no gerenciamento da produção e recai a uma necessidade de instalação de uma solução APS, cujos custos de implantação serão maiores do que aqueles despendidos nesta customização.

4. Considerações finais

Esta pesquisa abordou uma forma de se customizar um sistema ERP, ainda em fase de implantação, em uma manufatura de produtos metalúrgicos. Foi avaliada a forma como uma customização voltada ao apontamento da produção pode ser importante para uma empresa que trabalha com um grande número mensal de pedidos e que necessita ter maior controle sobre sua produção não apenas para sustentar um possível crescimento dos negócios, mas para minimizar as perdas de materiais em processo que já existem, as quais nunca foram completamente levantadas pela empresa e que foram estimadas pela própria consultoria de implantação do ERP (tarefa que não lhe cabia e que está sujeita a erros ou incoerências no levantamento dos dados, justamente porque ferramentas de controle e de gestão não são o *core business* da consultoria).

O sistema ERP citado nesta pesquisa, o Dynamics AX 2102 R2, é um sistema robusto, que apresenta uma arquitetura segura para o armazenamento de dados e de fácil manuseio por usuários familiarizados com outros produtos da fabricante Microsoft. Contudo, é uma ferramenta nova no mercado se comparada com seus principais concorrentes, tem apenas uma década de mercado e que, como boa parte dos pacotes ERP vendidos em sua configuração padrão, não atende por completo empresas que possuem linhas de produção onde necessitam de controles mais finos para gerir as atividades, que foi o caso da empresa metalúrgica mencionada durante o trabalho.

Apesar da sua aparente limitação inicial, esse sistema ERP é flexível ao ponto de permitir o desenvolvimento de interações entre as informações com as quais opera, sejam elas simples (como a apresentação visual dos dados, apenas) ou complexas (pela inserção de *software plug-in* que aumente a capacidade operacional do sistema, por exemplo).

No caso estudado, a flexibilização do ERP foi do tipo simples, focando na consolidação de dados já disponibilizados (em sua maioria) pelo sistema para a construção de uma ferramenta de apontamento da produção que permitirá aos gestores da produção, em sua essência, terem maior visibilidade sobre o que, quando, onde e quem está executando determinada ordem de produção (algo muito esperado pela metalúrgica com a implantação do Dynamics AX 2012).

Porém, não é uma solução totalmente segura do ponto de vista da prática operacional, uma vez que dependerá dos operadores para a correta inserção de dados no ERP, além de ser controlada por um único gestor que contará com sua experiência profissional para analisar as informações e tirar suas próprias conclusões nas tomadas de decisão. Talvez tenha sido um ponto falho na elaboração do projeto, que poderia verificar a existência de algum *plug-in* APS que poderia ser adicionado ao ERP, incrementando tanto o projeto, quanto a própria solução de apontamento da produção, proporcionando ao gestor da manufatura melhores resultados de controle da produção ao oferecer opções ou caminhos alternativos àqueles que ele seguiria naturalmente por intuição.

Os resultados práticos da customização ainda não são mensuráveis, uma vez que sua operação está prevista para o segundo semestre de 2015 e carecerá de ajustes conforme o volume de informações aumenta gradativamente dentro do servidor do ERP, mas como a maioria das informações utilizadas pela ferramenta já fazem parte da configuração padrão do Dynamics AX 2012, espera-se que não haja contradições ou perdas dos dados apresentados.

Independente do seu atendimento imediato ou da sua necessidade de customização, sistemas ERP são hoje a mais poderosa ferramenta computacional de gestão integrada, apoiando decisões nos diversos departamentos que compõem uma organização, reduzindo o tempo de resposta a qualquer mudança (seja ela de prioridade nas vendas ou de produção, por exemplo), o que simboliza um decisivo diferencial competitivo da companhia no mercado. Entretanto, implantar ferramentas ERP demandam tempo, trabalho e dinheiro, e por tais motivos sua implantação deve obedecer às prioridades e estratégias que a direção de uma empresa estabelece para o seu futuro.

Finalmente, estudos sobre ferramentas computacionais de gestão e suas customizações aplicadas em casos específicos não são inéditos e já abordaram uma grande variedade de temas e estudos, mas a análise de um *software* relativamente novo, mostrando suas vantagens e desvantagens, além de ser uma fonte de pesquisa para novos trabalhos científicos relacionados ao tema, é também uma fonte bibliográfica disponível a engenheiros, empresários e outros profissionais que buscam e estudam a aplicação dos mais adequados sistemas computacionais de gestão e controle da produção nas empresas em que atuam.

Referências bibliográficas

- AYERS, J. B. *Handbook of supply chain management*. Boca Raton: CRC Press, 2001.
- BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. *Produção*, v.16, n.3, p.375–386, Set./Dez. 2006.
- CONTADOR, J. C. *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher, 1998.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- DE GIOVANNI, L.; PEZZELLA, F. An improved genetic algorithm for the distributed and flexible job-shop scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, doi: 10.1016/j.ejor.2009.01.008, 2009.
- ERHART, A.; FAÉ, C. S. A introdução de ferramentas APS nos sistemas de planejamento, programação e controle da produção. In: XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre. *Anais do XXV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Porto Alegre: ABEPRO, 2005.
- EVANS, J.R. *Production/operations management: quality, performance, and value*. 5. ed. Minneapolis: West Publishing Company, 1997.
- FAKHRZAD, M. B.; ZARE, H. K. Combination of genetic algorithm with Lagrange multipliers for lot-size determination in multi-stage production scheduling problems. *Expert Systems with Applications*, v.36, p.10180-10187, 2009.
- FERREIRA, A. B. H. (Ed.). *Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995. Edição encartada semanalmente no jornal Folha de S. Paulo, de outubro de 1994 a fevereiro de 1995.

FUSCO, J. P. A. et al. *Administração de Operações: da formação estratégica ao controle operacional*. São Paulo: Arte & Ciência, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAURINDO, F. J. B. et al. Selecionando uma aplicação de tecnologia da informação com enfoque na eficácia: um estudo de caso de um sistema para PCP. *Gestão & Produção*, v.9, n.3, p.377-396, dez. 2002.

LEE, Y. H.; JEONG, C.S.; MOON, C. Advanced planning and scheduling with outsourcing in manufacturing supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, v.43, p.351-374, 2002.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da produção*. 2.ed. ver., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MENEZES, P. A. C.; GONZÁLES-LADRÓN-DE-GUEVARA, F. Maximización de los beneficios de los sistemas ERP. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, v.7, n.1, p.05-32, 2010.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. *Gestão & Produção*, v.15, n.1, p.33-42, 2008.

METAXIOTIS, K. S.; PSARRAS, J. E.; ERGAZAKIS, K. A. Production scheduling in ERP systems: an AI-based approach to face the gap. *Business Process Management*, v.9, n.2, p.221-247, 2003.

Microsoft Dynamics AX 2012 R2. Acesso em: 10 dez. 2014.

Microsoft Dynamics Sure Step 2010. Disponível em:
<<https://mbs.microsoft.com/partnersource/partneressentials/serviceplans/suresetp/>>.

Acesso em: 15 out. 2014.

MOON, C.; SEO, Y. Evolutionary algorithm for advanced process planning and scheduling in a multi-plant. *Computers & Industrial Engineering*, v.48, p.311–325, 2005.

MOON, C. et al. Integrated process planning and scheduling in a supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, v.54, p.1048–1061, 2008.

PADILHA, T. C. C. et al. Tempo de implantação de sistemas ERP: análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projeto. *Gestão & Produção*, v.11, n.1, p.65-74, jan./abr. 2004.

PADILHA, T. C. C.; MARINS, F. A. S. Sistemas ERP: características, custos e tendências. *Revista Produção*, v.15, n.1, p.102-113, jan./abr. 2005.

Portal ERP. Disponível em: <<http://portalerp.com/noticias/118-destaques/1299-infografico-mercado-de-erp-2013>>. Acesso em: 31 jan. 2015.

SANGSTER, A.; LEECH, S. A.; GRABSKI, S. Implementations and their impact upon management accountants. *Journal of Information Systems and Technology Management*, v.6, n.2, 2009.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. *Princípios de administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2013.

SOUZA, C. A.; SACCOL, A. Z. *Sistemas ERP no Brasil: teoria e casos*. São Paulo: Atlas, 2003.

TEIXEIRA JR, R. F. *Sistema de apoio à decisão para programação da produção em fundições de mercado*. São Carlos: [s.n.], 2005. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

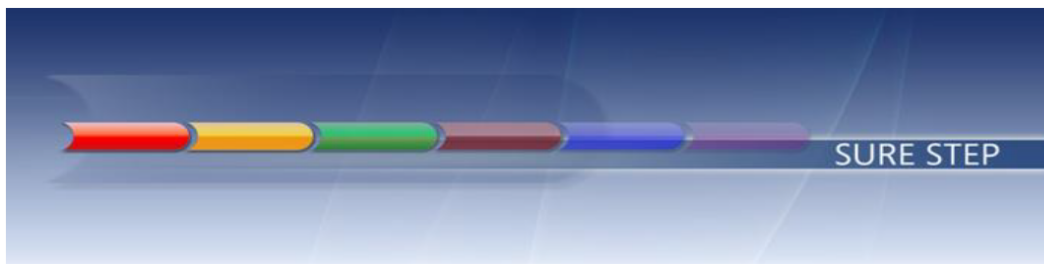
ZHOU, H.; CHEUNG, W.; LEUNG, L. C. Minimizing weighted tardiness of job-shop scheduling using a hybrid genetic algorithm. *European Journal of Operational Research*, v.194, p.637-649, 2009.

Anexo 2 – Cartão de roteiro

| | | CARTÃO DE SEGUIMENTO | | |
|---|---|---------------------------------------|---|---------------------|
| | | OP N° | BLN-000267 | Volume: 0 |
| Código do Produto: ESP80940-S | Descrição do Produto: PARAF.SEXT RJ FLANG.M10-1,50X115 SEMI-ACABADO | | Data Emissão: 23/3/2015 0:00:00 | |
| Cliente: CASA DO PARAFUSO | Quantidade (Pçs): 2000 | Quantidade (Kg): 0 | Danfe n°: | |
| Código da Matéria-Prima: AR10B22E-09.80 | Descrição da Matéria-Prima: ARAME 10B22 ESFEROIDIZADO - 9,80 MM | | N° do RI: BLN-005572 | |
|  | | Data de Entrega: 03/30/2015 | N° do Desenho: Desenho de teste | |
| 7890203504862 | | | | |

| Processos | | | | | | | | |
|------------------|-------------------|-------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|----------------|----------|--------|
| Seq. | Processo | Equipamento | Tipo | Data Programada Início | Data Programada Fin | Data Realizada | Operador | Status |
| 1 | Prensa | P-126 | Prensa BIAULI - 24B3S | 30/3/2015 | 30/3/2015 | | | |
| | Dados da Operação | | | | | | | |
| 2 | Rosquear | R-100 | Laminadora CHARNG GUEY - CGR406H | 30/3/2015 | 31/3/2015 | | | |
| | Dados da Operação | | | | | | | |
| 3 | Centrifuga | CE-001 | Centrífuga de Parafuso | 31/3/2015 | 1/4/2015 | | | |
| | Dados da Operação | | | | | | | |
| 4 | Trat.Term | TT-001 | Forno de Têmpera e Revenimento | 1/4/2015 | 12/2/2016 | | | |
| | Dados da Operação | | | | | | | |
| 5 | TS-Externo | TS-EX | Tratamento Superficial Externo | 12/2/2016 | 12/5/2017 | | | |
| | Dados da Operação | | | | | | | |

Anexo 3 – Desenho de Design Funcional



Documento de design funcional
Personalizações

Apontamento de Produção

Cliente / Projeto
A1

Área Funcional
Manufatura

Preparado por
Adriano Nunes

Sumário

| | |
|--|----------|
| 1. Folha de revisão e aprovação | 2 |
| 2. Introdução | 2 |
| Histórico | 2 |
| Usuário Chave/Depto | 2 |
| 3. Justificativa | 2 |
| Finalidade da modificação | 2 |
| Considerações | 2 |
| 4. Descrição da modificação | 2 |
| Fluxo de processo | 2 |
| Integração de Dados | 2 |
| • Volume de Dados | 2 |
| • Sincronicidade | 3 |
| • Execução | 3 |
| • Mapeamento | 3 |
| Adição ou Modificações em formulários | 3 |
| Adição ou Modificações em tabelas | 5 |
| Modificações nos processos | 5 |
| Outras modificações | 8 |
| 5. Tratamento de erro | 8 |
| 6. Scripts de Testes | 8 |
| Fluxo de processo | 8 |

1. Folha de revisão e aprovação

Registro de mudanças

| Data | Autor | Versão | Referência da mudança |
|------------|---------------|--------|-----------------------|
| 10/12/2014 | Adriano Nunes | 1.0 | Versão inicial |
| 28/01/2015 | Adriano Nunes | 1.2 | Versão revisada |

2. Introdução

Histórico

O Microsoft Dynamics AX, por padrão, não disponibiliza de métodos de entrada automáticos para o apontamento da execução das ordens de produção, pois se trata de uma customização particular ao cliente A1.

Usuário Chave/Depto

Gestor de PCP – A1

3. Justificativa

Finalidade da modificação

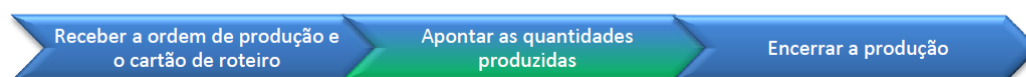
Customizar ferramenta de apontamento da produção que permita visualizar, as informações relacionadas à execução de uma ordem de produção.

Considerações

O apontamento será feito em computadores localizados na fábrica, ligados diretamente a um *client* do AX, alimentando seu banco de dados.

4. Descrição da modificação

Fluxo de processo



Integração de Dados

Aplicável.

- **Volume de Dados**

A A1 atualmente possui um ciclo de 1.000 Ordens de Produção em aberto (aproximadamente) e o processo de controle é realizado pontualmente por operação. Assim, cada Ordem de Produção pode gerar quatro documentos a serem impressos, ou seja, para toda a fábrica há um total aproximado de 4.000 documentos impressos.

- **Sincronicidade**

Aplicável.

- **Execução**

O sistema irá exportar os dados nos servidores da A1. O Dynamics AX monitorará os dados, lendo e processando as informações.

A indicação das pastas no servidor será definido e parametrizado pela equipe de Desenvolvimento.

- **Mapeamento**

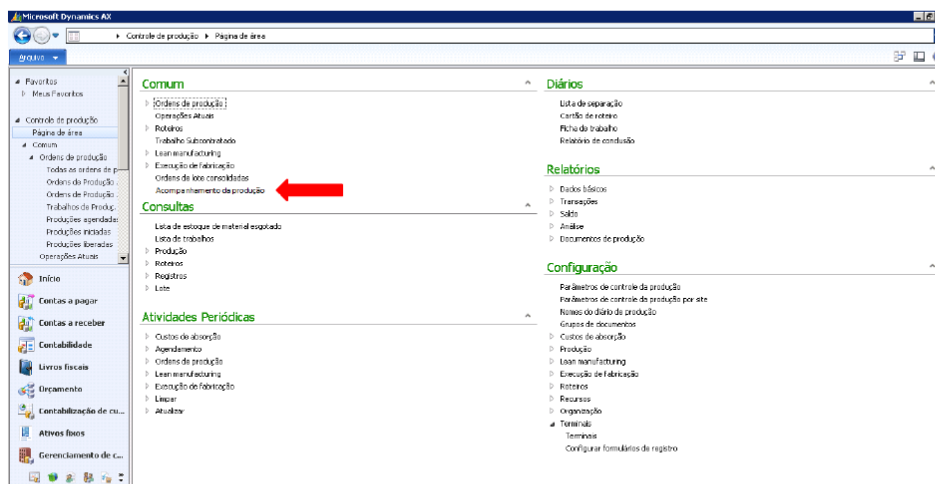
O monitoramento deverá executar a leitura em tempo real para a pasta especificada, o DAX deverá ler e processar a informação. Para que a informação seja processada corretamente, será necessário levar ao Dynamics AX as informações obrigatórias no Cartão de Roteiro.

Adição ou Modificações em formulários

Criação do Cockpit de Acompanhamento da Produção

Sugestão de caminho:

Controle de produção/Comum/Acompanhamento da Produção



Ao clicar neste ícone, seria aberto um *cockpit* semelhante à tela a seguir, onde seria possível visualizar o status, a ordem de produção, o número do item, o número da operação, o nome da operação, nome do operador, a data da Ordem de Produção, a quantidade produzida, o saldo a produzir, entre outras informações.

Importante: o comando Ctrl+G (filtrar) continuaria sendo utilizável nesta tela, como nas demais telas padrões do Microsoft AX. Através deste comando, o usuário poderia filtrar a informação que deseja visualizar.

Vale ressaltar que este cockpit se trata apenas de uma tela para acompanhar as ordens de produção. A constante alimentação dos seus dados não será voltada para a criação de registros. Exceto no encerramento da última operação de uma determinada ordem de produção, onde seria gerado um Relatório de Conclusão (padrão do AX).

The screenshot shows the Microsoft Dynamics AX interface for production order tracking. The main window displays a table with the following data:

| Ordem de produção | Oper | Nome da operação | Número do item | Nome do colaborador | Data | Quantidade produzida | Saldo a produzir |
|-------------------|------|------------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|------------------|
| LN-0002 | 10 | PRENSA | LN-00123 | Rafael Antunes | 18/02/2014 | 1.000,00 | 2.000,00 |
| LN-0004 | 20 | CORTE | LN-00157 | Adriano dos Santos | 18/02/2014 | 50,00 | 75,00 |

Seguem abaixo os campos que deverão aparecer neste novo grid, não necessariamente na ordem abaixo. Como nos demais grids do DAX, aqui deverá ser possível o usuário movimentar as colunas, ocultar e exibir as colunas conforme desejar.

- 1) Ordem de produção → (ProdTable.Proid)
- 2) Número do item → (ProdTable.ItemId)
- 3) Nome do produto → ProdTable(ProdTable).Name
- 4) Cliente → Customer.Name
- 5) Operação → (ProdRoute.OprNum)
- 6) Nome da operação → (ProdRoute.OprId)
- 7) Quantidade do pedido → (ProdTable).QtySched
- 8) Quantidade produzida (sem erros, em unidades do item) → (ProdTableJour).QtyGood
- 9) Quantidade rejeitada (com erros, em unidades do item) → (ProdTableJour).QtyError
- 10) Saldo a produzir (em peças) → (ProdTable).RemainInventPhysical
- 11) Unidade → (Invent).UnitId
- 12) Status da produção → CAMPO PARA CUSTOMIZAR → Programado/Iniciado/Concluído
- 13) Data início programada (da OP) → (ProdTable).SchedStart
- 14) Data fim programada (da OP) → (ProdTable).SchedEnd
- 15) Data fim realizada (da Operação, não da OP) → ProdRoute(ProdRoute).ToDate
- 16) Data entrega pedido programada → (ProdTable).DivDate
- 17) Status da entrega → CAMPO PARA CUSTOMIZAR → Em dia/Atrasado → indicação do status da entrega ordem apontada, conforme regra a ser criada.

- 18) Colaborador → (DataSource1.Name)
 19) Código matéria-prima → (ProdBOM.InventTransId)
 20) Observação → campo de texto livre (até 40 caracteres)

Adição ou Modificações em tabelas

Não aplicável

Modificações nos processos

Etapas para criação de linhas da tela de Acompanhamento da Produção, de início de produção, de parada de produção e de lançamento do Diário de Cartão de Roteiro.

Etapa 1) Qualquer linha de ordem de produção com status “Criado”, gerada no caminho **Controle de produção/Comum/Ordens de produção/Todas as ordens de produção**, automaticamente criaria uma nova linha na tela de Acompanhamento de Produção.

Etapa 2) Utilizando um leitor de código de barras instalado em local a ser definido pela A1, o colaborador “lê” o código de barras existente no seu crachá de identificação. Neste momento, o AX não exibe nenhuma informação na tela de Acompanhamento de Produção. Aqui, será criada apenas uma informação, oriunda da tabela (**DataSource1.Name**).

Opção sugerida pela A1: opção de digitação do número de matrícula do operador, com até 14 caracteres.

Etapa 3) Utilizando o mesmo leitor de código de barras, o operador “bipa” o código de barras existente no Cartão de Roteiro. Com as informações contidas neste Cartão, o AX já associa a Ordem de Produção a um colaborador.

| CARTÃO DE SEGUIMENTO | | | | | |
|---|------------------------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| OP Nº | | (sua impressão pelo sistema) | | Volume | (sua impressão pelo sistema) |
| Código do Produto: | Descrição do Produto: | | | Data Emissão: | |
| (sua impressão pelo sistema) | (sua impressão pelo sistema) | | | (sua impressão pelo sistema) | |
| Cliente: | Quantidade (Pça): | Quantidade (kg): | Danfe Nº: | | |
| (sua impressão pelo sistema) | (sua impressão pelo sistema) | (campo serviço terceiros, sua impressão pelo sistema) | (campo serviço terceiros, sua impressão pelo sistema) | | |
| Código da Matéria-Prima: | Descrição da Matéria-Prima: | | Nº do RI: | | (sua impressão pelo sistema) |
| (sua impressão pelo sistema) | (sua impressão pelo sistema) | | (sua impressão pelo sistema) | | (sua impressão pelo sistema) |
|  | | | Data de Entrega: | Nº do Desenho: | |
| (código de barra numerado (sua impressão pelo sistema)) | | | (sua impressão pelo sistema) | (sua impressão pelo sistema) | |

Código de barras contendo dados da Ordem de Produção

Etapa 4) Utilizando o mesmo leitor de código de barras, o operador “lê” um código de barras existente no seu centro de trabalho. Neste momento, o AX identificaria de qual Ordem de Produção, de qual operação se trata, quem está realizando a tarefa e somaria as informações geradas nas etapas 1, 2 e 3, criando uma linha com todas as informações. Aqui também seriam exibidas as informações oriundas das tabelas (**ProdRoute.OprNum**) e (**ProdRoute.OprId**).

Nesta etapa, ao observar o cockpit de Acompanhamento da Produção, entende-se que o usuário passaria a visualizar quais ordens de produção estão sendo executadas naquele momento pela fábrica.

Para recursos de máquinas com capacidade infinita, obrigatório o operador selecionar o recurso no apontamento, ou seja, confirmar ou corrigir na tela de apontamento qual será o equipamento usado para executar a produção.

Etapa 5) Utilizando o mesmo leitor de código de barras, o operador “lê” novamente o código de barras – padrão EAN – existente no Cartão de Seguimento, agora para parar a produção no seu centro de trabalho. Neste momento o AX não altera a tela de Acompanhamento da Produção.

Aqui, o AX habilita o operador para inserir as quantidades produzidas e as quantidades defeituosas, através de um simples teclado numérico. Esta etapa é obrigatória e seria da seguinte forma:

- “Ler” o código de barras do Cartão de Seguimento para parar a produção;
- Informar a Quantidade produzida: digitar a quantidade + Enter;
- Informar a Quantidade rejeitada: digitar a quantidade + Enter.

Se não houver quantidade produzida ou rejeitada, digitar “0” (zero) + Enter.

Importante: Se o operador não inserir as 2 quantidades acima, não seria possível executar a próxima etapa. Criar-se-ia uma trava no AX que não permite a inclusão de valores vazios, ou seja, executar qualquer ação ao teclar Enter sem que o operador insira algum valor de 0 (zero) a 99.999.999 (8 dígitos, como sugestão).

Etapa 6) Utilizando o mesmo leitor de código de barras, o operador “lê” pela terceira vez o código de barras existente no Cartão de Seguimento, agora para finalizar todos os registros e encerrar a produção no seu centro de trabalho.

Cockpit de apontamento na fábrica

Verificar com equipe de infraestrutura e desenvolvimento como será o acesso ao Dynamics AX para o usuário na linha de produção, via TS.

Para o operador(a), em seu centro de trabalho, haverá disponível uma máquina instalada em local definido pela A1 onde será possível apontar e consultar as informações básicas das ordens de produção executadas.

Sugere-se um cockpit de acompanhamento simples, conforme abaixo:

Campo 1 – ID Operador → (DataSource1.Name)

Campo 2 – CÓDIGO DE BARRAS DA OP → Código de barras, que aparece no Cartão de Roteiro

Campo 3 – Nº Lote de matéria-prima → (InventDim).inventBatchId

Campo 4 – Data inicial → (ProdTable).StUpDate

Campo 5 – Data final → (ProdJournalTable).PostedDateTime.

Campo 6 – Hora final → Informado pelo sistema. Horário do apontamento

Campo 7 – Hora inicial → Informado pelo sistema. Horário do apontamento

Campo 8 – Peças ruins → (ProdParmReportFinished).QtyError

Campo 9 – Peças boas → (ProdParmReportFinished).QtyGood

Campo 10 – Status → (ProdTable).ProdStatus

Campo 11 – Máquina/Centro de Operação → (ProdRoute.OprId)

Campo 12 – Operação → (ProdRoute.OprNum)

Campo 13 – Nome do item → ProdTable(ProdTable).Name

Campo 14 – Nº Ordem de Produção → ProdTable(ProdTable).ProdId**Outras modificações**

Não aplicável

5. Tratamento de erro

O sistema AX não lançaria um diário de Início de produção, exceto quando se tratar da primeira etapa de produção de um item. Também não lançaria um diário de Relatório de Conclusão, exceto ao se apontar a conclusão da última etapa definida pelo Roteiro do produto, ou seja, o último apontamento do último cartão de seguimento, na última operação, é que finaliza a Ordem de Produção.

Não apontar quantidades sem uma seleção de Lote de Matéria Prima (campo 31).

Não haverá reserva, nem transferência de matéria prima. Ela é consumida diretamente no estoque, durante o apontamento.

Se a quantidade produzida for menor do que a requisitada na OP, quem poderá encerrá-la manualmente será o usuário Supervisor/Gestor de Produção.

6. Scripts de Testes**Fluxo de processo**

- 1) Operador receber em mãos os documentos impressos para produção (Cartão de Seguimento obrigatório, Ordem de Produção e Registro de Inspeção, se aplicável);
- 2) Fazer a leitura de código de barras do crachá de identificação;
- 3) Bipar o código de barras do Cartão de Seguimento;
- 4) Bipar o código de barras do seu centro de trabalho;
- 5) Bipar novamente o Cartão de Seguimento para incluir as quantidades produzidas e rejeitadas;
- 6) Inserir as quantidades produzidas e as quantidades rejeitadas e;
- 7) Bipar novamente o Cartão de seguimento para encerrar a produção.