

MEDIÇÃO DE DESEMPENHO APOIADA POR DATA WAREHOUSE

Emerson Bond

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Eng. Produção. Av. Trabalhador São Carlense, 400 – Centro. São Carlos – SP – Brasil – 13566-590

Luiz C. R. Carpinetti

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Eng. Produção - Av. Trabalhador São Carlense, 400 – Centro. São Carlos – SP – Brasil – 13566-590

Walter Aoiama Nagai

Centro Universitário Barão de Mauá – Rua Ramos de Azevedo, 423 – Jardim Paulista
Ribeirão Preto – SP – Brasil – 14090-180

Solange Oliveira Rezende

Universidade de São Paulo - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Avenida Trabalhador São Carlense, 400 – Centro, São Carlos – SP – Brasil – 13566-590

Robson B. T. de Oliveira

Universidade de São Paulo - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Avenida Trabalhador São Carlense, 400 – Centro, São Carlos – SP – Brasil – 13566-590

Abstract: Nowadays, manufacturing success and survival are becoming more difficult to maintain. This fact is rooted in the emergence of a new business era that embraces some new major characteristics like change, control and adaptability. In this context, performance measurement can play an important role in focusing people and resources on particular aspects of a business. To address this point, this paper discuss a performance measurement model created to a project called IPROS (Integrated Production And Supply Chain Management) and developed by a research group of the NUMA (Advanced Manufacturing Center) at the University of São Paulo, in São Carlos, Brazil. This performance measurement model was built to manage the organizational performance, integrating the internal and external operations, in a supply chain context, supported by a Data Warehouse that can manage a huge quantity of data, providing many useful information reports and offering necessary basis for a decision support.

Key-words: Performance Measurement, Data Warehouse, Supply Chain Management.

1. Introdução

Hoje, as empresas se encontram em um ambiente de constante transformação, onde vários fundamentos da produção devem levar em consideração um cenário marcado pela escala global das operações, o aumento da competição, a mudança da natureza do trabalho e o aumento do volume das informações.

Por outro lado, os avanços tecnológicos das últimas décadas criaram e disponibilizaram novas ferramentas, que facilitam a medição dos processos e operações da produção. Pode-se também atribuir à tecnologia da informação, a melhor racionalização das informações, que se encontram em bases acessíveis, possibilitando uma melhor visão do desempenho de uma empresa, o que resulta em uma melhoria da sua competitividade a longo prazo.

Portanto, quando uma empresa decide pela medição de desempenho de seus produtos, processos, clientes, equipamentos e execução das estratégias, o objetivo intrínseco a esta atividade reside na melhor compreensão de como se encontra a empresa em questão, face aos desafios do ambiente atual.

Da mesma forma, quando a medição de desempenho é expandida para a cadeia de suprimentos, a meta é melhorar a qualidade das informações disponíveis. Desta maneira, os gestores não perdem o foco dos movimentos externos à empresa, sejam pelos competidores, clientes ou fornecedores, e o quanto determinadas ações destes agentes, podem causar impactos nas ações e metas de uma empresa.

Neste sentido, estes conceitos foram abordados em um projeto chamado IPROS (*Integrated Production And Supply Chain Management*), onde é possível ilustrar e avaliar diversas atividades de pesquisa. A proposta deste projeto é o desenvolvimento de um cenário, onde uma cadeia de produção usará a tecnologia da informação para a gestão da cadeia de suprimentos.

Desta maneira, este artigo apresenta a proposta de um conjunto de indicadores de desempenho para o chão de fábrica e a cadeia de suprimentos do cenário do projeto IPROS, e um modelo de relacionamento entre as medidas. Também é mostrado o uso da ferramenta DW (*Data Warehouse*), que faz o tratamento das informações deste projeto.

A seguir, é discutida a importância da medição de desempenho no ambiente empresarial.

2. Medição de Desempenho

O desempenho das organizações depende de todas as atividades de uma empresa, desde a formulação das estratégias, passando pelas ações e resultados alcançados. Nesta situação, o gerenciamento do desempenho pode mudar comportamentos, melhorar atividades, bem como mostrar onde se encontram os problemas. O seu principal objetivo é apontar se as empresas estão no caminho correto para atingir as metas estrategicamente estabelecidas.

Historicamente, os sistemas de medição de desempenho (SMD), desenvolveram-se como meio de monitorar e manter o controle organizacional. Daí a importância atribuída aos indicadores no controle das operações, no sentido de se conhecer e identificar pontos críticos que comprometam o desempenho, e auxiliar no processo de implementação e gerenciamento das melhorias e mudanças.

Porém, a medição de desempenho até a década de 80, possuía uma predominante utilização de medidas de caráter financeiro, tais como o retorno sobre as vendas, o lucro, o retorno sobre o investimento, à variação de preços e as vendas por empregado (Ghalayini & Noble, 1996).

No entanto, mais recentemente, muitos autores se dedicaram ao estudo da aplicabilidade de tais medidas face às novas realidades e contextos. Miranda & Azevedo (2000) identificaram que pesquisadores como Barker (1995), Ghalayini & Noble (1996) e Maskell (1991), chegaram a conclusões de que as medidas financeiras, sendo mecanismo de controle de curto prazo, tornam-se inadequadas na análise de melhoramentos de longo prazo. Para além destas limitações, argumentam que as medidas tradicionais, de caráter financeiro-contábil, apresentam também falta de flexibilidade, elevado custo, inadequação ao novo ambiente competitivo, rápida desatualização e dificuldades de quantificação dos melhoramentos em termos monetários (redução do *lead-time*, satisfação do cliente, qualidade do produto, etc.).

Na mesma direção, autores como Neely *et al.* (1994), Waggoner *et al.* (1999), Bititci *et al.* (1997) e Kaplan & Norton (1992), estão engajados em pesquisas para determinar quais fatores influenciam a evolução dos SMDs. É possível constatar nestes

trabalhos, a necessidade de se lançar mão de outras dimensões competitivas em um SMD, que podem conduzir as empresas aos ajustes e mudanças necessárias no ambiente competitivo atual.

Entres estas outras dimensões competitivas, geralmente se discute sobre a qualidade, custo, entrega e flexibilidade. Porém, as dimensões que cada empresa vai medir, depende diretamente de suas características e estratégias. Cabe ainda ressaltar que para Neely (1998), dimensões como satisfação dos clientes, satisfação dos funcionários, desempenho dos fornecedores e capital intelectual dos funcionários, estão cada vez mais sendo valorizadas.

Desta maneira, no momento da construção e implementação de SMDs, deve-se levar em consideração alguns critérios para a boa prática da medição de desempenho como: a inclusão das dimensões competitivas mais importantes, a interação com o ambiente, a reavaliação do sistema e dos indicadores e a infra-estrutura de informação.

Dentro do critério ambiente, deve-se considerar dois fundamentos principais: o ambiente interno e o externo. Internamente, assim que as estratégias são criadas, o SMD assume parte das ações através do controle. Externamente, deve-se levar em consideração três elementos: fornecedores, clientes e competidores. Nesta situação, a escolha de indicadores que reflitam estes ambientes, torna um SMD mais completo e abrangente.

A reavaliação do SMD para Meyer (1994), é importante na medida em que a falta de atualização pode deixar o sistema ineficiente ou contra-produtivo. Esta situação pode se agravar na medida da não observação de novas tecnologias e o sucateamento da infra-estrutura de informação presente nas empresas.

Assim, os indicadores de desempenho devem conduzir a empresa à melhoria de suas atividades, pelo fornecimento de medidas alinhadas com o ambiente atual da empresa e os objetivos estratégicos.

A seguir é descrito o projeto IPROS, onde foi desenvolvido um conjunto de indicadores apoiado pelo Data Warehouse.

3. O Projeto IPROS

No final de 1999, o NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada), localizado na USP São Carlos, apresentou em um evento promovido pela SAPTM América, o projeto intitulado IPROS (*Integrated Production And Supply Chain Management*), que veio a ser o vencedor na categoria “Pesquisa e Aplicação”.

A proposta do IPROS é o desenvolvimento de um cenário, onde uma cadeia de produção usa as soluções de um sistema informatizado, para a gestão da cadeia de suprimentos. A seqüência de construção do cenário se configura em uma empresa de manufatura de redutores, que passou por uma série de transformações até se dividir em uma empresa especializada na fabricação de eixos e outra que fabrica engrenagens e monta redutores.

A fábrica de eixos tem como características a produção que é disparada apenas depois de pedidos em carteira e o atendimento prioritário à montadora de redutores.

A cadeia de suprimentos da montadora de redutores, elo principal do projeto, é composta por fornecedores que a suprem com *commodities* (parafusos, porcas, etc.), eixos e carcaça, enquanto que as engrenagens são produzidas internamente.

Com relação aos seus clientes, pode-se observar três grupos distintos. Os dos setores de bebidas e alimentícios, que demandam uma grande quantidade em relação ao volume, mas com pouca constância de pedidos. As produtoras de tratores, que demandam um volume mais baixo, mas com relativa constância. Finalmente, todos os outros clientes são considerados do terceiro grupo (figura 1).

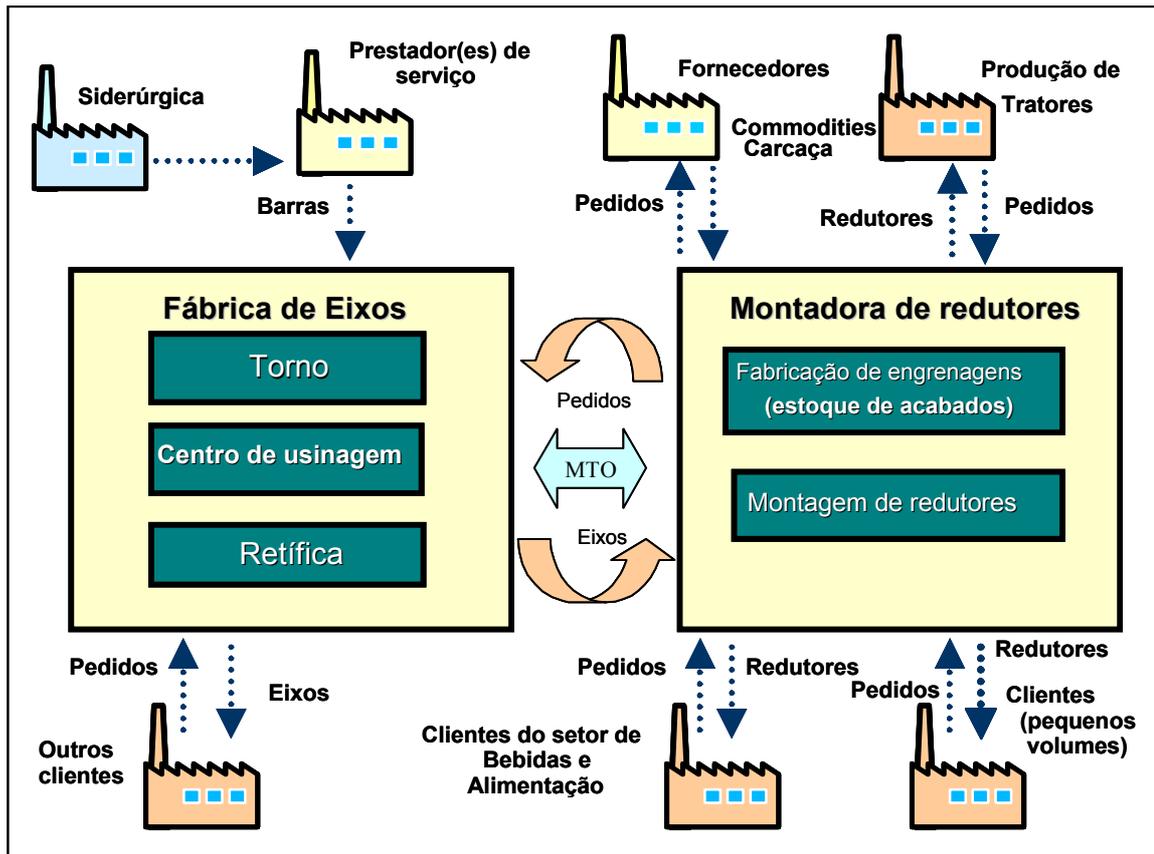


Figura 1: Relação entre a fábrica de eixos e montadora de redutores.

Dentro deste cenário, a preocupação dos autores foi em duas frentes. 1) A escolha de indicadores de desempenho, observando a configuração do cenário do projeto IPROS, 2) O uso da ferramenta Data Warehouse, para conversão de um número vasto de dados, de diversas fontes, em indicadores de desempenho do chão de fábrica e da cadeia de suprimentos. Esta solução é descrita logo abaixo.

4. Indicadores de Desempenho e Modelo de Referência para o Projeto IPROS

A seleção dos indicadores de desempenho partiu da visão da montadora de redutores. Os critérios observados nesta escolha foram baseados nas necessidades típicas de empresas inseridas em cadeias de suprimentos similares, com processos de manufatura discreta. Desta maneira, as restrições obedeceram aos seguintes pontos:

- problemas ou dificuldades identificados nas manufaturas discretas.
- necessidade de indicadores para a cadeia de suprimentos.
- monitorar a execução das estratégias.
- visualização das perdas.

As dimensões competitivas escolhidas para o cenário foram quatro: qualidade, tempo de entrega, eficiência das operações e satisfação dos clientes. Estas dimensões foram selecionadas pelos seguintes aspectos:

- **Qualidade:** procura por respostas a problemas como a falta de controles, padrões e conformidade com as especificações técnicas, o que pode produzir efeitos como re-trabalho e sucata (Perera *et al.* 1997).
- **Tempo da Entrega:** segundo Neely *et al.* (1995), as formas como as empresas gerenciam os tempos em vendas e em distribuição, representam novas fontes de vantagens competitivas.

- Eficiência das Operações: É importante identificar os processos internos críticos nos quais a empresa deve alcançar a excelência, a fim de se obter um melhor impacto na satisfação dos clientes e na consecução dos objetivos financeiros da empresa (Kaplan & Norton, 1996).
- Satisfação dos Clientes: as empresas que não compreendem as necessidades dos clientes, acabam constatando que os concorrentes lhes tomam mercado oferecendo produtos e serviços melhor alinhados às preferências desses clientes (Kaplan & Norton, 1996).

Portanto, depois de definidos os critérios e dimensões competitivas, chegou-se aos indicadores apresentados na tabela 1.

Cadeia Dimensões	Fábrica de Eixos	Fornecimento de Eixos e outros	Montadora de Redutores	Clientes
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • % re-trabalho • % refugo 	<ul style="list-style-type: none"> • índice da qualidade dos fornecedores 	<ul style="list-style-type: none"> • % defeitos na inspeção final • % defeitos nos itens recebidos 	<ul style="list-style-type: none"> • confiabilidade do produto
Tempo da Entrega	<ul style="list-style-type: none"> • lead-time total • backlog de produção • pontualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • velocidade • pontualidade • acuracidade 	<ul style="list-style-type: none"> • lead-time total • backlog de produção • pontualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • velocidade • pontualidade • acuracidade
Eficiência das Operações	<ul style="list-style-type: none"> • eficiência do ciclo de produção (ECP) (eixos) 		<ul style="list-style-type: none"> • eficiência do ciclo de produção (ECP) (redutores) 	
Satisfação dos Clientes		<ul style="list-style-type: none"> • índice de devolução 		<ul style="list-style-type: none"> • defeitos no período de garantia

Tabela1: Indicadores internos e externos à fábrica de eixos.

Os relacionamentos entre os indicadores apresentados na tabela 1, são descritos no modelo de relacionamento da figura 2.

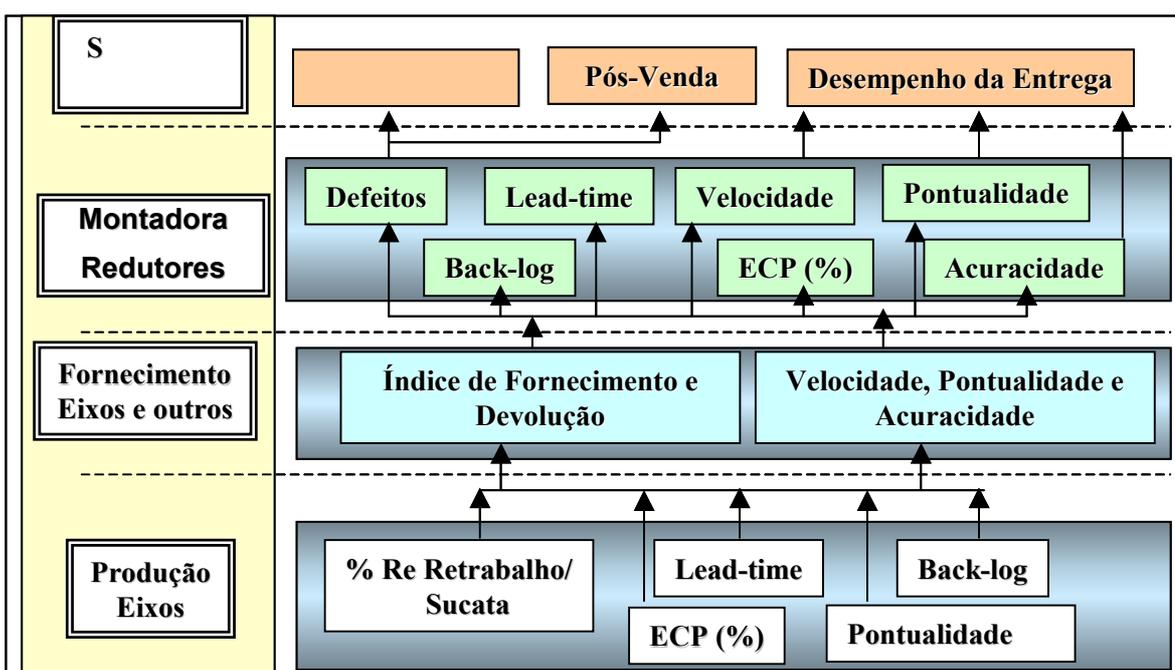


Figura 2: Modelo de relacionamento dos indicadores de desempenho.

5. Processo de Coleta de Dados e Tratamento pelo Data Warehouse

O total aproveitamento das informações do chão de fábrica, ficou comprometido em virtude da elevada quantidade. Essa situação gerou a necessidade de organização e hierarquização desses dados, através do uso da tecnologia da informação, por meio de sensores, uma rede tipo *fieldbus* interligando as máquinas e um software chamado SCADA, que é um aplicativo típico para análises gráficas dos dados do chão de fábrica, figura 3.

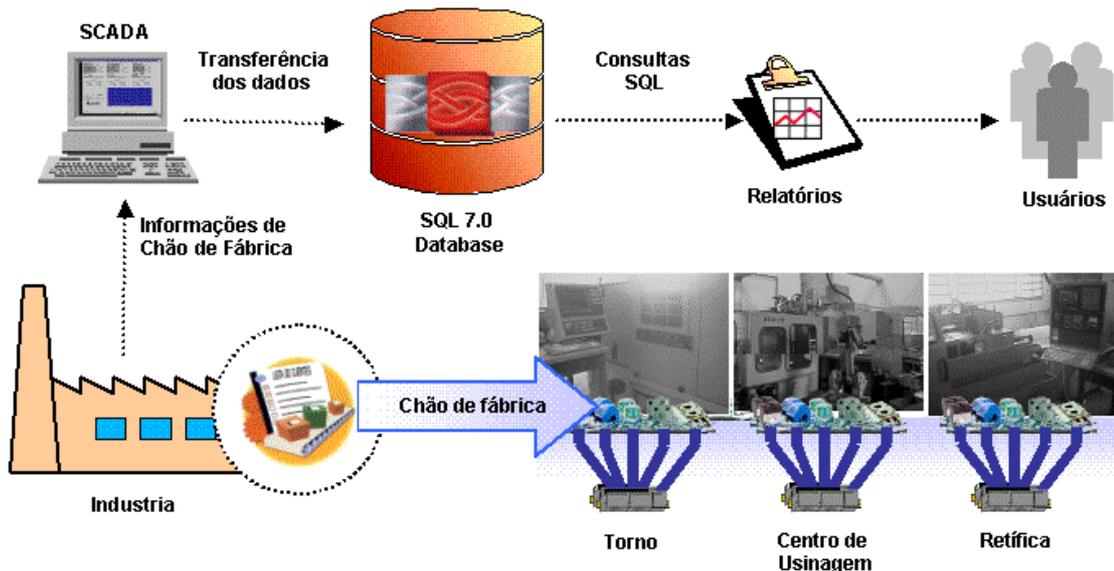


Figura 3. Processo de coleta de informações do chão de fábrica.

Deste ponto em diante, foi utilizado o Data Warehouse (DW), por possuir a capacidade de trabalhar com informações que crescem exponencialmente com o tempo. O DW é um repositório de dados históricos, integrados, não-voláteis, orientados a assuntos e homogêneos, que possui informações relativas a todo o processo de transação e execução do negócio de uma empresa. Com um DW, um administrador pode tomar decisões de modo mais preciso e rápido, pois o mesmo reúne informações variadas que estão dispersas em diversas bases de dados (SQL ou outras), e plataformas da empresa, aumentando a eficácia de análises e transformando dados esparsos em informações estratégicas, antes inacessíveis ou sub-aproveitadas (Inmon, 1997).

O DW para os dados no IPROS foi construído utilizando-se o *Microsoft Data Warehouse Framework*TM. Esta estrutura agrupa ferramentas para construção e utilização, como o SQL Server 7 e o OLAP (*On-Line Analytical Processing*) Services da MicrosoftTM (figura 4).

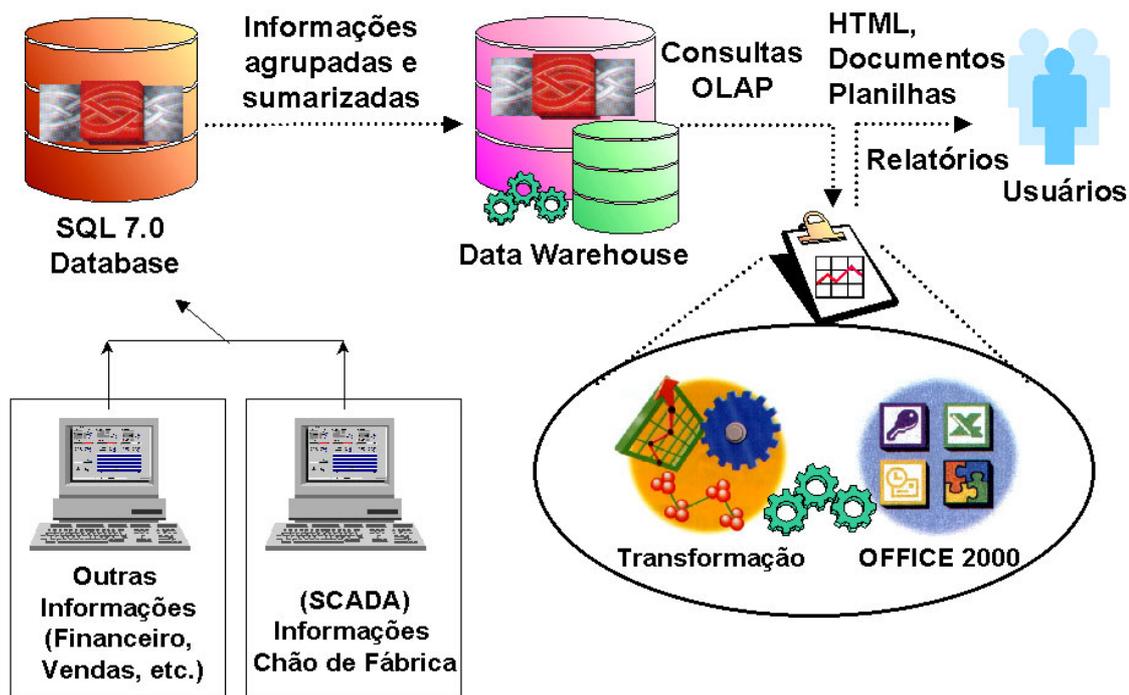


Figura 4: Roteiro das informações no Data Warehouse do projeto IPROS.

Com o DW construído pelo OLAP Services no SQL Server, o próximo passo foi à utilização do mesmo por meio de consultas OLAP. Essas consultas acessam estruturas hierárquicas dimensionais denominadas de cubos dimensionais, que são as estruturas responsáveis em consolidar todas as informações contidas na base de dados. Finalmente, foi utilizado o Microsoft OfficeTM, mais especificamente o ExcelTM, como *front-end* para as consultas OLAP elaboradas pelos administradores.

Portanto, a partir desta arquitetura, os gestores podem executar consultas dinâmicas, e configurar o tipo de relatório de acordo com a sua necessidade. No projeto IPROS, estas consultas foram criadas a partir dos indicadores de desempenho selecionados.

6. Considerações Finais

Uma análise do modelo trouxe a clara impressão de que, a partir do momento em que se tem disponível informação adicional, ganha-se na melhoria da visão da totalidade dos processos. Alguns problemas antes escondidos por traz da falta de informação, agora podem ser elucidados, apontando efetivas causas.

Em empresas manufatureiras, que vivenciam o problema da alta quantidade de informações de produção com baixa confiabilidade, o modelo possibilita uma melhor visualização e execução das ordens de produção.

As restrições ficam a cargo da aplicação dos indicadores de desempenho do modelo de relacionamento nas empresas de serviços, o qual requer um total redesenho, e o uso do modelo em empresas que não possuem eficientes sistemas de captação e armazenamento de informações.

Trabalhos futuros para este projeto residem na introdução de novas dimensões competitivas e a inclusão de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), no qual supostamente traria ganhos na consistência e acuracidade das informações das outras bases, que não as do chão de fábrica.

7. - Agradecimentos

A FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- BARKER, R. C. (1995). Financial performance measurement: not a total solution. *Management Decision*. v. 33, n. 2, p. 31-39.
- BITITCI, U. S. *et al.* (1997). Integrated performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 17, n. 5, p. 522-534.
- GHALAYINI, A. M. & NOBLE, J. S. (1996). The changing basis of performance measurement. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 16, n. 8, p. 63-80.
- INMON W. H. (1997). Construindo o Data Warehouse. Rio de Janeiro. Editora Campus.
- KAPLAN, R. S. & NORTON, D. P. (1992). The balanced scorecard – measures that drive performance. *Harvard Business Review*. v. 70, n. 1, p. 71-79. Jan/Feb.
- KAPLAN, R. S. & NORTON, D. P. (1996). Balanced scorecard: A estratégia em ação. Rio de Janeiro, Editora Campus.
- MASKELL, B. H. (1991). Performance measurement for world class manufacturing. Cambridge, Massachusetts. Productivity Press.
- MEYER, C. (1994). How the right measures help teams excel. *Harvard Business Review*. v. 72, n. 3, p. 95-103. May/Jun.
- MIRANDA, L. C. & AZEVEDO, S. G. (2000). Indicadores de desempenho gerencial mais utilizados pelos empresários: estudo comparativo Brasil-Portugal. Anais do 24^o. ENANPAD.
- NEELY, A. *et al.* (1994). Realizing strategy through measurement. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 14, n. 3, p. 140-152.
- NEELY, A. *et al.* (1995). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Economics*. n. 4, p. 80-116.
- NEELY, A. (1998). Measuring business performance. Londres. The Economist Books.
- PERERA, S. *et al.* (1997). Customer-focused manufacturing strategy and the use of operations-based non-financial performance measures: a research note. *Accounting, Organization And Society*. v. 22, n. 6, p. 557-572.
- WAGGONER, D. B. *et al.* (1999). The forces that shape organizational performance measurement systems: An interdisciplinary review. *International Journal of Production Economics*. n. 60/61, p. 53-60.