



Production

ISSN: 0103-6513

production@editoracubo.com.br

Associação Brasileira de Engenharia de

Produção

Brasil

FAVARETTO, FÁBIO

Melhoria da qualidade da informação no controle da produção: estudo exploratório
utilizando Data Warehouse

Production, vol. 17, núm. 2, mayo-agosto, 2007, pp. 343-353
Associação Brasileira de Engenharia de Produção
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396742030011>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Melhoria da qualidade da informação no controle da produção: estudo exploratório utilizando Data Warehouse

FÁBIO FAVARETTO
PUCPR

Resumo

As necessidades de informações para tomadas de decisão ocorrem em qualquer tipo de empresa. Informações de baixa qualidade podem prejudicar estas decisões. Empresas de manufatura baseiam muitas decisões nas informações sobre a produção realizada, que é gerada pelo processo de controle da produção. Os sistemas de informação normalmente utilizados para suporte a este processo são limitados para a geração de informações abrangentes e integradas. O objetivo deste artigo é apresentar a proposta de um *Data Warehouse* (DW) para geração de informações de suporte ao processo de controle da produção, com a garantia de melhoria na qualidade da informação disponibilizada aos usuários. Para isto, serão analisadas quais informações devem ser disponibilizadas, com base no alinhamento entre o desenvolvimento do DW e a estratégia de manufatura da empresa. O projeto do DW será baseado em algumas atividades que garantem a qualidade da informação. Como resultado, será apresentada uma proposta de melhoria da qualidade da informação no controle da produção como uma seqüência de etapas para o desenvolvimento do DW.

Palavras-chave

Qualidade da informação, gerenciamento da informação, *Data Warehouse*, controle da produção.

Information quality improve on production control: an exploratory study using Data Warehouse

Abstract

Every kind of enterprise needs information to support decision making. Low quality information can damage these decisions. Manufacturing enterprises take some decisions using past production information generated in production control process. Information systems that support this process are usually limited in generating integrated and long range information. The main goal of this article is to present a Data Warehouse (DW) development proposal. This DW will generate required production control information and assure that this information will have high quality. The first step of this research is to analyze what information should be available regarding the enterprise manufacturing strategy. DW design will contain some activities to assure information quality. A proposal to improve production control information quality using a DW is expected as a result.

Key words

Information quality, information management, Data Warehouse, production control.

INTRODUÇÃO

Ambientes de manufatura envolvem muitas decisões. Algumas destas são tomadas com base no conhecimento das atividades de produção realizadas. O processo de controle da produção é o responsável por coletar e registrar dados sobre os eventos relacionados à produção. Devido à variedade e quantidade destes eventos, o volume de dados gerados e armazenados tende a ser grande, principalmente quando ocorre a coleta automática destes dados ao longo do processo de produção. Nesta situação, são necessárias tecnologias que suportem o armazenamento e processamento de grandes volumes de dados para fornecer informações aos decisores sobre a produção realizada.

O processo de controle da produção é o responsável por coletar e registrar dados sobre os eventos relacionados à produção.

Os tradicionais bancos de dados relacionais e os sistemas de informação (SI) transacionais que usualmente fazem o gerenciamento dos dados de controle da produção são eficientes no armazenamento e geração de relatórios padronizados, porém limitados na geração de informações definidas pelo usuário. Estes SI transacionais geram relatórios predefinidos que atendem às necessidades de informações específicas dos usuários destes. Informações mais abrangentes, elaboradas e integradas (compostas com dados de outros SI) não podem ser geradas sem a realização de consolidações manuais ou através do desenvolvimento de novos SI por pessoal especializado.

Para Miller *et al.* (2001), empresas de qualquer tipo devem desenvolver-se e reagir a mudanças no ambiente, alavancando informações para tomar decisões efetivas e por meio disto sustentar sua viabilidade no ambiente global. O objetivo de gerenciar informações é suportar a solução de problemas e a tomada de decisão.

Para a geração de relatórios e informações especiais, definidos pelos usuários, existem atualmente alguns conceitos sendo aplicados nas empresas, que são evoluções ou complementos dos SI transacionais. O *Data Warehouse* (DW) é um conceito de gerenciamento de dados e informações que permite a geração destas informações abrangentes, elaboradas e integradas, de maneira relativamente simples, pelos próprios usuários.

Entretanto, a disponibilidade de informações integradas e abrangentes em grande volume não é suficiente para resolver os problemas de informações das organizações. Beuren (2000) afirma que a solidez das decisões pode ser

afetada pela qualidade das informações utilizadas, e que infelizmente, a qualidade da informação geralmente não é boa ou é deficiente, conduzindo os gestores a não tomarem as melhores decisões.

De acordo com Dravis (2004), a implantação de DW é uma iniciativa que deve suportar projetos de melhoria de qualidade de dados. Desta forma, o problema que originou esta pesquisa pode ser definido na questão: como contribuir para a melhoria da qualidade da informação (QI) no processo de controle da produção? Algumas iniciativas alternativas poderiam ser tomadas neste sentido. Este estudo irá explorar a utilização de um DW com esta finalidade. Assim, o objetivo deste artigo é investigar se a utilização do *Data Warehouse* pode melhorar a QI no processo de controle da produção.

O resultado esperado com o desenvolvimento deste artigo é a proposta de um processo de criação de DW para controle da produção que garanta uma boa qualidade da informação aos decisores.

A estrutura deste trabalho é detalhada a seguir. Após esta introdução é descrita a metodologia empregada. A seguir são apresentadas pesquisas anteriores de outros autores que embasaram este trabalho e a contribuição esperada dele. Continuando, serão destacados os conceitos sobre a qualidade da informação e definidas as informações necessárias para o controle da produção. Nas próximas seções serão apresentados os conceitos de DW, a possibilidade de sua utilização para controle da produção, o modelo de dados do DW proposto e feitas considerações sobre a garantia da melhoria da qualidade dos dados. Finalmente, são apresentados os resultados e conclusões obtidos com este trabalho.

METODOLOGIA

Este artigo apresenta uma pesquisa descritiva, que segundo Cervo e Bervian (2002) observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los. Serão descritos os conceitos do DW e as atividades e informações necessárias ao controle da produção, na tentativa de correlacioná-los para melhoria da qualidade da informação.

A coleta de dados será feita através de pesquisa bibliográfica (conceitos de DW, qualidade da informação e controle da produção) e observação (definição das informações para controle da produção).

Para atender ao objetivo proposto, a metodologia a ser utilizada está baseada em quatro etapas de pesquisa a serem realizadas. A primeira etapa é a revisão bibliográfica descrita acima. A segunda etapa identificará os dados necessários

para o controle da produção, com base nas atividades realizadas neste processo e em consonância com a estratégia de manufatura da empresa. A terceira etapa será definir um modelo de dados para o DW proposto. A última etapa irá apresentar atividades para a criação do DW para o controle de produção que possibilite uma melhoria na qualidade da informação gerenciada.

PESQUISAS ANTERIORES

Nesta seção serão apresentadas as pesquisas realizadas anteriormente por outros pesquisadores e que contribuiriam para o desenvolvimento deste trabalho.

Em Bonjour *et al.* (1997), o objetivo do trabalho foi estudar a sensibilidade de heurísticas de seqüenciamento da produção à qualidade dos dados utilizados como entrada, principalmente aqueles provenientes do chão-de-fábrica. Estes autores afirmam que os dados que descrevem as atividades de chão de fábrica devem ser de boa qualidade para assegurar que o planejamento e o seqüenciamento da produção sejam eficientes. São apresentadas métricas para medir a falta de qualidade dos dados, que são utilizadas em simulações da realização do seqüenciamento da produção. Os autores ainda afirmam que é razoável esperar uma falta de acuracidade que varia entre 10 e 20% dos dados gerados no chão de fábrica, que é o caso dos dados de controle da produção. Os principais dados tratados são os tempos de processamento estimado e real.

No trabalho de McKay e Wiers (2003) são definidas as principais tarefas relacionadas ao planejamento da produção, entre elas o controle da produção. Especificamente para esta tarefa, é destacado o fato de que são gerados dados muito detalhados que podem afetar outras etapas do planejamento e a qualidade do resultado geral da empresa.

Kwak e Yih (2004) apresentam uma proposta de aplicação de *Data Mining* (DM) para controle da produção. O DM é uma forma de extração de informações significativas a partir de dados estruturados, como aqueles fornecidos por um ambiente de DW. Os autores justificam este trabalho devido ao grande volume de dados de controle de produção normalmente gerados em empresas de manufatura. Segundo os autores, estes dados podem conter informações preciosas sobre as operações realizadas, assim como podem demonstrar possíveis anomalias. Os principais dados trabalhados na pesquisa de Kwak e Yih (2004) são tempos, principalmente aqueles relacionados com espera em filas e de processamento em operações.

Em Fortulan e Gonçalves Filho (2005) é apresentado um modelo de dados para DW que utiliza informações de chão-de-fábrica. Esta proposta é justificada pela pouca utilidade dos dados brutos para suportar decisões de alto nível. Os

dados utilizados pelos autores são relacionados a um comportamento cotidiano de uma área típica de chão-de-fábrica, e refletem as informações daquilo que mais interessa aos clientes, que são custo, qualidade e prazo.

CONTRIBUIÇÃO

A contribuição deste trabalho está na apresentação de uma proposta para melhorar a qualidade das informações utilizadas especificamente no processo de controle da produção. Para tanto, foi feito inicialmente um levantamento de quais poderiam ser estas informações, com base nas atividades realizadas no processo em foco e no suporte à estratégia de manufatura. A forma empregada para garantir a melhoria da qualidade da informação é a utilização de um *Data Warehouse*, conforme apresenta a literatura citada neste trabalho. Trabalhos futuros farão a validação e refinamento desta proposta.

QUALIDADE DA INFORMAÇÃO NO CONTEXTO DAS DECISÕES

De acordo com Miller *et al.* (2001), o processo de tomada de decisão é geralmente representado como um elo fechado, onde aqueles que tomam a decisão recebem informações sobre o ambiente. Então, reagindo ao estado percebido do ambiente, as decisões são tomadas e ações são feitas mudando o ambiente. O ciclo então se repete.

 que pode ser considerado uma boa informação em um caso pode não ser suficiente em outro caso.

A percepção da qualidade da informação depende da real utilização desta. O que pode ser considerado uma boa informação em um caso pode não ser suficiente em outro caso. Esta relatividade da qualidade apresenta um problema. A qualidade da informação gerada por um sistema de informação depende de seu projeto. Ainda, o uso real da informação está fora do controle do projetista. Portanto, é importante prover uma definição de orientação de projeto de um SI com qualidade da informação (WAND e WANG, 1996).

Segundo Wang *et al.* (2000), um problema que a má qualidade da informação provoca, muito pior que o custo direto, é o descrédito interno e externo e suas consequências sobre os processos de tomada de decisão, e sobre a percepção que os clientes e fornecedores formam acerca dos sistemas da empresa. Por outro lado, uma boa qualidade da informação da organização pode ser considerada uma vantagem compe-

tativa. Ainda são poucas as organizações que adotam práticas estruturadas de gestão da informação e, sem esta prática, é certa a exposição a riscos e falhas nas iniciativas de Tecnologia da Informação e de negócio.

O valor de um sistema é determinado pela qualidade da informação que o mesmo usa e processa. Informação pode ser vista como um bem, com dimensões (atributos) de qualidade que podem ser medidas. Uma vez identificados os atributos, a qualidade da informação pode ser gerenciada (MILLER *et al.*, 2001). Conforme Wand e Wang (1996), a

qualidade da informação é um conceito multidimensional, e assim como um produto físico tem dimensões de qualidade associadas, um produto de informação também tem dimensões de qualidade da informação. As dimensões apresentadas por Wang *et al.* (2000) são apresentadas na Tabela 2.

As dimensões são referências para a qualidade da informação. Em algumas situações, determinado grupo de dimensões podem ser importantes, e este grupo varia conforme a situação. Em um senso comum, a dimensão *acuracidade* é apontada como a própria qualidade da informação.

Tabela 2: Categorias, dimensões e definições da qualidade da informação.

CATEGORIA	DIMENSÃO	DEFINIÇÃO
Intrínseca	Acuracidade (<i>accuracy</i> ou <i>free-of-error</i>)	Quanto a informação é correta e confiável
	Objetividade (<i>objectivity</i>)	Quanto a informação é imparcial
	Credibilidade (<i>believability</i>)	Quanto a informação é considerada como verdadeira e verossímil
	Reputação (<i>reputation</i>)	Quanto a informação considerada em termos de sua fonte ou conteúdo
Acessibilidade	Acessibilidade (<i>accessibility</i>)	Quanto a informação está disponível, ou fácil e rapidamente recuperável
	Segurança no acesso (<i>access security</i>)	Quanto o acesso a informação, é restrito apropriadamente para manter sua segurança
Contextual	Relevância (<i>relevancy</i>)	Quanto a informação é aplicável e útil para a tarefa a ser realizada
	Valor agregado (<i>value-added</i>)	Quanto a informação é benéfica e proporciona vantagens por seu uso
	Temporalidade/oportunidade (<i>timeliness</i>)	Quanto a informação está suficientemente atualizada para a tarefa a ser realizada
	Integridade/perfeição (<i>completeness</i>)	Quanto a informação não está extraviada e é suficiente para a tarefa em amplitude e profundidade
	Quantidade de informação apropriada (<i>appropriate amount</i>)	Quanto o volume da informação é apropriado para a tarefa ser executada
Representação	Interpretabilidade (<i>interpretability</i>)	Quanto a informação está em linguagem apropriada, símbolos e unidades, e as definições são claras
	Facilidade de entendimento (<i>ease of understanding</i>)	Quanto a informação é facilmente compreendida
	Representação concisa (<i>concise representation</i>)	Quanto a informação está compactamente representada
	Representação consistente (<i>consistent representation</i>)	Quanto a informação é apresentada em um mesmo formato
	Facilidade de manipulação /operação (<i>ease of manipulation /operacion</i>)	Quanto a informação é fácil de ser manipulada e aplicada em diferentes tarefas

Fonte: Adaptada de WANG *et al.*, 2000.

Como a qualidade é um atributo que depende da satisfação do usuário, o usuário da informação deve ter meios de medi-la objetivamente. Algumas dimensões podem ser medidas desta forma, como a contagem de dados incompletos (dimensão *integridade*) e o tempo entre sua geração e sua disponibilização (dimensão *temporalidade*). Entretanto, algumas dimensões são subjetivas, como *relavância* e *interpretabilidade*. Neste caso deve haver meios de avaliar a satisfação do usuário da informação.

INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO CONTROLE DA PRODUÇÃO

Nesta seção serão feitas considerações para encontrar um conjunto de informações necessárias à realização do processo de controle da produção. Este processo possui atividades que observam (monitoram) e registram dados sobre os eventos de produção. Segundo Favaretto (2001), o controle da produção tem o objetivo de acompanhar a produção realizada, para que seja comparada com o planejamento. Caso a produção real não seja como a planejada, devem ser tomadas as medidas possíveis, como replanejar as atividades afetadas e postergar entregas. As principais atividades do processo de controle da produção são (FAVARETTO, 2001):

- Controlar equipamento – o objetivo desta atividade é controlar aspectos tecnológicos dos equipamentos de produção. Podem ser controlados parâmetros como a vida útil de ferramentas, quantidades e motivos de paradas, regimes de funcionamento (operando, carregando, preparando e outros), rendimento e outros aspectos de sua utilização;
- Controlar produção de itens – gera informações sobre cada item, componente ou produto produzidos em cada operação de produção.
- Controlar produção de ordens e lotes – Esta atividade gera informações sobre a produção de ordens e lotes para o controle da produção. Algumas ordens de produção podem ser realizadas em mais de um lote, por isso o controle de ambos. Em situações onde cada ordem é processada em um lote único, este controle é indistinto. A realização desta atividade permite o acompanhamento dos programas de produção, sabendo quais operações de cada ordem já foram iniciadas ou finalizadas.
- Registrar informações de controle – Esta atividade tem o objetivo de concentrar e registrar todas as informações de controle coletadas nas operações de produção.

O controle da produção é um processo inserido em outro maior, relacionado com toda a produção (manufatura) de

uma empresa. De acordo com Slack (2002), a vantagem sobre os concorrentes que uma empresa pode obter a partir da manufatura é baseada em cinco vantagens específicas:

- Qualidade – significa fazer certo e indica processos livres de erros;
- Velocidade – significa fazer rápido e indica fluxo rápido;
- Confiabilidade – significa fazer pontualmente e indica operação confiável;
- Flexibilidade – significa mudar o que está sendo feito e indica habilidade de mudar; e
- Custo – fazer barato e ter alta produtividade total.

D*Data Warehouse* (DW) é um ambiente que disponibiliza dados consolidados e integrados propícios à realização de análises em várias dimensões.

A Tabela 1 identifica as informações que devem ser registradas para acompanhar a contribuição de cada atividade em cada uma das vantagens de manufatura. Não é considerada a atividade de Registro das informações de controle, visto que a mesma apenas regista as informações geradas nas outras atividades. Estas informações foram definidas para atender os seguintes requisitos:

- Suporte às atividades do processo de controle da produção. Devem permitir a comparação do planejamento previsto para a utilização dos equipamentos, para a produção de itens, de ordens de produção e de lotes com o realizado;
- Suporte às vantagens de manufatura. Devem fornecer indicadores para acompanhar cada um dos desdobramentos apresentados;
- Atender as colocações feitas pelos autores apresentados na seção Pesquisas anteriores para o controle da produção.

A integração de todas estas informações com atributos de qualidade é o objetivo deste trabalho.

DATA WAREHOUSE

Nesta seção serão apresentados os conceitos de DW que embasaram o desenvolvimento deste trabalho.

O *Data Warehouse* (DW) é um ambiente que disponibiliza dados consolidados e integrados propícios à realização de análises em várias dimensões. Inmon *et al.* (2001) afirmam que o ambiente criado pela utilização do conceito de *Data Warehouse* permite que as empresas integrem dados

de diversos sistemas e módulos distintos, e criem oportunidades de negócio a partir de sua utilização. Os mesmos autores colocam como vantagem desta tecnologia o fato de os próprios usuários poderem configurar pesquisas específicas, através de interface amigável. Sua utilização como suporte para a administração de processos possibilita uma mudança da configuração de geração e disponibilização dos dados.

O *Data Warehouse* (DW) teve suas origens na necessidade de integrar dados provenientes de diversas origens e também na necessidade de gerenciar um grande volume de dados. De acordo com Beal (2004), o DW permite a integração dos dados e a eliminação das redundâncias causadas pela replicação de informações presentes em diferentes sistemas.

A tecnologia mais largamente empregada para o armazenamento de dados nos aplicativos de transações é chamada de *bancos de dados relacionais*. No projeto destes é feita

uma modelagem das relações entre conjuntos de dados (chamados de *entidades*), que permitem uma otimização no armazenamento e nas pesquisas realizadas nos dados armazenados. Esta tecnologia é dominada na maior parte das empresas, e também suportada pela maior parte dos aplicativos disponíveis no mercado. A criação de novas pesquisas e relatórios depende de especialistas e geralmente não está ao alcance do usuário final.

De acordo com Han e Kamber (2001), um *Data Warehouse* permite que dados sejam modelados e vistos em múltiplas dimensões. Em termos gerais, *dimensões* são as perspectivas sobre as quais a empresa deseja manter informações. Como exemplos, as dimensões podem ser relativas aos produtos, locais de produção, tempo e outras. As dimensões possuem *atributos* (campos).

Para a modelagem de dados do DW é utilizado o modelo dimensional, tipicamente organizado ao redor de um tema central, chamado de *fato* (KIMBALL, 1998).

Tabela 1: Informações para controle da produção de acordo com as atividades sugeridas por Favaretto (2001) e as vantagens em manufatura sugeridas por Slack (2002).

ATIVIDADES DE CONTROLE DA PRODUÇÃO (FAVARETTO, 2001)			
VANTAGENS EM MANUFATURA (SLACK, 2002)	CONTROLAR EQUIPAMENTO	CONTROLAR PRODUÇÃO DE ITENS	CONTROLAR PRODUÇÃO DE ORDENS E LOTES
VANTAGEM EM QUALIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Taxas refugo e retrabalho por equipamento - Tempo parado por equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Taxas refugo e retrabalho por itens - Tempo parado por itens - Relação entre a quantidade planejada e realizada por item 	<ul style="list-style-type: none"> - Taxas refugo e retrabalho por ordem e lote - Tempo parado por ordem e por lote - Relação entre a quantidade planejada e realizada por ordem e lote
VANTAGEM EM VELOCIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Tempos das operações por equipamento - Tempos das preparações por equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempos das operações por item - Tempos das preparações por item 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempos das operações por ordem e lote - Tempos das preparações por ordem e lote
VANTAGEM EM CONFIABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Relação entre tempo planejado e realizado por equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Relação entre tempo planejado e realizado por item - Quantidade de itens atrasados 	<ul style="list-style-type: none"> - Relação entre tempo planejado e realizado por ordem e lote - Quantidade de ordens e lotes atrasados
VANTAGEM EM FLEXIBILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de operações diferentes realizadas por equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de itens diferentes produzidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de ordens e lotes produzidos
VANTAGEM EM CUSTO	<ul style="list-style-type: none"> - Custo das operações por equipamento - Custo do refugo e retrabalho por equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo direto de produção por item 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo direto de produção por ordem e lote

As vendas ou a produção podem ser fatos. Os fatos são analisados por medidas numéricas, como volume de vendas em unidades monetárias ou quantidade de unidades produzidas. Estas medidas permitem análises entre as dimensões. Uma *tabela fato* contém as medidas que serão analisadas. Apesar de esta estrutura ser chamada normalmente de *cubo*, é possível a construção de modelos com n -dimensões, chamados de multidimensionais ou simplesmente dimensionais.

Segundo Machado (2000), o DW é um armazém de dados históricos cuja finalidade é apresentar informações que permitam identificar indicadores e a evolução destes ao longo do tempo. Além disto, o desenvolvimento e a implantação deste ambiente envolvem a integração de dados de diversas fontes e sua transformação em informações consistentes e de qualidade, para permitir seu posterior emprego pelo usuário final no suporte à tomada de decisão (CAMPOS e BORGES, 2002).

O DW é desenvolvido através de um processo chamado *Data Warehousing*. A seguir são apresentadas as principais atividades deste processo, baseando-se em Machado (2000), Kimball (1998), Han e Kamber (2001) e Inmon *et al.* (2001):

1. Modelar os dados: de origem, de acesso e criar o modelo dimensional;
2. Extração, tratamento e limpeza dos dados originais;
3. Criação do ambiente de consultas, chamado OLAP (*On-Line Analytical Processing*);
4. Análise das informações disponibilizadas.

Após a apresentação de uma discussão da utilização do DW no controle da produção na seção a seguir, serão descritas as duas primeiras atividades do processo de criação de DW. As outras atividades não serão apresentadas por estarem relacionadas à utilização do DW, enquanto o foco deste trabalho está em sua criação.

UTILIZAÇÃO DO DATA WAREHOUSE NO CONTROLE DA PRODUÇÃO

Conforme as considerações sobre as informações necessárias ao processo de controle da produção realizadas anteriormente, pode-se inferir que:

- O volume de dados diários gerados no controle da produção é grande;
- Os dados gerados são relacionados a múltiplas dimensões como: equipamentos, itens (e produtos), ordens de produção e operadores, além da dimensão relacionada ao tempo;

- Os dados são gerados em várias fontes diferentes, relacionadas aos dados dos equipamentos, das ordens de produção e do controle da produção, entre outras. Estas fontes podem ser SI que recebem os apontamentos de produção, sistemas ERP (*Enterprise Resources Planing*), sistemas supervisórios e SI de controle de qualidade, entre outros;
- Existe a necessidade de tratamento dos dados gerados, principalmente agrregar dados muito detalhados; e
- Existe a necessidade de análises históricas dos dados.

O próprio usuário cria suas consultas e análises rapidamente, sem a necessidade de pessoal especializado, desenvolvimento de novos SI ou alteração dos existentes.

Estes fatores são convergentes com as características apresentadas do Data Warehouse, o que justifica sua utilização para o processo de controle da produção.

Vale lembrar que isto não exclui a utilização de sistemas de informação operacionais (transacional) para realização de atividades rotineiras deste processo. Este tipo de sistema é aquele que trata das transações rotineiras da organização e trabalha com os dados detalhados das operações (BEAL, 2004).

A seguir, será apresentado o projeto para desenvolvimento de um DW para controle da produção que tem o objetivo de garantir a qualidade da informação.

MODELO DE DADOS DO DW PARA CONTROLE DA PRODUÇÃO

Com base nas informações necessárias (Tabela 1) serão feitas considerações quanto ao modelo de dados do DW sugerido, para cumprir a primeira atividade da construção de um DW (Modelar os dados).

Segundo Kimball (1998), o primeiro passo na criação de um modelo de dados para DW é a definição de quais grandezas (medidas) são de interesse. Analisando-se a Tabela 1, foram identificadas quatro grandezas que conseguem mensurar (medir) as informações ali apresentadas: *quantidades*, *tempo*, *custo* e *ocorrência*. Para atender o objetivo deste trabalho, estas grandezas foram traduzidas nas seguintes medidas:

- Quantidade produzida
- Quantidade planejada para produção
- Quantidade de refugos
- Tempo gasto com a produção

- Tempo planejado
- Custo da produção realizada
- Custo de produção planejado
- Custo dos refugos gerados

Machado (2000) sugere algumas referências para análise das medidas, que podem vir a ser dimensões no modelo de dados do DW: tempo (quando?), local (onde?), objeto (o quê?) e pessoa (quem?). A referência de tempo foi atendida na dimensão *Tempo*. A referência de local foi atendida na dimensão *Equipamento*, que especifica o local onde a produção ocorreu. A referência de objeto é atendida pelas dimensões *Ordem de produção*, *Operação*, *Item* e *Lote*. A referência de pessoa não será abordada neste trabalho, pois o controle da produção individual de cada trabalhador excede os objetivos deste trabalho.

A partir disto, chegou-se ao modelo dimensional de dados apresentado na Figura 2, apresentando as medidas, as dimensões de análise das medidas e os atributos das dimensões. Os atributos das dimensões foram relacionados para atender todas as informações levantadas na Tabela 1.

O modelo de dados da Figura 2 permite visualizar quais relatórios estarão disponíveis para o usuário fazer suas consultas. Qualquer medida pode ser consultada mediante

a perspectiva de qualquer dimensão e combinações destas. Por exemplo, pode ser gerado um relatório sobre as quantidades produzidas e refugadas de um determinado item, para uma dada semana e que foram processados em um setor específico.

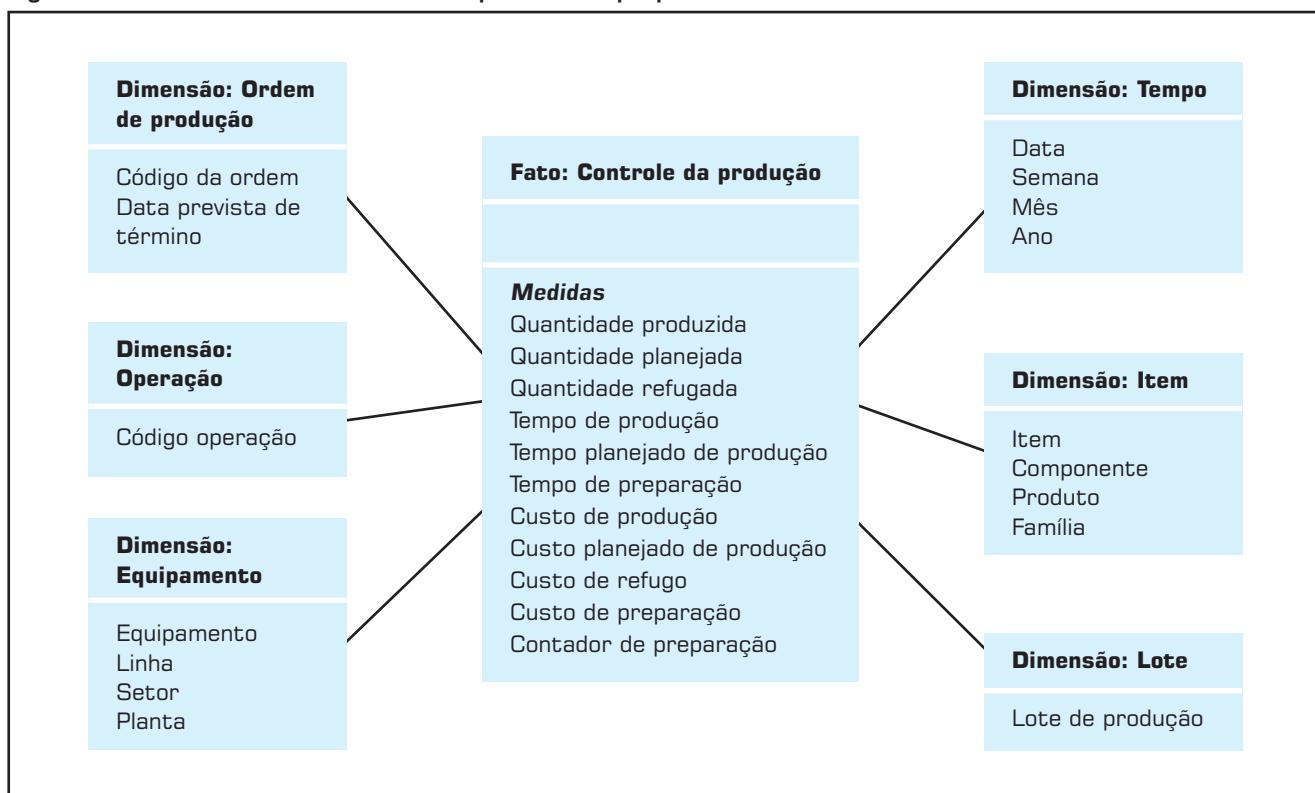
MELHORIA DA QI NO CONTROLE DA PRODUÇÃO

Dravis (2004) apresenta uma série de atividades, listadas na Tabela 3, para práticas da estratégia de qualidade de dados no desenvolvimento de sistemas de informação.

As atividades apresentadas na Tabela 3 correspondem ao ciclo de vida de um projeto de qualidade de dados. Como o objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de melhoria da qualidade de dados de controle da produção com o uso de DW, este objetivo corresponde à atividade *a*.

As atividades de *b* até *m* são normalmente realizadas no processo de criação de um DW. Especificamente as atividades *b*, *c*, *d*, *e* e *f* fazem parte da segunda atividade de criação de um DW (Extração, tratamento e limpeza dos dados originais). As atividades *g*, *h*, *i* e *j* dizem respeito ao fluxo de dados, e no caso de um DW isso ocorre na primeira atividade da construção de um DW (Modelar os dados). A

Figura 2: Modelo dimensional de dados para o DW proposto.



atividade *k* (listar as pessoas afetadas pelo projeto) consiste em saber quais serão os usuários do DW, e neste trabalho são os planejadores da produção e outros que precisam ter informações sobre o controle da produção. As atividades *l* e *m* são relacionadas ao treinamento destes usuários, e devem seguir padrões estabelecidos para tal. Estes treinamentos devem enfatizar aspectos da qualidade da informação.

As medições e medidas de qualidade de dados que devem ser monitoradas (atividade *n*) para este projeto são baseadas em Wang *et al.* (2000), e baseadas nas dimensões de qualidade da informação. Com base em Favaretto (2001), as informações de controle da produção devem ser precisas (acuradas e íntegras) e estar disponíveis quando necessário. Assim, as principais dimensões a serem consideradas são: *acuracidade, temporalidade e integridade*.

A seguir são apresentadas as medidas consideradas mais importantes para este projeto e as formas de sua medição, assim como uma indicação de como e onde estas medidas devem ser monitoradas (atividade *o*):

- *Acuracidade.* A medição da acuracidade pode ocorrer com comparações por amostragem entre os dados armazenados e observações nos locais onde os eventos de produção ocorrem. Desta forma, pode-se garantir que os dados registrados condizem com a realidade e estão

acurados. Melhorias e automações no processo de coleta de dados também podem garantir a acuracidade. Também podem ser utilizados dados coletados em redundância para aferir a acuracidade dos dados utilizados.

- *Temporalidade.* A comparação entre o horário de entrada do registro nos bancos de dados e o horário de ocorrência do evento pode ser a medição para a temporalidade. Também pode ser considerado o tempo entre a ocorrência dos eventos de produção e a disponibilização das informações relativas para os usuários. Novamente melhorias e automação no processo de coleta de dados também podem contribuir para um bom desempenho desta medida.
- *Integridade.* A medição da integridade dos dados (no sentido de estarem completos) deve ser feita no primeiro estágio de armazenamento dos mesmos, sendo simplesmente uma contagem dos dados que não estão completos. O sistema de informações que cadastra estes dados pode ter funcionalidades para garantir a integridade, assim como a implantação de alguns procedimentos na coleta que impeçam o cadastro de dados incompletos.

Usualmente, um DW é criado a partir de dados já existentes; neste caso, a limpeza inicial dos dados (atividade *p*) deve ser feita logo na primeira carga dos dados, e repetida

Tabela 3: Práticas da estratégia de qualidade de dados.

a) Definição dos objetivos da qualidade de dados
b) Listar os conjuntos de dados que suportam o objetivo
c) Listar as categorias e tipos de dados que precisam ser limpos
d) Catalogar, esquematizar ou mapear onde os dados são armazenados
e) Discutir as soluções de limpeza para cada categoria de dados
f) Fazer diagramas dos fluxos de dados
g) Fazer diagramas dos fluxos de atividades (<i>workflow</i>)
h) Planejar como e onde os dados são acessados para limpeza
i) Discutir como o fluxo de dados vai ser alterado após a implantação do projeto
j) Discutir como o fluxo de atividades vai ser alterado após a implantação do projeto
k) Listar as pessoas afetadas pelo projeto
l) Planejar o treinamento das pessoas
m) Planejar o treinamento dos usuários
n) Listar medições e medidas de qualidade dos dados que devem ser monitoradas
o) Planejar como e onde monitorar a qualidade dos dados
p) Planejar a limpeza dos dados inicial e as regularmente programadas

Fonte: Adaptado de DRAVIS, 2004.

regularmente a cada atualização. A atualização de um DW ocorre normalmente todos os dias e está relacionada com a freqüência de atualização dos dados originais.

RESULTADOS

O resultado obtido com esta proposta é uma referência para a construção de um DW em ambientes de manufatura, que permita o acesso a informações com qualidade sobre o controle da produção.

Como continuidade desta pesquisa está prevista a implantação do DW proposto em empresas de manufatura para avaliação dos resultados. A seguir são discutidos alguns resultados que poderiam ser obtidos com a utilização desta proposta.

Os SI operacionais de suporte ao processo de controle da produção não são substituídos pelo DW.

A necessidade de informações definida em Favaretto (2001) para as atividades do processo de controle da produção são garantidas pelo projeto realizado. Qualquer uma das medidas do DW (ou composição destas) pode ser analisada por qualquer dimensão (ou composição destas). Assim, todas as informações especificadas na Tabela 1 são disponibilizadas. Da mesma forma, todas as informações necessárias ao acompanhamento das estratégias de manufatura proposto por Slack (2002) também são obtidas.

A seguir, serão discutidos os resultados que podem ser obtidos com a utilização do DW proposto em relação à melhoria da qualidade da informação.

A *acuracidade* depende, em primeiro lugar, dos dados coletados. Caso os dados coletados sejam significativamente acurados (corretos), o DW poderá manter esta acuracidade ou ainda melhorá-la em alguns aspectos. Além disso, o processo de criação do DW possui uma etapa específica para o tratamento e limpeza dos dados, garantindo também a acuracidade das informações geradas.

O DW proposto também pode contribuir para melhoria da *temporalidade*. O próprio usuário cria suas consultas e análises rapidamente (consultas *ad hoc*), sem a necessidade

de pessoal especializado, desenvolvimento de novos SI ou alteração dos existentes. Assim, podem-se obter as informações no momento em que são necessárias. O esforço para obtenção destas informações também diminui.

A *integridade* das informações de controle da produção também pode ser incrementada com o DW proposto. Isto porque o processo de criação e carga do DW pode impedir que dados incompletos sejam utilizados, assim como os SI transacionais podem impedir que sejam cadastrados dados incompletos. Caso isto não ocorra, a estruturação dos dados do DW pode permitir o emprego de algumas técnicas estatísticas ou de *Data Mining* para completar dados incompletos eventualmente cadastrados.

CONCLUSÕES

É possível observar a importância de alinhamento do projeto de DW com a estratégia da empresa, conforme apresentado em Beal (2004). Caso isto não seja feito, corre-se o risco de um desenvolvimento (ou de qualquer outra iniciativa de TI ou SI) atender somente às necessidades de um grupo de pessoas e não contribuir com a estratégia da empresa ou sua mensuração. Este trabalho baseou seu projeto nas definições estratégicas propostas por Slack (2002), que define um conjunto de medidas importantes para a estratégia de manufatura. A partir disso foram obtidas as medidas necessárias para o controle da produção.

Os SI operacionais de suporte ao processo de controle da produção não são substituídos pelo DW. Entre estes, pode-se destacar o SI específico para registro dos apontamentos de produção, que recebe os dados relacionados a todas as medidas utilizadas, exceto os custos. Estes são gerenciados por SI específicos, geralmente utilizados em setores contábeis ou financeiros das empresas. O DW proposto permite a realização de consultas que suportem diversos níveis de gerência e de decisão, devido à sua capacidade e facilidade de agrregar e desagregar informações. Além disto, sua utilização não é restrita ao processo de controle da produção, podendo ser utilizado em outros processos, como planejamento da produção, acompanhamento de pedidos, controle de qualidade e gerenciamento da manutenção.

O desenvolvimento desta proposta permite acompanhar as atividades de controle da produção e acompanhar as estratégias de manufatura com dados de boa qualidade.

Artigo recebido em 07/11/2005
Aprovado para publicação em 27/04/2007

■ Referências

- BEAL, A. *Gestão estratégica da informação*. São Paulo: Editora Atlas, 2004.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. *Metodologia científica*. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- HAN, J.; KAMBER, M. *Data Mining*. New York: Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- McKAY, K. N.; WIERS, V. C. S. Planning, scheduling and dispatching tasks in production control. *Cognition, Technology & Work*, v. 5, 2003.
- BEUREN, I. M. *Gerenciamento da informação: um recurso no processo estratégico empresarial*. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- DRAVIS, F. Data Quality Strategy: a step-by-step approach. *Proceedings of the Ninth MIT International Conference on Information Quality*. Cambridge, EUA, 2004.
- INMON, W., TERDERMAN, R., IMHOFF, C. *Data Warehousing: como transformar informações em oportunidades de negócios*. São Paulo, Brasil: Editora Berkely, 2001.
- MILLER, B., et al. Towards a framework for managing the information environment. *Information and Knowledge Systems Management*, v. 2, 2001.
- BONJOUR, E.; BAPTISTE, P. P.; LARCHEVÈQUE, D. Data Quality and Flowshop Scheduling Results. *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*. Los Angeles, 1997.
- FAVARETTO, F. *Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica*. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.
- KWAK, C.; YIH, Y. Data-mining approach to production control in the computer-integrated testing cell. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, v. 20, n. 1, 2004.
- SLACK, N. *Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais*. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- CAMPOS, M. L. M.; BORGES, V. J. A. S. Diretrizes para a modelagem incremental de Data Marts. *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Bancos de Dados*. Gramado, Brasil, 2002.
- FAVARETTO, F. *Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica*. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.
- FORTULAN, M. R.; GONÇALVES FILHO, E. V. Uma proposta de aplicação de Business Intelligence no chão-de-fábrica. *Gestão&Produção*, v. 12, n. 1, 2005.
- KIMBALL, R. *Data Warehouse tool kit: técnicas para a construção de data warehouses dimensionais*. São Paulo: Makron Books, 1998.
- MACHADO, F. N. R. *Projeto de Data Warehouse: uma visão multidimensional*. São Paulo: Editora Érica, 2000.
- WAND, Y.; WANG, R. Anchoring data quality dimensions in ontological foundations. *Communications of the ACM*, v. 39, n. 11, 1996.
- WANG, R.; ZIAD, M.; LEE, Y. W. *Data Quality*. Kluwer Academic Publishers, 2000.

■ Agradecimentos

Para a realização deste trabalho o autor recebeu apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

■ Sobre os autores

Fábio Favaretto

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS
Professor Adjunto
End.: Parque Tecnológico – Bloco 3 – Rua Imaculada Conceição, 1155 – Curitiba – PR – CEP 80215-901
Tel.: (41) 3271-1344 Fax: (41)3271-1345
E-mail: fabio.favaretto@pucpr.br