

# Sistema de Acompanhamento da Produção no Chão de Fábrica na Indústria Moveleira

**Rafael Henrique Palma Lima** (UEL) rafael@guenka.com.br

**Jandira G. Palma** (UEL) jgpalma@uel.br

**Rony Cezar Neri** (UEL) rony@guenka.com.br

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar um sistema para auxiliar as indústrias moveleiras a conhecerem e organizarem as informações internas de produção de forma constante na linha do tempo. O sistema fornece os dados do comportamento da indústria, disponibilizando em tempo real o estado atual do sistema produtivo de forma intuitiva (interface gráfica do chão de fábrica) e elaborando um conjunto de gráficos e relatórios de modo a permitir a tomada de decisões estratégicas e operacionais apropriadas.

**Palavras-chave:** Sistema de Medição de Desempenho (SMD), MES, indústria moveleira.

## 1. Introdução

Conforme o “Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio - Cadeia: Madeira e Móveis de 2002”, verificou-se que em 1999 o Brasil possuía apenas 1,54% de participação no mercado mundial dos produtos da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis. Considerando que o país possui fontes importantes de matéria-prima e um parque industrial moveleiro instalado, pode-se afirmar que o potencial de crescimento é substancialmente grande se eliminados os gargalos existentes à competitividade.

Ainda, conforme este estudo, os futuros acordos comerciais, em especial o de livre-comércio com a UE e com a ALCA, podem acarretar problemas internos com a entrada de produtos importados. Conforme aponta o estudo, a maioria dos pólos moveleiros do país têm deficiências variadas, geralmente ligadas à falta de qualidade, ao uso equipamentos obsoletos, carência de mão-de-obra especializada, falta de cultura exportadora, dentre outras questões.

Assim, para alcançar melhorias na indústria é necessário definir os reais problemas, identificar suas causas, desenvolver e testar soluções e implementar soluções permanentes. Estas atividades têm relação imediata ao alcance de informações da produção, tabuladas e precisas para o auxílio no planejamento de ações na condução de um melhor desempenho tanto em qualidade quanto em produtividade.

Portanto, o objetivo deste trabalho é demonstrar o desenvolvimento de um sistema de Monitoramento da Produção Industrial, denominado pela empresa de (MPI). O sistema foi desenvolvido em conjunto com a Universidade Estadual de Londrina e financiado pela FINEP. Este sistema foi implementado em uma indústria moveleira do pólo industrial de Araçongas-PR.

Este trabalho facilitou o processo de identificação dos gargalos e das melhorias direcionadas ao setor moveleiro, empregando a tecnologia de informação desenvolvida dentro da realidade da indústria moveleira. As informações produzidas pelo sistema são capazes de auxiliar na averiguação do desempenho da empresa. Portanto, neste trabalho é conceituado o Sistema de Medição de Desempenho (SMD) e em seguida o sistema MPI.

O trabalho se desenvolveu em várias etapas: o desenvolvimento do planejamento do projeto de software, o desenvolvimento do sistema seguindo as diretrizes da engenharia de software, a implantação na indústria, a análise dos resultados, o registro no INPI e a disseminação.

## 2. Sistema de Medição de Desempenho

O Sistema de Medição do Desempenho é uma ferramenta importante para os gestores no processo de implementação de estratégias e melhorias em geral, pelo *feedback* dos resultados que o sistema pode fornecer. A quantidade de informações relevantes e a necessidade de agilidade são fatores que exigem que se utilize um Sistema de Informação (SI) para viabilizar a análise.

Para Bond (2002), definir o que é medição de desempenho não é uma tarefa simples, devido ao fato desse conceito envolver uma estrutura física/lógica, composta de equipamentos, pessoas e o fluxo e o armazenamento de informações. O mau gerenciamento destes componentes pode deixar o processo de medição incompleto, fazendo com que atos e decisões não aconteçam por conta de falhas nesta estrutura.

A implantação de um sistema de medição de desempenho em si não melhora apenas o desempenho, visto que o processo de quantificação tem como efeito a identificação de problemas, facilitando o processo de ação para a solução e/ou a minimização/otimização dos problemas dos processos.

Bond (2002) resume que o objetivo do SMD é apontar se as empresas estão no caminho correto para atingir as metas estratégicas, ou seja: comunicar estratégias e esclarecer valores; identificar problemas e oportunidades; diagnosticar problemas; entender processos; definir responsabilidades; melhorar o controle e planejamento; identificar momentos e locais de ações necessárias; mudar comportamentos; tornar o trabalho realizado visível; envolver pessoas; servir de base para um sistema de remuneração e facilitar a delegação de responsabilidades.

Em relação à área de atuação do SMD, este pode ser utilizado para retratar os valores dos elementos tanto a nível interno quanto externo de uma empresa.

Os elementos que estão relacionados a nível interno são os empregados, os clientes e fornecedores internos, produtos, atividades, serviços, processos, entre outros. Na lista dos elementos de nível externo são encontrados os clientes e fornecedores externos, os produtos em campo, concorrentes, etc.

Muitas empresas moveleiras do Brasil carecem de conhecimentos do próprio sistema produtivo e tem dificuldades para elaborar planejamentos estratégicos devido a esta desinformação.

## 3. Sistema de Monitoramento da Produção Industrial (MPI)

O Sistema de Monitoramento desenvolvido neste estudo é denominado pela empresa de MPI "Monitoramento de Processos Industriais". Este software consiste em um sistema de monitoramento industrial on-line, responsável pela coleta, distribuição e apresentação de informações da produção diária do chão de fábrica de uma indústria de manufatura. O MPI é um aplicativo versátil e com várias funcionalidades, capaz de transformar dados coletados em informações significativas. O software em questão tem como principais objetivos:

- a) Coletar dados do chão de fábrica;
- b) Fornecer a gerência da fábrica um sistema que em tempo real informe o *status* dos setores produtivos;
- c) Consultar a produção da fábrica por máquina, por funcionário, por lote. Esta consulta pode ser diária, semanal ou mensal;
- d) Prover relatórios de horas trabalhadas dos funcionários por máquina, classificados por dia, semana ou mês;
- e) Fornecer uma ferramenta de suporte ao gerenciamento do chão de fábrica e de apoio à decisão para a melhoria da produção.

Através destas características podemos classificar este software como um sistema MES (*Manufacturing Execution System*). Esta afirmação é válida pois o MPI está de acordo

com as funcionalidades definidas pela *Manufacturing Execution System Association International* (MESA, 1997a). Corrêa et al (1997) define o MES como um sistema responsável por alimentar o programa de planejamento com informações sobre as atividades realizado no chão de fábrica da empresa.

Segundo Lidak (2003), um monitoramento de dados que forneça informações de forma rápida e confiável pode ser um grande diferencial para manter a competitividade das empresas, pois a qualidade das informações coletadas influencia no histórico de dados de produção, bem como nas decisões futuras.

O sistema MPI também pode alimentar um sistema SMD, visto que é criado um banco de dados com os históricos das operações realizadas no chão de fábrica identificando a máquina, o funcionário, o lote/pilha e produzindo informação a respeito do tempo de produção, tempo de parada, tempos de *setup* e tempo de ociosidade. Todas estas informações são importantes para a medição de desempenho da empresa.

#### 4. Descrição do Sistema

O sistema é composto por micro-terminais e/ou leitoras de código de barra que ficam espalhados no chão de fábrica da indústria junto a cada máquina ou a uma coleção de máquinas. Os terminais ficam conectados em um servidor fornecendo todos os dados da produção. O servidor armazena todas as informações no Banco de Dados (BD) em tempo real. Os sistemas clientes têm acesso ao BD, e conseqüentemente ao estado corrente do chão de fábrica e seu histórico de produção. A Figura 1 ilustra esta arquitetura.

#### 5. Hardware e a Instalação

As indústrias moveleiras e as pequenas indústrias têm restrições orçamentárias e tecnológicas para trabalhar com códigos de barras. Assim sendo, optou-se inicialmente pelo emprego de micro terminais deixando opcional a conexão de um leitor de código de barras. Para a instalação do sistema também é necessário fazer o cabeamento do chão de fábrica com cabos de rede para ligar todos os micro-terminais ao servidor.

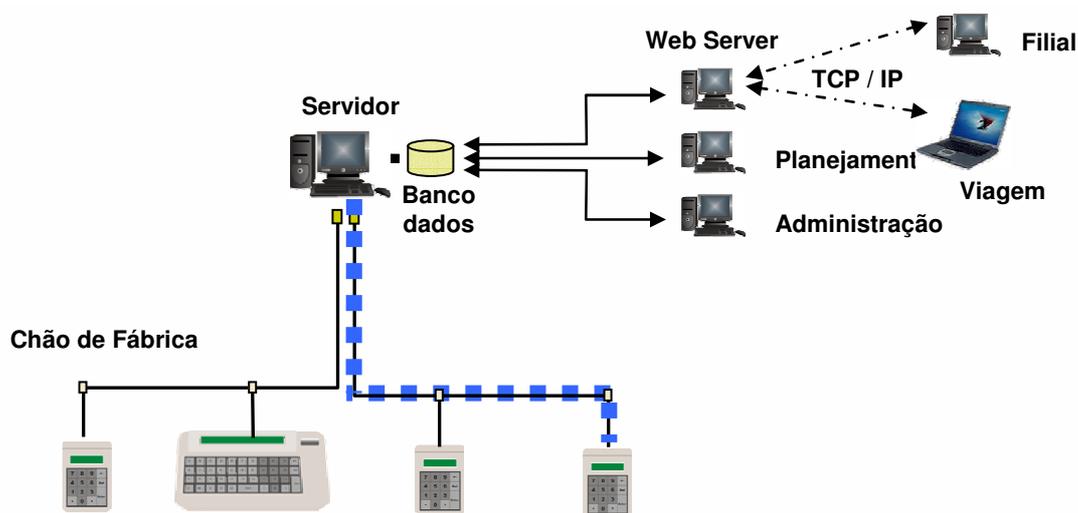


Figura 1. Arquitetura do sistema MPI

As indústrias moveleiras Araçongas têm perfil conservador e não aderem a grandes mudanças. Muitas delas têm receio em contratar serviços de tecnologia de informação por estarem geograficamente isoladas de grandes centros. Outras empresas têm receio pois tiveram experiências infelizes com fornecedores e assistências caríssimas. Dessa forma, a inserção da tecnologia deve respeitar os processos tradicionais, de forma a automatizar estes

processos com o menor custo possível. Por isso deve-se trabalhar com micro-terminais numéricos.

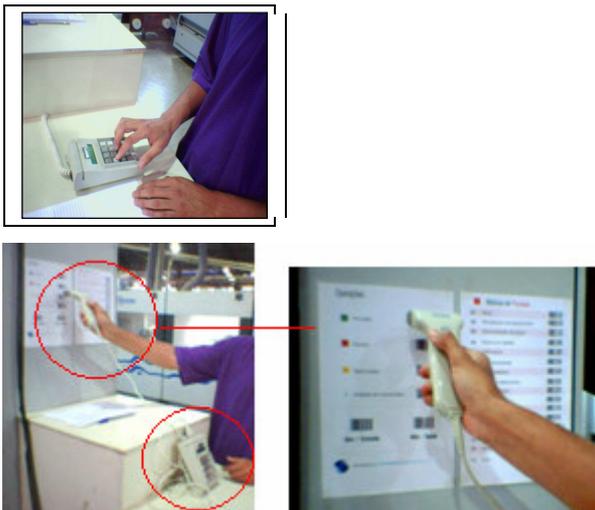
O próximo passo é trabalhar na conscientização das empresas para que as ordens de fabricação (OF) possuam códigos de barra, pois o uso de leitores de código barras é um investimento que agiliza e fornece maior precisão na entrada de dados. Assim, acredita-se que aos poucos é possível inserir as tecnologias e metodologias de gestão da produção sem causar grandes traumas de implantação e atender os níveis de competitividade identificados pelo estudo da UNICAMP-IE-NEIT/MDIC/MCT/FINEP (2002). Com os resultados da coleta, será possível elaborar outros trabalhos de gestão.

O sistema foi desenvolvido para apresentar um custo baixo, fornece suporte para integrar aos sistemas corporativos, tanto na entrada quanto na saída, restringindo-se aos *layouts* previamente estabelecido de comum acordo.

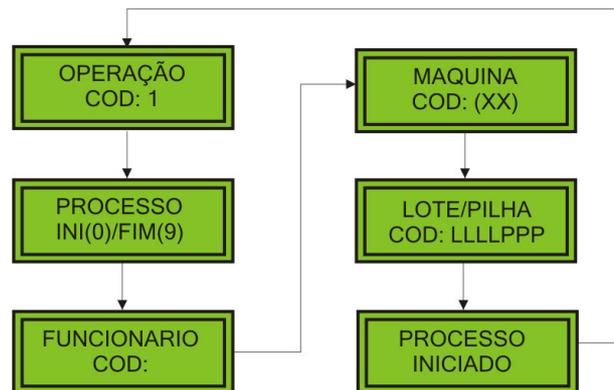
## 6. Processo de Entrada de dados

A entrada de dados ocorre através de micro-terminais, ou através de leitores de código de barra e segue o padrão de códigos de operação pré-estabelecidos por cada indústria. Estes equipamentos podem ser vistos na Figura 2.

Na indústria moveleira trabalha-se com uma OF para cada pilha. Uma pilha é uma sub-partes de um lote que corresponde a uma peça do móvel. Por exemplo, a pilha 100 produzirá um determinado número de cópias da lateral esquerda de um armário. Um lote corresponde a um conjunto de pilhas.



**Figura 2.** Entrada de dados: teclado ou por código de barra



**Figura 3.** Sequências de Mensagens do Display do Micro-Terminal

O fluxo de mensagens corresponde às mensagens relacionadas ao início e fim de processamento de uma pilha. A Figura 3 apresenta o fluxo de mensagens que ocorre no início de processo de uma pilha em um micro-terminal.

O sistema também possui fluxo de mensagens para o cadastramento do fim do processo de uma pilha, da permanência de um funcionário em uma máquina, do reprocesso de peças e da parada de máquina, que pode ocorrer por causa de *setup*, falta de material, limpeza, etc.

## 7. Interface do módulo Cliente

O módulo cliente está presente nos computadores que podem estar no PCP, na Administração, na Diretoria, ou em qualquer computador que tenha acesso ao banco de dados

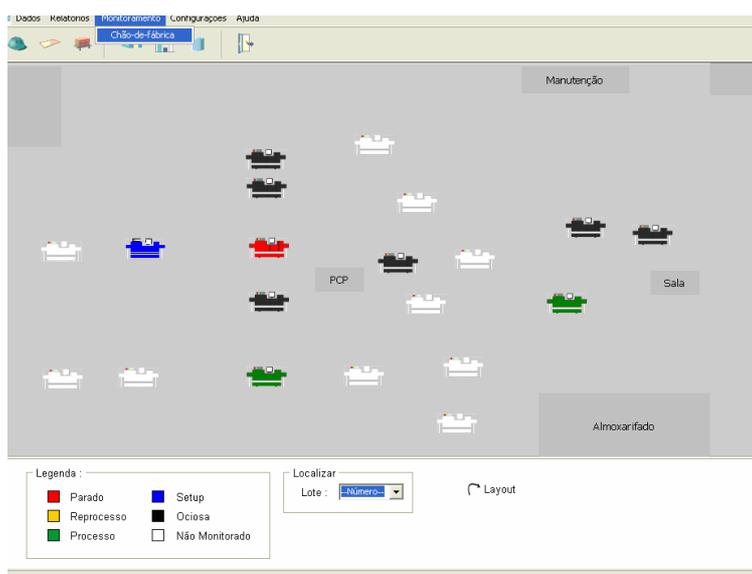
do servidor. Os dados podem ser inseridos no sistema de duas maneiras. Na forma mais simples os dados podem ser cadastrados diretamente no MPI através da função *Cadastrar*. Como pode ser visto na Figura 4, é possível inserir manualmente máquinas, funcionários, setores, lotes e peças.



**Figura 4.** Interface do Sistema MPI

A outra maneira de inserir dados é através da função *Importar*. Com esta função é possível importar arquivos texto gerados por sistemas corporativos, respeitando o formato aceito pelo MPI. Este formato pode ser alterado caso a empresa precise. Uma das dificuldades encontradas na implantação do MPI na empresa piloto foi que esta não forneceu os arquivos texto no formato aceito pelo MPI.

O sistema também possui funções para Exportação de Dados. A exportação tem como objetivo alimentar o sistema corporativo da empresa, e portanto, deve atender às especificações requeridas por este.



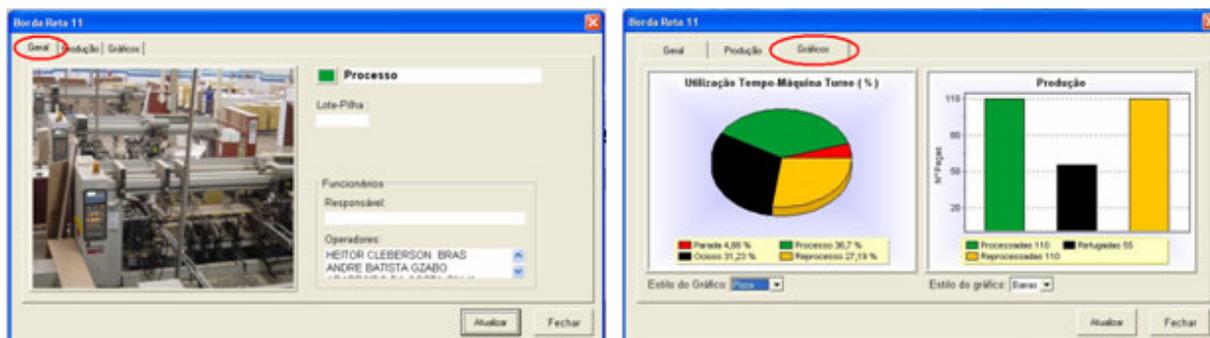
**Figura 5.** Monitoramento do Chão de Fábrica

Os dados a serem importados e/ou exportados utilizam arquivos de texto simples, com um *layout* formalmente definido. Vários bancos de dados oferecem funções para a geração e importação destes arquivos. Entretanto, para trabalhar corretamente com estes arquivos, o gerente do banco de dados corporativo deve trabalhar em conjunto com algum dos desenvolvedores do MPI. Com isso diminuem-se as chances de erros de importação e exportação de dados.

No sistema MPI foi implementada uma interface de monitoramento do estado do Chão de Fábrica. Esta interface apresenta o estado atual de cada máquina. As máquinas podem assumir os seguintes estados: Parado, Reprocesso, Processo, Setup, Ociosa, Não Monitorado. A distribuição do layout das máquinas fica a cargo do usuário que pode reorganizar a distribuição visual a qualquer momento de acordo com sua necessidade. Esta tela pode ser vista na Figura 5.

Ao selecionar uma máquina no Layout é possível verificar seu estado corrente,

histórico e sua produtividade, conforme a Figura 6.



**Figura 6.** Seleção de uma máquina no Layout do Chão de Fábrica

O sistema apresenta uma ferramenta de localização que permite localizar a(s) máquina(s) na qual se encontra um determinado lote ou pilha. Também é disponibilizado o Controle de Produção On-Line. Esta funcionalidade fornece dados adicionais em tempo real sobre as máquinas monitoradas. No Acompanhamento da Produção são fornecidas todas informações acerca do estado atual dos lotes em processo. Para um maior detalhamento, são disponibilizadas as informações sobre o andamento de cada pilha do lote. Este detalhamento pode ser visto na Figura 7. O Fluxo de Processamento fornece os dados que descrevem a situação atual de cada pilha, contendo as informações sobre o histórico.

Acompanhamento da produção								
Lote	Produto	Cor	Quantidade					
5016	Maleiro GR Casal	528	100					
5017	Cômoda 05 gavetas	528	200					
5040	Cômoda sapateira	521	800					
Pilha	Peça	Cor	Quantidade	B	S	T	F	P
001	Tampo	521	100	ok	--	--	--	ok
002	Tampo	521	100	ok	--	--	--	--
003	Tampo	521	80	--	--	--	--	--
004	Porta	521	100	--	--	--	--	--

**Figura 7.** Rastreamento de Lotes

O sistema também emite relatórios que podem ser impressos. O usuário pode selecionar relatórios de desempenho dos funcionários, máquinas e lotes.

## 8. Estudo de Caso: Implementação do sistema na indústria moveleira

A indústria moveleira estudada utiliza atualmente um processo de entrada de dados manual caracterizado pelo uso de formulários de papel. O preenchimento dos campos destes formulários, como o lote/pilha, a operação e o horário de início e fim das operações, são registrados manualmente pelo funcionário. Este método diminui a precisão dos dados registrados pois o funcionário pode cometer erros durante o preenchimento manual.

Outra desvantagem do processo manual está no levantamento do histórico de uma máquina, pois isso depende do cadastramento de todas as informações coletadas nos

formulários de papel. Com isso, os gerentes de produção da indústria não podem ter acesso imediato às informações do chão de fábrica.

Através do sistema MPI, os dados são inseridos no banco de dados em tempo real através de micro-terminais espalhados pelo chão de fábrica. A hora de início e fim das operações é cadastrada automaticamente, utilizando o mesmo relógio do sistema. Além disso, a inserção de dados das operações das máquinas através de micro-terminais possibilita a consulta do estado de qualquer máquina do chão de fábrica em tempo real. Com isso, pode-se consultar quais máquinas estão ativas, ociosas ou em manutenção.

Os dados coletados no chão de fábrica são inseridos diretamente no banco de dados do sistema. Portanto, a criação de relatórios sobre as atividades sendo realizadas se torna uma tarefa rápida. Um exemplo disso é a consulta de quanto tempo uma máquina permaneceu ociosa durante o dia. Caso a indústria utilize o processo manual de coleta de dados, esta consulta se tornaria inviável, pois a análise dos dados pode demorar até vários dias.

Outros relatórios que podem ser consultados estão relacionados à produção da fábrica. O número de pilhas e peças processadas por uma máquina pode ser consultado a qualquer momento. Com isso, os gerentes de produção podem analisar em tempo real a produtividade de cada máquina e diagnosticar gargalos no chão de fábrica. O sistema pode gerar relatórios gráficos sobre a produção, tornando ainda mais fácil a interpretação das informações armazenadas no banco de dados.

A utilização do MPI também possibilita a localização de um lote no chão de fábrica. Se este estiver sendo processado. Caso um lote se perca no chão de fábrica, basta visualizar seu histórico do lote no sistema e verificar onde este pode estar.

Uma das grandes vantagens da utilização de um banco de dados centralizado é a eliminação dos formulários de papel, que muitas vezes ficam dispersos, se perdem no chão de fábrica, ou simplesmente não são cadastrados posteriormente no computador. Quando um formulário desses é perdido ou não é cadastrado, todas as informações da produção de uma pilha são perdidos, reduzindo a precisão da análise da produção da fábrica.

## **9. Conclusões**

Com a implementação deste trabalho verificou-se a viabilidade do desenvolvimento de um sistema de monitoramento da produção industrial, adaptável às diferentes indústrias, principalmente para as indústrias de pequeno e médio porte. Para as indústrias moveleiras o sistema proporciona o autoconhecimento do seu processo produtivo induzindo ações de melhorias e o acompanhamento constante destas, proporcionando a melhora da qualidade e produtividade, trazendo maior competitividade.

No aspecto sócio-econômico, o sistema pode aumentar o capital social e a qualidade de vida dos colaboradores da indústria moveleira pela busca contínua da melhoria, influenciando o desenvolvimento sócio-econômico da região e do país.

Do ponto de vista técnico-científico, este trabalho proporcionou o registro do software no INPI (Instituto Nacional da Produção Intelectual), além capacitar pesquisadores e profissionais para trabalhar com o setor de produção industrial.

O desenvolvimento deste sistema também influenciou o aspecto mercadológico, uma vez que sua aplicação nas indústrias dos pólos moveleiros nacionais pode aumentar a competitividade das mesmas.

Propõe-se para trabalhos futuros, integrar o sistema MPI em um sistema de melhoria contínua para a averiguação constante do alcance de metas indicadas nas ações de melhorias. Outro objetivo é disponibilizar todo o processo de monitoramento por rede sem fios, utilizando as tecnologias *wireless*, que diminuem o tempo de instalação do sistema e os custos e tempo de manutenção, evitando a parada do monitoramento por problemas no cabeamento.

## Referências

- MESA, 1997a, "MES Explained: A High Level Vision", <http://www.mesa.org>.
- Corrêa, H.L., Gianesi, I.G.N., Caon, M., 1997, "*Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II / ERP*", Ed. Atlas, São Paulo.
- BOND, E.; CARPINETTI, L. C. R.; Rezende, S. O. ; Nagai, W. A. e Oliveira, R. (2001) Medição de Desempenho Apoiada por Data Warehouse. [Anais do XXI ENEGEP](#), 17 a 19 de Outubro, Salvador, BA.
- UNICAMP-IE-NEIT/MDIC/MCT/FINEP,2002. ESTUDO DA COMPETITIVIDADE DE CADEIAS INTEGRADAS NO BRASIL: impactos das zonas de livre comércio Cadeia: Madeira e Móveis. *Nota Técnica Final*, Campinas, Dezembro de 2002.(Documento elaborado pela consultora Márcia Azanha Ferraz Dias de Moraes (ESALQ-USP) com apoio, na área de acesso a mercados, do consultor André Meloni Nassar
- KIYAN, F. M. (2001) *Proposta para Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho como Suporte Estratégico*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LIDAK, G. and Rebelato, M.G., 2003, "Buscando a Eficiência na Aquisição e Disposição de Dados do Processo", Proceedings of 10th Simpósio de Engenharia de Produção, São Paulo, Brazil.