

# Revista de Ciência e Tecnologia Política e Gestão para a Periferia



NOTAS/NOTES

Mudanças tecnológicas na indústria  
sucroalcooleira: avanços e retrocessos?

Farid Eid, Sandro da Silva Pinto e Kelson Chan

## MUDANÇAS TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA: AVANÇOS E RETROCESSOS?

**Farid Eid**

Universidade Federal de São Carlos - Dep. de Engenharia de Produção.  
Via Washington Luiz, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos - SP  
Fone: (016) 2608236, FAX 2608240, E-mail: farid@power.ufscar.br.

**Sandro da Silva Pinto**

Universidade Federal de São Carlos - Dep. de Engenharia de Produção  
Via Washington Luiz, Km 235, Caixa Postal 676, CEP 13565-905, São Carlos - SP  
Fone: (016) 2608236, FAX 2608240.

**Kelson Chan**

Universidade Federal de São Carlos - Dep. de Engenharia de Produção.  
Via Washington Luiz, Km 235, Caixa Postal 676, CEP 13565-905, São Carlos - SP  
Fone: (016) 2608236, FAX 2608240.

### RESUMO

Este artigo apresenta alguns resultados de pesquisa, desenvolvida no Estado de São Paulo durante o ano de 1996/97, enfocando o processo de introdução do progresso técnico em uma indústria sucroalcooleira, considerada entre as três maiores do mundo, em particular, as adaptações técnicas e as novas tecnologias de base microeletrônica para controle de processos. Mostramos a tendência de desativação do atual controle centralizado das informações, com o Sistema Digital de Controle Distribuído - SDCD, e a difusão dos Sistemas de Supervisão, por estação de trabalho, sob controle parcial dos operários da produção, o que poderia significar, um retrocesso no controle gerencial do sistema produtivo. Apoio financeiro CNPq-FAPESP.

**Palavras chave:** indústria sucroalcooleira, novas tecnologias, qualificação

### ABSTRACT

This article analyses a case study on the sugar alcohol area, realized on the state of São Paulo. Its beginning is a presentation of the company at issue (sugar alcohol agroindustry) and its respective productive process flow. Followed by some quotations and comments about all the technical adaptations which occurred since the first harvest up to the present days. Besides such adaptations, an industrial automation project is quoted, under the SDCD, Distributed Control Digital System, and the factors about its desactivation and decreasing utilization on the sugar alcohol area. Furthermore, some reports of people on the area reinforce the main purpose of this article, which is to analyse the technical adaptations occurred and the probable failure on the industrial automation attempt.

**Key words:** sugar and alcohol industry, new technologies, qualification

## 1. Introdução

O artigo apresenta alguns resultados de pesquisa, desenvolvida no Estado de São Paulo durante o ano de 1996/97, enfocando o processo de introdução do progresso técnico em uma indústria sucroalcooleira, de grande porte, em particular, as adaptações técnicas e as novas tecnologias de base microeletrônica para controle de processos. Mostramos a tendência, no setor, de desativação do atual controle centralizado das informações, o Sistema Digital de Controle Distribuído - SDCD, significando um aparente retrocesso no desenvolvimento tecnológico, através da re-difusão dos equipamentos para supervisão da produção mas, com sistema flexível, permitindo-se a gradual interligação do sistema e, pela revalorização do saber profissional dos operários da produção.

Começa pela apresentação da empresa, o fluxo do processo produtivo, e comentários sobre as adaptações técnicas introduzidas, desde a primeira até a última safra, 1996/97, e em seguida, uma análise com as justificativas técnicas do progresso técnico e os motivos que levaram à desativação de um projeto de automação industrial - SDCD, com comentários de alguns especialistas da área industrial.

## 2. Fluxo do processo produtivo industrial

A cana é trazida por caminhões que chegam a transportar 50 toneladas de cana por viagem. O caminhão é pesado com a carga.

Após o descarregamento, é conferido o peso do caminhão vazio, através do resultado da ausência do peso da matéria-prima. Uma amostra é retirada para análise, cujo resultado serve para o pagamento dos fornecedores, pela qualidade da cana, medida pelo teor de sacarose contido na matéria-prima.

O descarregamento é feito por quatro sistemas diferentes: hilo, ponte rolante, tombamento lateral e tombamento traseiro. A cana descarregada pela ponte rolante é estocada e, posteriormente, levada pelo garfo hidráulico até a mesa alimentadora. Na mesa, passa por um lençol d'água para lavagem. A água de lavagem de cana após o uso, passa por uma peneira *cush-cush* para retirada de palha e por um sistema de tratamento composto de bombas, um decantador, ciclones e classificador de lodo. A água decantada, volta à mesa alimentadora, enquanto que o lodo é descartado.

Em seguida, a cana é transportada ao picador por esteiras controladas por sistemas automáticos com microprocessador. É picada pelo desfibrador, para melhorar o índice de preparo, facilitando na seqüência, a extração de sacarose, pelas quatro moendas.

A cana desfibrada, cai em uma esteira de borracha, passa sobre um eletroimã para retirar as partículas metálicas que acompanham a cana. A cana, ainda passa por uma calha, o

*shut-donnelly*, que faz a alimentação da moenda. Cada conjunto de moagem é composto por seis ou sete ternos de moenda. Cada terno possui de três a cinco rolos, por onde passa a cana desfibrada, separando o caldo do bagaço. Pequena quantidade de bagaço sai junto com o caldo. É retirado pela peneira *cush-cush* e devolvido à moenda.

O bagaço resultante é levado por uma esteira até as caldeiras para a queima e a produção de vapor. Este conjunto de esteiras obedece um comando central. O sistema de retenção de fuligem elimina a poluição do ar. A sobra de bagaço é enviada à um silo fechado ou ao depósito ao ar livre. O bagaço, quando não há moagem ou na entressafra, volta às caldeiras através de um conjunto de esteiras de retorno.

O vapor das caldeiras, alimenta turbinas para a movimentação de máquinas e turbo-geradores que produzem 90% da energia elétrica necessária às atividades de produção de açúcar, álcool e refinaria, num total de 70 milhões de kwh por ano. Os 10% restantes, são adquiridos da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL.

O vapor de escape das turbinas é usado no processo de aquecimento e evaporação do caldo, cozimento de açúcar e destilação do álcool.

O caldo extraído é conduzido para a fabricação do açúcar, a qual começa, com a sulfitação. O caldo passa por torres contendo anidrido sulfuroso produzido em fornos pela queima de enxofre. Na calação, o caldo recebe leite de cal que neutraliza o meio. A adição da cal e do enxofre, serve para uma reação química com as impurezas existentes no caldo, as quais são eliminadas na seqüência do processo. O caldo é aquecido em trocadores de calor e chega à temperatura de 105°C.

No balão de *flasch*, são eliminados os vapores oclusos produzidos no aquecimento. A decantação serve para separar o caldo das impurezas em processo contínuo. O lodo eliminado na decantação, é misturado com o bagacilho e levado aos filtros para separação das impurezas, formando-se a torta de filtro, utilizada na lavoura como fertilizante.

O caldo clarificado, levado à pré-evaporação é concentrado, eliminando-se 35% da água. A complementação da evaporação se efetua em 4 caixas, ligadas em série, e o produto final é um xarope com 62% de sódio.

O caldo vai aos cozedores, sob vácuo, com 23 a 25 mmHg. Nesta condição, dá-se o aparecimento de cristais envoltos em uma película de mel.

Dos cozedores, os cristais vão a um regulador de fluxo entre o cozimento e a centrifugação, os cristalizadores.

As centrífugas recebem os cristais ainda envoltos em mel; separam o mel do açúcar. O açúcar centrifugado, é levado por esteiras transportadoras ao secador-resfriador e, posteriormente, ao ensaque.

O açúcar chega aos silos. É colocado em sacos de 50 Kg, conferem-se os pesos e prosseguem-se as costuras das bocas. Os sacos são levados por esteiras até os caminhões que os transportam para os armazéns ou venda.

Na refinaria, o açúcar amorfo e o açúcar granulado são produzidos a partir da dissolução com água do açúcar cristal. O xarope é filtrado para eliminar partículas sólidas, é tratado com resinas para eliminar sais, matéria orgânica e cor, resultando num xarope sem impurezas.

O xarope concentrado em tachos é descarregado em bateadeiras para a eliminação da água por auto-evaporação, formando-se o açúcar. O açúcar refinado amorfo é conduzido ao secador-resfriador, sendo peneirado e empacotado em volumes de 1, 5, 25 e 50Kg. Sem impurezas, o xarope é bombeado a um cozedor a vácuo e concentrado até o aparecimento de cristais, sendo descarregado em cristalizadores e, posteriormente, centrifugado e levado a um secador-resfriador vertical e a um conjunto de peneiras para classificação. É ensacado em volumes de 50 Kg, carregado em caminhões e enviado ao porto de Santos para exportação.

Outra parte do caldo, clarificado, é enviado para a fabricação do álcool na destilaria anexa à usina. É inicialmente resfriado em um trocador de calor (contra-corrente com água). A primeira operação na fabricação do álcool é o preparo do mosto, resultante da mistura de caldo, xarope, mel final e água. O mosto é enviado às dornas de fermentação e é misturado com as leveduras, o fermento. Este substrato, depois de aproximadamente sete horas é transformado em vinho com fermento contendo aproximadamente 10% de álcool, o qual é levado às centrífugas que separam, o vinho das leveduras. O fermento será tratado e retorna à fermentação. O vinho é enviado à destilação. As colunas A e B fabricam o álcool hidratado e na seqüência do processo passa pela coluna C, liberando o álcool anidro.

Na destilação, obtém-se ainda o óleo fúsel e a vinhaça, esta última, aproveitada na lavoura como fertilizante e também utilizada na fabricação de gás metano, usado em caminhões.

### **3. Mudanças e adaptações tecnológicas**

Em funcionamento desde os anos quarenta, a usina em estudo, produziu em sua primeira safra 49 mil sacas de 50 Kg (equivalentes) de açúcar e 107 mil litros de álcool. Posteriormente, conviveu com sucessivos aumentos de produção e produtividade, atingindo, na safra 1990/91, a marca de 5,8 milhões de sacas de açúcar e 280 milhões de litros de

álcool, através da moagem de 5,7 milhões de toneladas de cana. Atualmente, é considerada entre as três maiores do mundo, em volume de cana-de-açúcar fornecida pela agricultura e esmagada pela indústria, atingindo o patamar superior a 7 milhões de toneladas, em aproximadamente oito meses de safra (20/04-20/12). Produz 380 mil toneladas de açúcar e 375 milhões de litros de álcool, correspondendo à produção de 18% do açúcar consumido na região Centro-Sul do país e exportar açúcar granulado para os cinco continentes. Atua, em um raio de 53 km em torno da usina, distribuídos em dezesseis municípios de uma região do estado de São Paulo. O cultivo da cana é desenvolvido em 98 mil hectares, sendo 63, cultivados pela própria empresa.

Desde o início dos anos 70, a usina acompanha de perto os programas governamentais para o setor, busca ampliar sua base técnica e aumenta sua produtividade, investindo em pesquisa e planejamento, máquinas, equipamentos, terra e mão de obra.

No laboratório agrícola são efetuados estudos de solo, irrigação e pesquisas genéticas, para que as variedades plantadas, nas áreas próprias de cultivo da empresa e nas áreas dos fornecedores, mantenham características de produtividade elevadas, acima de 100 toneladas por hectare. O laboratório de entomologia desenvolve artificialmente o ciclo de vida dos inimigos naturais da broca da cana. Os insetos, após reprodução em laboratório, são espalhados pela plantação, para o controle biológico da praga. A transferência de tecnologia desenvolvida para os fornecedores da matéria-prima básica, tem como objetivo o aumento da produtividade da cana de terceiros, esmagada pela usina. Esta atividade inclui orientação aos empregados dos fornecedores, quanto aos cuidados de plantio, tratos culturais, variedades e espécies, além do tratamento do solo.

A colheita é realizada de forma manual e mecanizada. O corte manual, nas áreas de topografia irregular, atinge uma média de cerca de 7 a 8 ton/dia, enquanto que nos terrenos regulares, onde a máquina ainda não passa, a média ultrapassa as 9 ton/dia.

No sistema de colheita mecanizada, com máquinas nacionais e importadas operando até vinte e quatro horas por dia, durante parte da safra, o rendimento das colhedoras atinge, em média, vinte e cinco toneladas por hora. Quanto ao sistema de transporte da usina, envolve uma frota própria de novecentos veículos, sendo trezentos e cinquenta, para o transporte de cana. A agricultura canavieira, responsável por cerca de 60% do custo total do açúcar e álcool, vem acompanhando o ritmo de expansão da indústria.

Na indústria, foram implantados alguns projetos de expansão, em 1979, com o aumento da capacidade de destilação nominal de 400 para 620 m<sup>3</sup>/dia e em 1980, aumentando de 620 para 840 m<sup>3</sup>/dia. Em 1982, em novo projeto, elevou-se a capacidade nominal de destilação de 840 para 1.280 m<sup>3</sup>/dia. aumentou-se a tancagem de álcool, totalizando 171 mil m<sup>3</sup>, sendo que, em 1986, a tancagem foi elevada para 211 mil m<sup>3</sup>.

Quanto às primeiras moendas, foram concebidas com a capacidade de trituração em cerca de 5 mil/ton dia. Se em 1972, esta empresa esmagava somente 12 mil ton/cana por dia em duas moendas, em 1976 ao instalar uma nova moenda de 84 polegadas, o dobro de capacidade das duas moendas anteriores, sua capacidade de trituração passa para 22 mil/ton dia. Em 1982, instala uma quarta moenda de 84 polegadas com capacidade para 13 mil/ton dia. Durante a safra 1996/97, operava com quatro moendas *envenenadas* e uma capacidade total de extração em cerca de 42 mil/ton por dia. As moendas passaram dos 92% de extração da sacarose em 1972, para até 97% a partir do início dos anos 90. Para aumentar esse rendimento, segundo relato da diretoria industrial, a usina introduziu modificações técnicas ao instalar pneus a gás nas moendas, desfibradores horizontais do tipo DHU, um primeiro *donele*, esteira-rolante de borracha, o *chutidonele* nas moendas e os *prasroles* dimensionados para todas as moendas. No entanto, 40% do custo total da manutenção, principalmente durante os quatro meses de entressafra são destinados às moendas.

Para acompanhar esse ritmo, foram montadas três caldeiras e um turbo gerador. O bagaço da cana é aproveitado como combustível natural das caldeiras em substituição ao óleo, enquanto que os turbo-geradores possibilitam a auto-suficiência de energia, gerando 10 milhões de kwh por mês. Em 1982, ampliou-se a capacidade nominal de fabricação de açúcar cristal e, em 1987, concluiu-se a implantação do sistema de tratamento e recirculação das águas residuais e resfriamento, além da recirculação das águas dos condensadores barométricos.

A vinhaça, integra-se ao processo produtivo através da sua utilização na ferti-irrigação da lavoura canavieira. Para isso, a usina conta com 142 km de tubulações e canais a céu aberto, que chegam a canais secundários, de onde a vinhaça é distribuída através de caminhões e aspersores. A estação de tratamento de água, com volume útil de 25 milhões de litros, permite que o sistema de recirculação de águas residuais, realize diariamente o tratamento de 200 milhões de litros, evitando-se que poluentes sejam lançados no rio, que passa próximo à usina.

Com este processo de expansão, a eficiência das caldeiras passou de 75% para 86%, houve uma redução da fuligem pela chaminé, com a instalação de multi-ciclones e lavadores de gases, um aumento da capacidade efetiva da destilação de álcool de 400 para 2150 m<sup>3</sup>/dia, eliminação das caldeiras a óleo e instalação de um sistema de transporte, armazenamento e retorno do bagaço, proporcionando 90% do consumo, através da geração de energia.

#### **4. Re-configuração da automação industrial nos anos 90**

Uma característica tecnológica relacionada aos equipamentos usados para o controle de processos em indústrias sucroalcooleiras, diz respeito à variação, em três ou até mesmo, quatro níveis.

a) um controle está localizado junto a cada equipamento separadamente e que requer atenção do operador para zelar sobre a correta aceitação dos parâmetros predefinidos e corrigi-los quando for necessário; b) um controle de processo, também localizado ao lado do equipamento, ao ser automatizado, é capaz de intervir para corrigir quando os parâmetros que estão ocorrendo não forem os pre-estabelecidos; c) um controle informatizado, abrangendo toda uma fase do processo produtivo com a centralização das informações relevantes, está localizado em uma sala fechada que abriga um grande painel de controle; d) um controle informatizado, abrangendo todo o conjunto do processo produtivo industrial com a centralização das informações relevantes, localizado em uma sala de controle central, distante fisicamente da produção.

A necessidade de automação na indústria está associada, entre diversos aspectos, às possibilidades de aumentar a velocidade de processamento das informações pois as operações são cada vez mais complexas e variáveis, necessitando de um grande número de controles e mecanismos de regulação para permitir decisões mais ágeis e, portanto, aumentar os níveis de produtividade e eficiência do processo produtivo. A automação permite economias de energia, força de trabalho e materiais, um melhor controle de qualidade do produto, maior utilização das plantas, aumenta a produtividade dos empregados e pode reduzir problemas de segurança. Em essência, a automação nas indústrias sucroalcooleiras a exemplo das indústrias de processo contínuo, permitem aumentar os níveis de continuidade e de controle global do processo.

Aumentar produtividade significa, em primeiro lugar, aproximar ao máximo a produção real com a capacidade nominal das máquinas e equipamentos; em segundo lugar, reduzir ao mínimo possível as horas de parada por necessidades de preparação, manutenção corretiva dos equipamentos e falta de matéria-prima para abastecer o processo produtivo. Uma falha em qualquer fase do processo produtivo compromete a eficiência de todo o processo.

A concepção de otimização do processo produtivo, via automatização integrada, se confronta com uma automatização por fase específica, muito comum em usinas e destilarias. Neste caso, a otimização será lograda parcialmente, numa determinada fase do processo, por exemplo, na moagem.

O projeto de automação totalmente integrado é “extremamente difícil” por dois fatores, segundo alguns fornecedores e especialistas do setor: a) pelo número de variáveis muito elevado na parte do controle industrial, na parte do controle administrativo e do sistema de informações - “na hora de você integrar aquele produto com outro, se você não teve método e olhou cada equipamento isoladamente, nessa hora de interligar fica, vamos dizer, um remendo nessa interligação.” ; b) alto custo dos equipamentos, apesar de que com a automação industrial em toda a planta, evita-se a duplicação em cada setor de equipamentos típicos de uma central (disco magnético, impressora, etc).



A diferença básica entre controle centralizado e controle distribuído é que o primeiro ocorre em uma sala de controle onde, teoricamente, uma única pessoa pode comandar a indústria como um todo, enquanto que o segundo, ocorre no chão de fábrica, onde um operário controla uma parte do sistema produtivo, através da pilotagem de um micro-controlador de processo. Esta análise, pode ser resgatada no relato de um gerente da usina: *“Hoje em dia, a idéia é supervisionar a indústria como um todo e deixar espalhado no chão de fábrica controles distribuídos, seriam pequenos PCs em cada uma das áreas e comunicação com um painel central a fim de supervisionar, gerenciar e fazer estatística e, não mais, praticamente fazer controle.”* (gerente industrial de usina)

De fato, a instrumentação industrial desta usina, no período 1992/96, passou por modificações no que diz respeito à procedência dos equipamentos. O Sistema Digital de Controle Distribuído - SDCD desativado em 1995, foi produzido com tecnologia nacional. Um dos principais fornecedores de componentes deste equipamento, a CONSIP, faliu após a abertura da economia brasileira às importações de tecnologia de informática, assim como paralisaram esta produção, os diversos concorrentes, entre eles a Eurocontrol.

Os gerentes desta empresa, para reforçarem a justificativa da desativação do SDCD, consideram que a facilidade de importação de tecnologia, a partir da abertura da economia brasileira às importações, tem levado as empresas, segundo suas palavras, *“desenvolver mais nada no Brasil”*. Para ilustrar esta afirmação, mostram o caso da empresa sueca Brow-Bovery, muito forte na produção do chamado “campo elétrico” e que importa tudo: *“A gente percebe que a tendência desse setor no Brasil é a importação da tecnologia, não havendo mais desenvolvimento, simplesmente há uma adaptação de tecnologias já existentes em aplicações diversas. Todos os fabricantes estrangeiros de tecnologia para o setor, instalados no Brasil, dependem da matriz multinacional, para conseguirem um engenheiro de desenvolvimento.”*

Nos anos 80, após a Lei de Informática (1984), vários fabricantes saíram do país e nos últimos dois anos alguns estão de volta ou instalando somente um escritório de representação, como é o caso da maior fabricante mundial de equipamentos para automação microeletrônica em indústrias de processo contínuo, a YOKOGAWA-HOMURA. O Brasil dispõe de somente dois grandes fornecedores nacionais de equipamentos para usina - Codistil e Dedini-Zanini (DZ), sendo que nenhum fornece equipamentos com automação.

No entanto, a Smar Equipamentos, ainda sobrevive e crescendo sua produção de equipamentos para automação microeletrônica. Parte dos componentes utilizados em diversas usinas foram adquiridos no exterior, em função da redução significativa nos preços, devido aos incentivos fiscais para exportação; ou seja, a Smar exporta e a empresa instalada no Brasil traz o equipamento/componente de informática adquirido no exterior, para a venda no país.

Dois engenheiros, onde são gerentes da usina, explicam como é que nestas condições, a empresa consegue suprir as suas necessidades de instrumentação industrial: *“Lançou-se mão do que se chama os controladores single loop, porque veja, nós não temos um desenvolvimento em automação planejada ou de uma plenitude tão grande que permita lançar mão de projetos maiores. Então qual a idéia: Hoje há necessidade de dez malhas de controle, por exemplo, está previsto numa entressafra, nós vamos implantar dez malhas de controle. São implementações modulares passíveis de serem interligadas a um sistema de gerenciamento maior, posteriormente. (...) A gente não deixa de automatizar o processo, mas não lança mão de estratégias de controle que movam grandes investimentos.”*

As várias áreas que hoje estão automatizadas permitem uma interligação futura. Os investimentos são menores e mais simples, em cada fase, da ordem de no máximo US\$80 mil, ao contrário do SDCD que exigia investimentos de até US\$1 milhão.

Em termos de melhoria de processo introduzida nesta usina, após 1992, foram feitas várias modificações no processo que não envolveu automação, mas que melhorou a eficiência de algumas operações unitárias, principalmente na área de cozimento. A centralização das operações de comando de motores, de monitoração de algumas variáveis do processo, definiram um ponto estratégico dentro da fábrica, nas palavras de um consultor de usinas *“O indivíduo não precisa mais ficar circulando pela área para obter informações, todas as informações estão centralizadas num painel (...) com as informações, os operadores podem interagir com o processo. Isso me parece ser um começo prá uma linha de automação.”*

Parece que o SDCD, para o setor sucroalcooleiro, segundo palavras de um gerente, *“está com seus dias contados”*. Funcionar com eficiência esse equipamento, significa desenvolver todo um trabalho de rastreamento do chão de fábrica. O controle do funcionamento do processo produtivo é complicado, sob controle parcial dos operadores da produção, mas, sempre em disputa com os engenheiros gerentes, e também, com a aparição dos técnicos do açúcar e do álcool. A falta de um bom funcionamento do SDCD é atribuída, em algumas vezes, à falta desse conhecimento pela direção, traduzido pela não elaboração e aplicação de um Plano Diretor, sendo portanto impossível a centralização de todas as informações do processo produtivo, sob o controle de uma única pessoa, o gerente.

O relatode de um dos principais consultores de usinas para automação industrial e que durante vários anos foi gerente industrial de uma das maiores usinas do mundo ilustra bem as dificuldades para o funcionamento do SDCD na indústria sucroalcooleira: *“Na minha opinião, pra gente vender um SDCD, primeiro o cliente precisaria ter um perfil diferente do perfil das usinas de hoje, quer dizer, é mais ou menos, eles investem apagando incêndio, quer dizer, aí tem uma situação que não tem mais como sustentar, como operar, então eles acabam investindo pra soluções de curto prazo, quer dizer, o SDCD, pra você fazer isso, a usina precisa ter no mínimo um **Plano Diretor**, para que você possa justificar, só aí você*

*consegue justificar o número de malhas de controle, custo por malha de controle. O SDCD, ele começa a ter uma **vantagem acima de um determinado número de malhas** que passam às vezes de duzentas ou trezentas malhas de controle, então, quando você trabalha em soluções de operações unitárias, é muito difícil você justificar ou implantar (o SDCD) ”.*

A alternativa que vem sendo difundida é a implantação de sistemas de supervisão que possam estar interligados em redes locais, em chão de fábrica e depois interligados à sistemas cooperativos. Atualmente, encontra-se em andamento alguns projetos de interligação, explicados por um consultor, “*os clientes já estão integrando o sistema cooperativo ao sistema de fábrica.*”

Um estudo desenvolvido em 1991, por um diretor do Grupo de Instrumentação Nacional sobre o Açúcar e o Álcool - GINAA - mostra a evolução da tecnologia de instrumentação industrial no Brasil. O estudo previa que o uso da instrumentação pneumática analógica passaria de 68% em 1991 para somente 3% no ano 2000. E a instrumentação eletrônica analógica passaria de 16% para 7% nesse mesmo período. Enquanto que o uso de Sistemas Digitais de Controle Distribuído - SDCD passaria de 2% para 41%, e o Controlador Lógico Programável - CLP passaria de 1% em 1991 para 10% no ano 2000 (Alasmar, 1991). Em 1997, parece que permanece essa tendência apresentada no início da década, transferindo-se a porcentagem do SDCD para o CLP, justificada por um diretor do GINAA “*(...) porque o SDCD, a tendência é, em função do custo inicial de implantação... é muito alto, e não tenha dúvida, numa planta nova, o SDCD é a melhor alternativa, mas para a implantação em pequenos estágios, o investimento inicial é muito grande.*”

No entanto, verificamos que mesmo em uma planta nova em que o SDCD funciona desde a primeira safra, parece que o mesmo, encontra-se com “*seus dias contados*”, conforme já apontado em relato do gerente industrial.

## 5. CONCLUSÃO

O processo de reestruturação produtiva da empresa tem elevado seus níveis de produção e eficiência agroindustrial, gerando ao mesmo tempo um desemprego estrutural, principalmente na área agrícola, com a mecanização do corte da cana-de-açúcar. No entanto, a automação microeletrônica industrial, também possibilitou um enxugamento de mão-de-obra nas áreas industrial e administrativa. Se no início dos anos noventa esta usina empregava nove mil funcionários, durante a safra 1996/97 já dispensara definitivamente cerca de 1800 (posição: outubro de 1996).

Quanto às vantagens em termos de investimento, comparando-se o SDCD com o Sistema de Supervisão com micro-controladores de processo, uma estação de operação ligada ao

SDCD tem um custo em torno de US\$35 mil, enquanto que um Sistema de Supervisão completo - um microcomputador, um sistema de supervisão e a engenharia de sistema, custa em torno de US\$15 mil.

No entanto, parece ser um dos elementos centrais para explicar a tendência de desativação do SDCD, na indústria sucroalcooleira, a falta de conhecimento profundo sobre o funcionamento do chão de fábrica, por parte da gerência. O reconhecimento de que os operários da produção, chamados de "práticos" tem um papel fundamental no funcionamento da produção, coloca como necessidade a elaboração de um Plano Diretor mostrando como está sendo exercido o controle real da produção. Por outro lado, em usinas onde vem ocorrendo um processo de desativação do SDCD, verificamos que antes, a direção implanta um Programa de Qualidade Total, buscando maior envolvimento de seus empregados para colaborar com a direção.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALASMAR, M. A. (1991), "Automação no setor de açúcar e álcool- Usina da Barra S. A. Açúcar e Alcool" in: INSTEC - Instrumentação e Controle de Processos, SP, setembro 1991.

CARDOSO R.A. (1983), "A informática na indústria sucroalcooleira" in : Revista Brasil Açucareiro.

DEFFUNE D. (1990), "Algumas notas sobre a formação profissional em instrumentação" in : 4º Simpósio de Instrumentação do GINAA, Sertãozinho, 03 et 04 dezembro de 1990.

EID, F. (1996) Progresso Técnico na Agroindústria Sucroalcooleira in Revista Informações Econômicas, Instituto de Economia Agrícola, SP, vol. 26, n°5, pp.29-36, maio/96.

FAIDHERBE J.P. (1986), "Les nouvelles technologies informatiques dans l'industrie sucrière" in : IAA, juillet/aout 1986.

INSTEC (1990a), Instrumentação e Controle de Processos; Entrevista com o novo presidente da INSISTE, RJ, Mc Klausen.

PONGITORI M. A. N. (1990), "Implantação de S.D.C.D." in: 4º Simpósio de Instrumentação do GINAA, Sertãozinho, 03 et 04 dezembro de 1990.

TOLEDO, J.C.de ; FERRO J.R. ; TRUZZI O.M.S. (1987a), "Automação e trabalho em indústrias de processo contínuo" in : Revista Brasileira de Tecnologia, Vol 18, N° 1, janeiro de 1987.

ZARIFIAN P. (1987), "Les enjeux de la gestion industrielle" in : Travail, n° 14, Paris, octobre 1987. ZARIFIAN P. (1988), "L'émergence du modèle de la compétence" in : Les stratégies d'entreprises face aux ressources humaines - L'après-Taylorisme, Paris, Economica.

ZARIFIAN P. (1989), "Les nouvelles tendances de la productivité" in: Anais do Seminário Padrões Tecnológicos e Processo de Trabalho - Comparações Internacionais, USP/UNICAMP, SP, maio-agosto 1989.

