

A SIMULAÇÃO NO APOIO DA IMPLANTAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO NO SETOR DE ÁLCOOL E AÇUCAR

Edilson Reis Rodrigues Kato

EESC - USP - São Carlos LAMAFE/Depto. de Eng. Mecânica

Ricardo Y. Inamassu

EMBRAPA/CNPDIA - São Carlos

Júlio Tadashi Tanaka

EESC - USP - São Carlos LAMAFE/Depto. de Eng. Mecânica

José Luiz Miranda Jr.

EESC - USP - São Carlos LAMAFE/Depto. de Eng. Mecânica

Arthur José Vieira Porto

EESC - USP - São Carlos LAMAFE/Depto. de Eng. Mecânica

Abstract: This work presents the use of simulation to decision making the implantation of instrumentation and automation within a alcohol industry. The prior evaluation of the industrial plant control system may check the instrumentation rational use, avoiding unnecessary spends.

Keywords: Simulation, Agroindustry, Process, Alcohol, Instrumentation.

1 Introdução

Para os especialistas da área, não é concebível uma agricultura do futuro sem a automação. Uma automação holística e sistêmica que auxilie profundamente na sustentabilidade tanto do processo produtivo como o do desenvolvimento econômico e social é um grande desafio. Para a automação plena, o caminho ainda é longo. Muitas etapas ainda deverão ser percorridas. Muitos dos conjuntos de conhecimento do campo da ciência e da tecnologia, ainda aguardam novas soluções para viabilizar a sua incorporação (vide ilustração na figura 1).

A instrumentação recebe um papel importante neste contexto. Uma das grandes tarefas é a transformação do arsenal de conhecimentos e tecnologias em produtos eficazes ao desenvolvimento do sistema produtivo agropecuário.

A simulação de sistemas é uma técnica de resolução de problemas seguindo as mudanças durante o tempo de um modelo dinâmico de um sistema (Gordon, 1978). Um modelo de simulação é construído com mais liberdade do que aqueles desenvolvidos para uma solução analítica. Tipicamente, é construído numa série de seções (diagramas de blocos), cada uma delas descrita matematicamente sem uma preocupação excessiva com a complexidade. As equações entretanto precisam ser construídas e organizadas de modo que possibilitem o emprego de um procedimento para resolvê-las simultaneamente.

A simulação possibilita a criação do modelo de um sistema real, com o propósito de avaliar o comportamento deste sistema sob várias condições. Permite ao analista tirar conclusões sobre novos sistemas sem precisar construí-los, ou fazer alterações em sistemas já existentes sem perturbá-los. Possibilita aos gerentes visualizar a operação de um sistema novo ou existente, sob uma variedade de condições. É a única ferramenta que permite a análise de interações entre sistemas (integração de sistemas) e entende como vários componentes interagem entre si e como estes afetam todo o desempenho do sistema (Law, 1986).

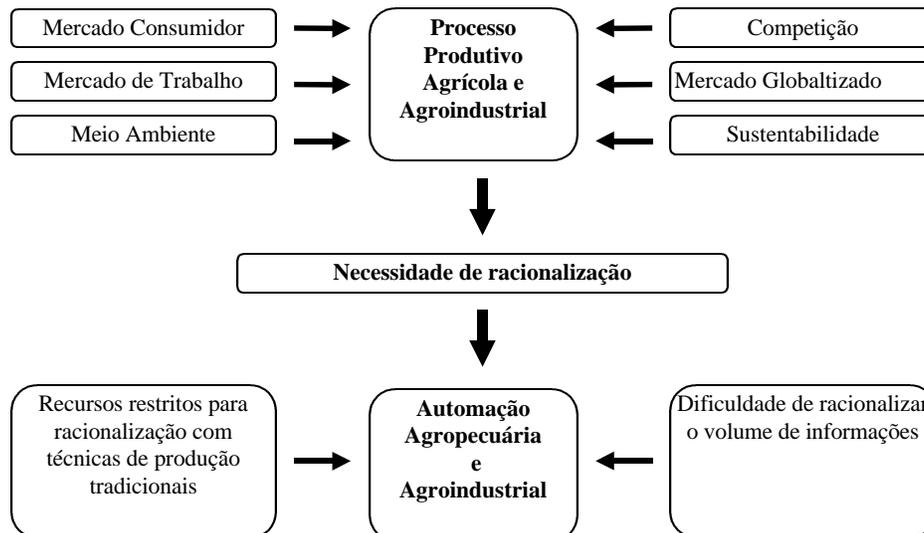


Figura 1 - Diagrama ilustrativo do processo de modernização de sistema agrícola e agroindustrial

A prática da simulação proporciona um total discernimento sobre a natureza de um processo para identificar problemas específicos ou áreas problemáticas dentro de um sistema. Além de desenvolver políticas ou planos específicos para um processo, testando novos conceitos e/ou sistemas antes de sua implementação.

O processo de simulação consiste em definir, formular, validar, analisar e recomendar. Fornece uma especificação funcional, um modelo de simulação e uma avaliação estatística para que os gerentes dos sistemas simulados tomem as iniciativas e decisões.

Uma especificação funcional é composta de objetivos, suposições, entradas, saídas. É detalhada a nível de lógica de controle, visando flexibilidade e análise.

Uma análise dos resultados direcionada aos objetivos do processo, auxilia através de um processo iterativo os analistas a entender os resultados estabelecendo com precisão os resultados.

Nos sistemas contínuos, onde o interesse principal está em mudanças suaves, conjuntos de equações diferenciais são geralmente usados para descrevê-lo.

Nos sistemas discretos, onde o interesse principal está nos eventos, as equações expressam as condições para um evento ocorrer. A simulação consiste em desviar as mudanças no estado do sistema que resultam da sucessão de eventos.

Com a técnica de simulação não fazemos nenhuma tentativa de isolar as relações entre variáveis, pelo contrário, observamos o modo como todas as variáveis mudam com o tempo, muitas "corridas" de simulação devem ser realizadas para entendermos as relações envolvidas no sistema; assim o estudo deve ser planejado como uma série de experimentos.

A maneira de se realizar a simulação dos experimentos depende da natureza do estudo:

- Análise de sistemas: pretende entender como um sistema opera, ou seja, qual o comportamento do sistema.
- Projeto de sistemas: produzir um sistema que atenda certas especificações.
- Postulação de sistemas: é uma simulação empregada em estudos médicos, políticos, econômicos e sociais, onde o comportamento do sistema é conhecido mas os processos que o produzem não são.

A aplicação da simulação a muitos tipos de sistemas com diferentes tipos de estudos resultam em muitas variações na maneira de se realizar a simulação. Alguns passos básicos podem ser, entretanto, identificados. Os principais são:

1. Identificação do problema;
2. Planejamento do estudo;
3. Formulação do modelo matemático;
4. Construção de um programa de computador para o modelo;
5. Especificação dos valores das variáveis;
6. Corridas de Simulação;
7. Avaliação dos resultados;
8. Proposição de novo experimento.

1.1. - Simulação de eventos discretos

Um sistema discreto é aquele no qual o estado do sistema muda de acordo com um número finito de mudanças no tempo. A simulação de eventos discretos envolve o modelamento de um sistema de acordo seu desenvolvimento sobre um período de tempo. Por exemplo, se um centro de usinagem produz uma peça acabada a cada 3 minutos, o número de peças acabadas produzidas pelo sistema (isto é, o estado do sistema), muda somente em instâncias discretas.

1.2 - Simulação de processos contínuos

Um sistema contínuo é aquele no qual o estado do sistema muda continuamente no tempo. Um exemplo de um sistema contínuo em uma usina é a produção do álcool a partir do vinho, onde o fluxo do produto dentro deste sistema é contínuo e muda constantemente com relação ao tempo. Tipicamente os modelos de simulação contínuos envolvem uma ou mais equações diferenciais que dão o relacionamento para as taxas de mudança das variáveis de estado em relação ao tempo. Da mesma forma que a simulação de eventos discretos, a simulação de eventos contínuos começa pelo modelamento matemático e lógico, definindo como o estado do sistema irá mudar no tempo. As variáveis do estado são minuciosamente definidas no modelo para se avaliar as medidas estatísticas. A mudança de tempo de um sistema é dirigida pelas equações diferenciais que definem a mudança no estado do sistema.

1.3 A simulação no setor de álcool e açúcar

A necessidade da implantação da instrumentação e do controle do processo está em ritmo acelerado devido as pressões de mercado. Onde a busca por incrementos na produtividade e na melhoria da qualidade dos produtos foi adotada pelas usinas como uma estratégia para manter sua competitividade no setor. A partir do conhecimento do processo através da instrumentação de seus equipamentos produtores, as usinas de fabricação de álcool e açúcar estão capacitadas a automatizar suas plantas, no entanto, o processo de automação é bastante dispendioso, e quando mal empregado, seus benefícios são discutíveis. Deste modo ferramentas de apoio a decisão como as de simulação podem ser de grande ajuda da escolha da melhor implantação da automação nos setores da usina.

Neste artigo a simulação será tratada como uma ferramenta de apoio para a tomada de decisão da implantação da instrumentação e supervisão no processo de fabricação de álcool hidratado e álcool anidro a partir do vinho.

2 Objetivos

O objetivo do trabalho é mostrar a viabilidade de se utilizar a simulação como uma metodologia para especificação de projeto de plantas de sistemas automatizados em agroindústrias.

Neste artigo a simulação será tratada como instrumentação de apoio para a tomada de decisão da implantação de sensores, atuadores e equipamentos de supervisão no processo de fabricação de álcool hidratado a partir do vinho.

3 Materiais e Métodos

A transformação da cana de açúcar para a fabricação do álcool ou açúcar é realizada em sistemas fechados. Assim o que ocorre no processo não é visível e a tentativa de se “olhar” para dentro do processo baseada na intuição traz muitas vezes resultados insatisfatórios.

A busca de meios técnicos para informarem sobre os acontecimentos dentro das colunas e tubulações, fez com que instrumentos locais fossem instalados (termômetros, manômetros, rotâmetros, entre outros). Contudo como os locais ideais para a medição nem sempre são de fácil acesso para as leituras, surge o desejo de medição à distância. O problema foi resolvido com o agrupamento dos instrumentos em painéis centralizados, evitando que houvessem pessoas andando pela planta para se fazer as leituras dos equipamentos, além da vantagem em tempo para reagir as anormalidades do processo.

Muitas plantas de álcool e açúcar possuem salas onde os instrumentos estão dispostos para a informação do processo, e em muitas delas, o operador também pode atuar nos equipamentos à distância. No entanto ainda há em muitas plantas a dependência do homem, para manter o processo estável, através de ações corretivas. Nestas instalações se observa a dificuldade dos operadores em realizar tarefas como: abrir e fechar válvulas gradualmente e ligar ou desligar bombas na hora certa.

Um próximo passo para estas usinas seria o da implementação de controladores, que podem ser analógicos, mecânicos, pneumáticos, hidráulicos ou eletroeletrônicos, possibilitando manter as plantas em situações relativamente estáveis. Pois as perturbações que tenderiam a tirar o processo da estabilidade seriam rapidamente compensadas pela atuação dos controladores.

O surgimento dos equipamentos digitais ajudou nesta tarefa, porque tornou-se possível linearizar as medições, determinar grandezas por vias indiretas, implantar novos algoritmos de controle e *selftuning*. O Controlador Lógico Programável, PLC (do Inglês *Programmable Logic Controller*), tornou-se a principal ferramenta de controle pois possibilita o estreitamento da faixa de ação dos controladores, para uma aproximação maior dos limites seguros do processo, e conseqüentemente aumentar o rendimento das reações. Agora os controladores são implementados facilmente via *software* no PLC, utilizando estratégias de controle como *feedforward*, cascata, limites cruzados, entre outras. E as modificações na programação dos seqüenciamento e modificação nos *set-points* em reação as condições adversas (alarmes) e perturbações externas podem ser realizadas automaticamente, sem a intervenção do operador.

A utilização de modernas interfaces homem - máquina (IHM) como os sistemas supervisores, possibilitaria aos operadores uma melhor visão e compreensão do processo

(*on-line*) além de apresentar as informações vindas do processo de uma maneira mais “digerível”, facilitando as tomadas de decisão mesmo em situações críticas como o *shutdown*.

A implantação de tais sistemas no entanto não é simples, e a necessidade de ferramentas computacionais, métodos interativos e programas de concientização, são de grande importância para se atingir os resultados almejados.

3.1 Fases do processo de fabricação de álcool e açúcar

A automação das unidades de uma usina canieira é de fundamental importância para que a taxa de produção, a qualidade do produto e a segurança sejam mantidos e melhorados dia a dia. Através de programas de supervisão atuando em micro-computadores industriais e equipamentos de controle de processo como os PLCs, um total controle do processo da transformação da cana de açúcar pode fornecer uma grande vantagem competitiva e tecnológica ao produtor gerando altas taxas de produção. A supervisão da qualidade de produto é feita pela regulagem das condições operacionais tais como temperatura, pressão ou fluxo de utilidades. Quando estiver completo, o sistema de instrumentação fornecerá também informações suficientes para fechar os balanços de material e energético da unidade.

O sistema é dividido em vários subsistemas, sendo um para cada unidade fabril. Cada sistema é configurado separadamente e em seguida integrado no sistema global.

A figura 2 ilustra a base de automação de uma usina de álcool.

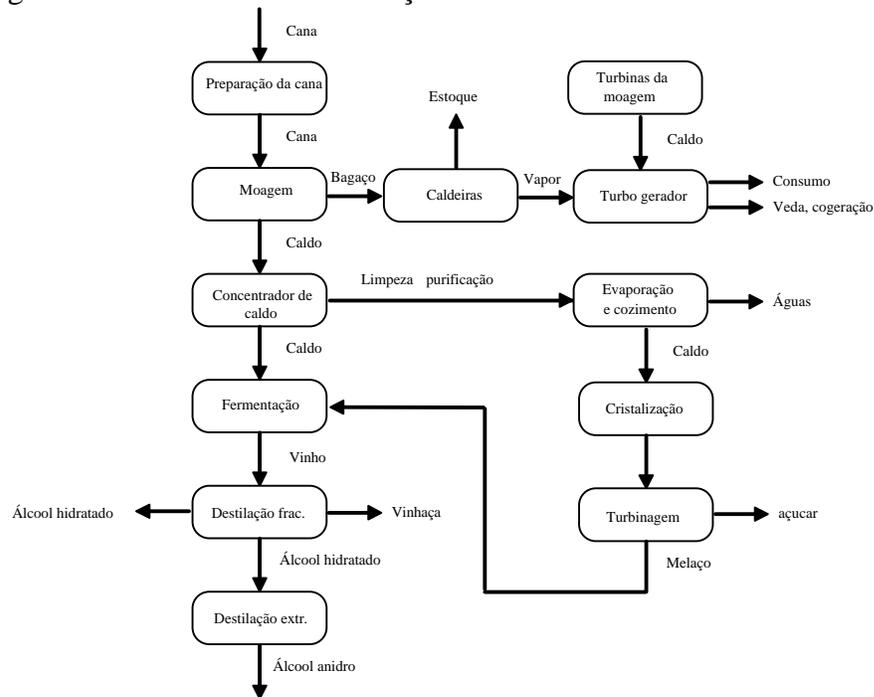


Figura 2 - Base do projeto de automatização de uma usina.

3.2 Instrumentação na unidade de Destilação de Álcool Hidratado

A destilação de álcool hidratado implica no recebimento do vinho e sua posterior transformação em álcool, de acordo com o fluxo de saída especificado pelo projeto ou pelo operador. Isto é realizado por exemplo através das colunas A e B, do fluxograma apresentado na figura 3. O vinho entra pelo topo da coluna A e escorre pelas bandejas até se transformar, com a ajuda do vapor aplicado à base da coluna, em flegma ou vinhaça. A vinhaça escoar pela canaleta e é recolhida ao campo enquanto que o flegma segue para a

coluna B. Na coluna B o flegma passa por um processo semelhante ao da coluna A, no entanto utilizando o próprio condensado.

Por fim o álcool hidratado é recolhido nos tanques de armazenamento e uma parte vai se transformar em álcool anidro. Outros produtos que saem do mesmo sistema são o álcool de segunda e o óleo fuzel.

4 Resultados e Discussões

A simulação da quantidade, qualidade do produto e da estabilidade do processo é realizada pela regulação das condições operacionais como temperatura, pressão e o fluxo de utilidades (água de refrigeração, vapor, etc.).

O controle das variáveis de entrada, tais como vinho, vapor de escape, nível do condensado e álcool de cabeças, irão influenciar na regulação das variáveis de saída como o fluxo de álcool hidratado, vinhaça, óleo fuzel e álcool anidro.

As várias indicações baseadas em curvas estatísticas de temperatura, pressão e vazão proporcionam cálculos das diferenças destas grandezas através do uso de equações diferenciais, para que possa ser evitadas condições como o transbordamento ou o ressecamento de determinadas bandejas, mantendo a qualidade do álcool constante e proporcionando o melhor aproveitamento do equipamento como um todo.

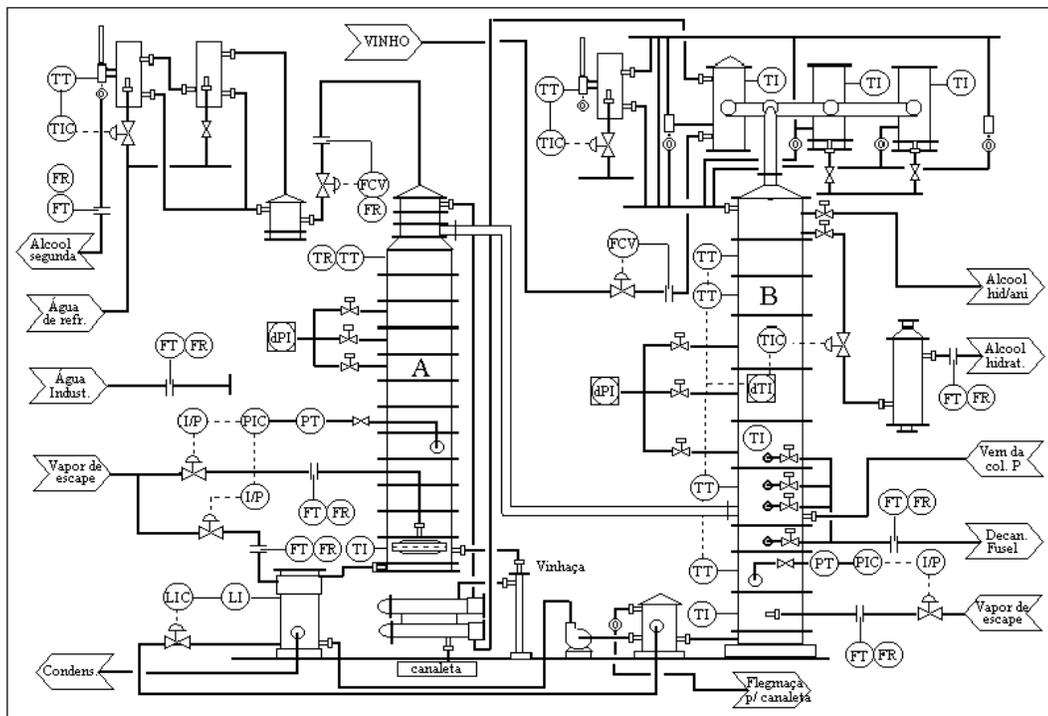


Figura 3 - Fluxograma da instrumentação do equipamento de produção de álcool hidratado.

A utilização de um *software* de simulação, fornecerá um completo relatório de todas as atividades relacionadas com o equipamento durante a safra. Além de proporcionar ao produtor um completo acompanhamento dos resultados do seu equipamento de produção.

A figura 4 mostra a tela de um *software* de simulação, correndo com todas as informações baseadas em condições normais (temperatura, diâmetros de tubulação, pressões, vazões, etc.) para que o sistema planejado possa responder da maneira mais real

possível, e se possa auxiliar o processo de tomada de decisão da implantação ou não do sistema automático.

5 Conclusão

A evolução dos sistemas de instrumentação e controle nas usinas de álcool e açúcar é um processo em ascensão rápida. A fase que compreendia a mudança e instrumentação das plantas além dos controladores é hoje uma realidade. O próximo passo no sentido de modernização, que seria a automatização do processo é uma questão de tempo, pois a parte mais custosa deste objetivo, que a instrumentação de campo, já está instalada. No entanto o crescimento no sentido de modernização estará balizado pelo retorno que a automatização irá proporcionar ao usineiro e não pela modernidade do sistema em si. Este retorno é medido pelas perdas que existiam em um processo pouco estável para um processo altamente estável, na melhoria na eficiência nos equipamentos, na melhoria da segurança das fabricações, na economia de utilitários (água, vapor, energia elétrica), na menor dependência de recursos humanos, que certamente serão números significativos proporcionais à produção de uma determinada safra.

Tais retornos são quantificados através de ferramentas de simulação e podem determinar quais unidades de uma usina de álcool podem ser automatizadas com êxito, além de identificar áreas problemáticas.

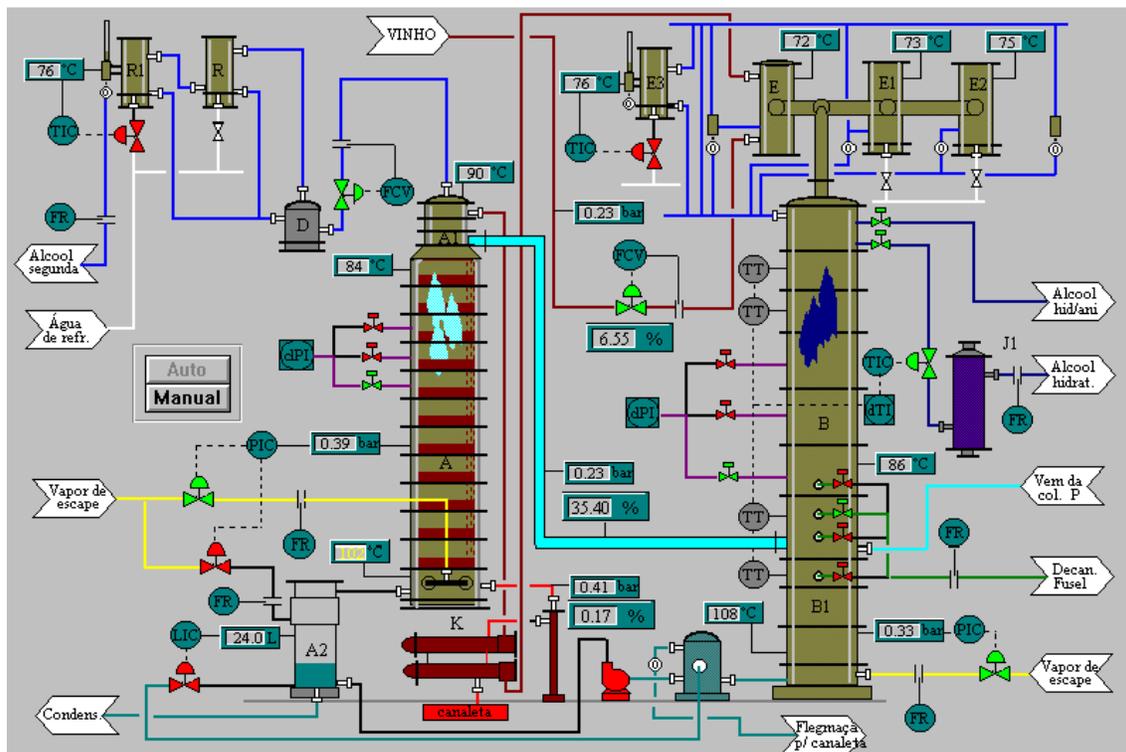


Figura 4 -Tela de um software de Simulação para o processo de fabricação de álcool

A implantação de um sistema automatizado completo gera um alto grau de investimento e a melhor maneira de se quantificar os benefícios de uma futura implantação é utilizar uma ferramenta de simulação onde se possa modelar o sistema atual e o sistema futuro, fazendo -se uma análise de seus benefícios.

No sistema descrito, a justificativa da implantação da automação nas colunas de destilação pode ser percebida através da melhoria e manutenção da qualidade do produto e pela diminuição das perdas do sistema.

Tal sistema de simulação, implantado em uma usina, pode mostrar que ao longo do tempo, o ganho em uma safra pode ser bastante grande.

6 Referências Bibliográficas

GORDON, G.; *System Simulation*, 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey, Prattice Hall, p423, 1978.

KATO, E. R. R.; ATOLINI, L. F. R.; *Instrumentação e supervisão no setor sucro-alcooleiro*, Revista Álcool & Açucar, n. 79, v. 15, abril/maio 1995, p 22-24.

LAW, A. M.; *Introduction to simulation: A powerful toll for analysing complex manufacturing systems*. Industrial Engineering, p 46- 63, May 1986.

LAW, A. M.; HAIDER, S. W.; *Selecting simulation Software for manufacturing applications*, Practical Guidelines & Software Survey, IE, p 33-46, May 1989.

SILVA, E. B. et al.; *Álcool e Gasolina, Combustíveis do Brasil; O Universo da Ciência*. Ed. Scipione, 3a ed., São Paulo, 1992.

VALVAKIS, K. P.; *On the hierarchical modeling analysis and simulation of flexible manufacturing systems with extended Petri Nets*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, v 20, n 1, p 94-110, Jan/Feb. 1990.

ZIONE, C.; *Açucar e Álcool: boa qualidade, preço baixo*. Notícias, n 23, p 10-17, set. 1995, Acessoria de Imprensa da Fiesp/Ciesp, Sesi, Senai e IRS.