

# DIFUSÃO TECNOLÓGICA A PARTIR DAS INDÚSTRIAS DE BENS DE CAPITAL DE PIRACICABA/SP: MODERNIZAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

*Altair Aparecido de OLIVEIRA FILHO<sup>1</sup>*

*Márcio Rogério SILVEIRA<sup>2</sup>*

## Resumo

O setor de bens de capital é considerado um setor estratégico para o desenvolvimento nacional. Devido à sua função dinamizadora do conjunto das atividades econômicas, ele é o difusor de progresso técnico, uma vez que participa de todas as cadeias produtivas da economia, fornecendo máquinas e equipamentos variados. Esses evoluem com as necessidades emanadas dos outros setores, que buscam aumentar sua taxa de lucro através da melhor produtividade laboral do trabalho. Portanto, esse setor se destaca sistematicamente por introduzir novas tecnologias no cotidiano produtivo. Assim, este artigo busca demonstrar como as indústrias de bens de capital de Piracicaba/SP contribuíram para o avanço e a modernização do setor sucroalcooleiro nacional, que se diversificou e ampliou suas características ao longo da história, passando da exclusiva função de produtor de açúcar para conformar também o setor agroenergético do país.

**Palavras-chave:** Bens de capital. Inovação. Tecnologia. Biocombustíveis.

## Abstract

### **Technology broadcast from industries of capital goods from Piracicaba/SP: modernization and diversification of the sugar-alcohol sector**

The capital goods sector is considered a strategic sector for national development due to its proactive role in all economic activities and its diffusion of technical progress. This happens because it is part of all the productive chain of the economy, providing machines and miscellaneous equipment, which necessarily evolve due to the needs emanating from other sectors, which seek to increase their rate of profit and labor productivity through better work. Therefore, this sector stands out systematically by introducing new technologies in daily production. Thus, this paper seeks to demonstrate how the capital goods industries from Piracicaba/SP contributed to the advancement and modernization of this national sector national and how it has diversified and expanded its characteristics throughout history, starting with the exclusive function of sugar production to conform to the agroenergy sector.

**Key words:** Capital goods. Innovation. Technology. Biofuels.

<sup>1</sup> Mestrando em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - E-mail: geoaltair@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor da graduação e da pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, campus de Presidente Prudente/SP - E-mail: marcioourinhos@gmail.com.br

## INTRODUÇÃO

O objetivo do artigo é demonstrar o desenvolvimento e a incorporação dos avanços tecnológicos realizados pelas indústrias de bens de capital do município de Piracicaba/SP. Essas possibilitaram, ao longo dos últimos noventa anos, modernizar e diversificar o setor sucroalcooleiro nacional. No âmbito deste processo ocorreram significativos ganhos de produtividade do setor sucroalcooleiro, que também consubstancia o setor agroenergético do país.

Os desdobramentos decorrentes da produção de bens de capital resultam, em maior ou menor medida, na incorporação de novas tecnologias, que são “repassadas” aos seus clientes. No primeiro momento, elas são tecnologicamente atreladas ao desenvolvimento do centro do sistema capitalista por meio das cópias e da política de substituição de importações exercidas no Brasil. Atualmente, sua produção indica uma dinâmica endógena de desenvolvimento da tecnologia mediante parcerias estrangeiras e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no interior das principais empresas.

Logo, compreender o crescimento dessa indústria significa entender como o desenvolvimento técnico e tecnológico do setor sucroalcooleiro e bioenergético se desenvolvem e podem contribuir para a diversificação da matriz energética nacional, e, por conseguinte, gerar efeitos multiplicadores para o Brasil. O país, desse modo, além de ampliar seu potencial energético, pode se tornar hegemônico na produção de tecnologia desse setor por meio das máquinas e equipamentos, que apresentam aperfeiçoamento contínuo desde a década de 1920. Já o setor bioenergético, de maneira mais direta, é requisitado sempre que o sistema econômico/energético, baseado nos combustíveis fósseis, entra em crise.

As indústrias de bens de capital que hoje abrangem o mercado de máquinas e equipamentos para o setor de biocombustíveis estão sob o guarda-chuva de uma grande empresa nacional (Dedini S/A Indústria de Base), por diversas outras médias e pequenas (Mausa, NG, Conger, CSj Metalúrgica) e pela presença de empresas estrangeiras (*Ethanol Systems, Bosch Engenharia*). No entanto, as empresas nacionais se configuram como um forte oligopólio, que mediante o controle tecnológico e da capacidade de produzir diversos tipos de produtos formam barreiras substanciais à entrada de concorrentes. Por isso, as empresas estrangeiras entram no mercado brasileiro apenas em faixas específicas de produtos para esse setor, e geralmente, pelas inovações ainda não atingidas pelo oligopólio nacional (como a tecnologia dos difusores)<sup>3</sup>.

Nesse contexto, o município de Piracicaba/SP torna-se relevante como recorte analítico pelo fato de ser a área responsável por dar origem, através das suas combinações geográficas, ao primeiro conjunto de empresas relevantes do setor sucroalcooleiro e bioenergético do país. Isso teve início com a oficina Dedini que cresceu até se tornar uma *holding* do setor de bens de capital, e atualmente, por meio das suas destilarias, projetadas e construídas no interior de suas fábricas, é responsável por 80% da produção de álcool nacional e 20% da produção mundial. A isso se acrescenta o fato que nesta área se encontram outras empresas de menor porte que compõem o setor com a fabricação de componentes para as usinas e destilarias e até mesmo de unidades produtivas inteiras. Entretanto, sua capacidade produtiva é inferior à empresa-líder, não conseguindo superá-la em escala. Desta forma, o presente trabalho encontra-se dividido em três partes, além da

<sup>3</sup> A tecnologia dos difusores promove a substituição das moendas que extraem o caldo da cana-de-açúcar por compressão mecânica e sucessivas embebições. Já o processo de difusão se dá em duas etapas, a cana preparada (desfibrada) é deslocada em uma esteira e passa pelo processo de lixiviação (lavagem), sendo que a sacarose remanescente no interior das células é extraída por difusão, ou seja, migração da sacarose do meio mais concentrado para o meio de menor concentração. Esse novo equipamento permite uma economia nos custos de manutenção e no consumo de energia para usina, e, portanto, amplia a possibilidade de exportação de energia elétrica para a rede.

introdução e das considerações finais. Essas se complementam na compreensão do quadro geral do tema: o caráter dinamizador das indústrias de bens de capital do município de Piracicaba/SP.

## **O CARÁTER DIFUSOR DAS INDÚSTRIAS DE BENS DE CAPITAL: UMA ABORDAGEM TEÓRICA CONCEITUAL**

A produção revela a atitude ativa do homem para com a natureza e dessa interação derivam o processo imediato de produção de sua vida, de suas condições sociais e das suas representações de espiritualidade. Isto é, a produção da vida material determina a vida social. Assim, o desenvolvimento de uma formação social é dependente do grau de desenvolvimento de sua produção e de seus intercâmbios internos e externos.

Deste modo, quanto mais complexas forem as forças produtivas de uma formação social, mais desenvolvida será essa formação social. Por essa razão, ela atinge uma divisão social do trabalho condizente com seu estágio material. Esse é tão complexo quanto sua materialidade, que força, constantemente, a extensão quantitativa e qualitativa das forças produtivas mediante a contradição iminente das relações de produção, que são motivadas, indiscutivelmente, pela luta de classes e pela concorrência intercapitalista.

Segundo Marx (1986, p. 42), essa realidade "*deve sempre ser estudada e elaborada em conexão com a história da indústria e das trocas*", pois o elemento produtivo conduz todo um conjunto de fatores correlacionados que dele dependem. Desta maneira, articula produtivamente uma extensa cadeia produtiva que faz interagir, contraditoriamente, - trabalho e capital -, na superação da demanda por matérias-primas, alimentos, serviços especializados e comercialização dos bens acabados.

Deve-se ter em mente que as novas forças produtivas e as novas relações de produção não ocorrem do nada. Mas, desenrolam-se a partir do interior da antítese até o estágio de desenvolvimento da produção e das relações de propriedade tradicionalmente recebidas como herança (ROSENBERG, 2006). Nesse caso, a grande indústria capitalista, que é parte constituinte da nossa realidade, começa a se erguer em base material, ainda que essa não lhe pertença, estruturando-se sobre o sistema manufatureiro, consubstanciado por um capitalismo primitivo, desenvolvido rapidamente pela especialização do trabalho, pelo crescimento da produtividade e pelo incremento consciente de ciência no seu cotidiano produtivo.

É no estágio anterior da indústria que vislumbramos os fundamentos técnicos imediatos da grande indústria, pois é na manufatura – no caso brasileiro: nas oficinas metal-mecânicas de imigrantes do início do século XX – que a produção da maquinaria moderna se deu por primeiro, superando o artesanato e as mãos dos escravos de ganho. Em certo grau do seu desenvolvimento, estas unidades produtivas arcaicas se revolucionaram, aperfeiçoaram-se e criaram para si uma nova base correspondente a seu próprio modo de produção. No Brasil, esse estágio vai ser atingindo com plenitude somente no final da década de 70.

A grande indústria de bens de capital para o setor sucroalcooleiro tem seu início com a gênese do Grupo Dedini, que estabeleceu, no ano de 1920, uma pequena oficina metalomecânica na cidade de Piracicaba/SP. No começo, pautou-se em uma iniciativa calcada na mão de obra familiar prosperando a partir de relações mais simples de comercialização até atingir relações mais complexas de fabricação e comercialização de bens manufaturados. Esse empreendimento visava realizar a produção de veículos e utensílios agrícolas, bem como peças de reposição de engenhos e de usinas de açúcar. O crescimento dessa unidade produtiva ocorre primeiramente por maiores incrementos em capital extensivo, ou seja, por meio do aumento da mão de obra empregada na produção: em 1920, eram oito pessoas na

atividade; dez, em 1921; nove anos depois, já eram 40 funcionários; e em 1935, eram 150 pessoas (NEGRI, 2010).

Destaca-se que muitos dos produtos desenvolvidos nos seus primeiros anos eram ainda semi-artesanais, nos quais os conhecimentos ainda estavam implícitos aos trabalhadores, isto é, suas ações no trabalho estavam dissociadas de um domínio técnico escolarizado. Por mais que já utilizassem algumas técnicas mecânicas, os processos produtivos estavam incomensuravelmente atrelados ao processo social de produção sem treinamento científico, mas baseando-se apenas nas experiências e nas regras empíricas, conseguidas transversalmente na tradição do ofício (ROSENBERG; BIRDZELL, 1986), fato que aproxima essa unidade produtiva das manufaturas pré-industriais.

Esse processo se dá pela capacitação interna dessas pequenas oficinas que, aos poucos, vão incorporando avanços técnicos desenvolvidos no centro do sistema por meio da engenharia reversa, da aquisição, da assimilação e do aperfeiçoamento de tecnologias estrangeiras. Essa dinâmica é estabelecida forçosamente pelas políticas de substituição de importações e/ou de maneira natural, na qual os empresários locais adquirem pacotes tecnológicos que incluem processos de montagem, especializações de produtos, *know-how* de produção, técnicos, componentes e peças. Tal fato se intensifica com a estratégia global de negócios das empresas estrangeiras que objetivam estender o ciclo de vida de seus produtos (KIM, 2005).

Por fim, podemos supor que o processo de desenvolvimento tecnológico dos países inovadores (desenvolvidos) ocorre na sequência básica de pesquisa-desenvolvimento-engenharia. Já nos países que buscam estabelecer o processo de *catching-up*, essa ordem se inverte para engenharia-desenvolvimento-pesquisa. Este segundo modelo é característico do Brasil, que teve seu departamento II desenvolvido antes que o seu setor de bens de capital.

Portanto, para o Brasil e todas as formações periféricas, o crescimento do segmento de bens de capital é importante, pois é a maneira ativa com que se busca diminuir os *gaps* tecnológicos existentes entre seus concorrentes externos. Além disso, é a medida única para promover um desenvolvimento autônomo, que pode, ao final, configurar um norte para a solução de entraves internos, capacitando tecnicamente um país para resolver dificuldades próprias da sua formação. Dessa maneira, o setor de bens de capital apresenta, ao longo de sua estruturação, uma função ímpar no conjunto das atividades econômicas, pois ele é o difusor de progresso técnico, uma vez que, participa de todas as cadeias produtivas da economia, fornecendo máquinas e equipamentos variados para o setor de bens de consumo.

O desenvolvimento de um setor de bens de capital nacional é fundamental para diminuir a vulnerabilidade externa, o que ocorre por meio da sua reconhecida importância como criador de capacidade produtiva e de indutor do progresso técnico. Essa função pode ser percebida na relação entre a tecnologia empregadas nos maquinários e o aumento da produção, haja vista que o corpo de uma máquina não encarece na mesma proporção em que cresce o número de suas funções e melhoramentos implementados na conjuntura produtiva. Ou seja, os custos dos bens de capital, que são sempre crescentes, não se elevam na mesma medida em que ocorrem os ganhos de produtividade desempenhados por estas novas máquinas.

Nessa direção, os bens de produção proporcionam poderosos incentivos econômicos para as inovações voltadas à economia de capital, sendo isso uma oportunidade para aumentar a taxa de lucro, reduzindo o valor do capital constante requerido para a produção de mercadorias. Tal processo envolve, certamente, dois fatores: o desenvolvimento de maquinaria aperfeiçoada, que resulta da própria mudança tecnológica do setor de produção de máquinas; bem como o progresso científico em pesquisa e o desenvolvimento de materiais utilizados para solucionar problemas imediatos da produção.

Assim, a inserção de equipamentos no ambiente produtivo se dá por conta da diferença de produtividade da máquina em comparação com a força de trabalho que ela substituirá. Esta razão tem como determinante a quantidade de tempo na qual os custos de trabalho do maquinário permanecerem menores do que o valor que o trabalhador com sua ferramenta/mãos acrescentaria ao objeto. Ou seja, quanto menor for a parcela de valor transferido pela máquina, quando comparada ao valor (horas de trabalho) do trabalhador, mais vantajosa será a sua utilização. Portanto, “[...] a produtividade da máquina se mede pelo grau em que ela substitui a força de trabalho” (MARX, 1984, p. 21).

A difusão da máquina nos diversos ramos da indústria acaba por reduzir o valor social do produto da máquina, impondo “[...] a lei de que a mais-valia não se origina das forças de trabalho que o capitalista substitui pela máquina, mas, pelo contrário, das forças de trabalho que ocupa com ela” (MARX, 1984, p. 31). A redução da jornada de trabalho, por exemplo, impulsionou o desenvolvimento das forças produtivas através da inovação tecnológica e pela racionalização do trabalho, fixando mais dispêndio de trabalho no mesmo ou em menos tempo, conferindo ao trabalhador uma condensação da atividade laboral em um grau só alcançável dentro de uma jornada de trabalho mais curta. Ou seja, para a sua realização há um alto gasto de energia do trabalhador, que, entretanto, está melhor empregado e intensamente envolvido em sua atividade em um período mais curto de tempo. Isso promove a melhor qualidade do trabalho e maiores índices de produtividade, resultado de uma jornada laboral, caracterizada por medidas intensivas e extensivas de trabalho humano e artificial.

Consequentemente, para manter esta efetivação a contento do processo de acumulação capitalista é necessário o aumento do número de máquinas na produção, pois essa é a principal forma de extrair e espremer mais força de trabalho em menos tempo. E isso passa, necessariamente, pela construção/desenvolvimento mais aperfeiçoado da maquinaria, ou seja, da indústria de bens de capital que incorpora e transfere inovações tecnológicas.

Diante do exposto, percebe-se que a indústria de bens de capital é imprescindível para o desenvolvimento das forças produtivas de uma determinada formação social. Isso porque a sua ausência ou a sua efetivação, coerente com as exigências da conjuntura econômica, promove o desenvolvimento em cascata por conta da sua capacidade de incorporar novos produtos, impedindo, por exemplo, que a indústria local (no interior da formação social) fique na dependência externa. Logo, essa indústria antepara as oportunidades de desenvolvimento e aperfeiçoamento dos produtos subsequentes (ARAÚJO JR., 2007).

A dinâmica traçada pelas empresas de bens de capital, voltadas para a produção de equipamentos para o setor sucroenergético, impõe ganhos de produtividade na agroindústria canieira. Isso pode ser observado pelos dados de produção de açúcar e etanol no estado de São Paulo na safra de 1980/1981, que foram, respectivamente, de 3.968 mil toneladas e 2.608 mil m<sup>3</sup> comparados às 23.446 mil toneladas e 15.354 mil m<sup>3</sup> da safra de 2010/2011. Mediante esses números, constata-se um aumento exponencial na produção (UNICA, 2012).

Esse crescimento foi possível através da modernização das destilarias, das moendas, das centrífugas e de outros equipamentos tão presentes nas usinas. Esses, em sua maioria, foram melhorados a partir do desenvolvimento próprio, ou seja, as empresas em grande contato com os clientes (usineiros) constataavam problemas no cotidiano da produção e assim procuravam junto à engenharia e às rotinas da produção maneiras de realizar melhorias nesses maquinários. Isso, ao longo do tempo, traduziu em inovações, em sua grande maioria, inovações incrementais, ou seja, promoveu o aumento de escala, a redução do consumo de energia, a ampliação do escopo do equipamento e a alteração do material de confecção. Todas essas são ações que contribuíram para a evolução da agroindústria nacional.

A indústria de bens de capital impõe limites ao crescimento de uma economia. Uma vez que, suas taxas de crescimento dependem da capacidade desse ramo industrial em oferecer novos produtos, conhecimentos ou soluções que aumentem a produção e a produtividade do trabalho no interior dessas e de outras estruturas produtivas, a partir de bens

que diminuam os custos de produção das outras indústrias, de modo a criar condições para conter e amortizar os efeitos das crises cíclicas do sistema econômico.

Ao perceber esta função central da indústria de bens de capital na produção econômica, compreende-se que o seu desenvolvimento se dá por meio de um processo de substituição de técnicas consagradas pela experiência, e que são representativas de um estágio já maduro do conhecimento científico por novas técnicas em via de definição, ou seja, pela introdução constante de inovações tecnológicas (RANGEL, 2005). Os bens de produção reúnem um número variável de produtos no seu interior, assim, sua determinação como tal é dada exclusivamente por seus usos e por sua atuação efetiva no ambiente econômico.

As indústrias de bens de capital podem ser divididas em dois grupos distintos, de acordo com a sua produção: as indústrias de bens de capital seriado (BKS) e as indústrias de bens de capital sob encomenda (BKE). Na segunda forma de indústria de bens de capital temos uma produção realizada por projetos específicos, proveniente de uma demanda em particular. Desta forma, o tempo de produção é longo, buscando sempre realizar a economia de escopo na produção pela produção de um conjunto amplo de máquinas e equipamentos que possam ser utilizados, de preferência, por vários setores industriais (ARAUJO JR., 2007). De outro modo, pode-se afirmar que os bens de capital seriados são padronizados e produzidos em larga escala, já os bens de capital sob encomenda são produzidos conforme características técnicas associadas a determinado processo produtivo.

Em termos gerais, pode-se declarar que a indústria de bens seriados é dependente da escala de produção, enquanto a indústria de bens sob encomenda depende da tecnologia de produto. Já que ela busca solucionar problemas específicos, caracterizando-se, portanto, pela sofisticação tecnológica e pelo aperfeiçoamento em *design* para o atendimento de necessidades exclusivas, o que resulta em altos custos em pesquisa e em desenvolvimento na engenharia de produto. Em contrapartida, os bens de capital seriados exploram enormemente as economias de escala, precisando de uma escala mínima para atuar, apresentando alto custo em pesquisa e desenvolvimento em processos.

Para a estruturação das indústrias de bens de capital modernas, verifica-se que a inovação é questão de sobrevivência e deve-se sempre realizar inversões em processos inovativos, provenientes da complexidade das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Tornando, assim, esse processo de inovação uma questão de planejamento a longo prazo, tanto para as empresas, como para as instituições governamentais. Compreende-se que a economia capitalista conduz o processo de inovação como uma condição de produção, sendo essa atividade algo predeterminada e não fruto do acaso do mercado (DOSI, 2006).

Com isso, nota-se que certa quantidade de inovações que são utilizadas hoje são aperfeiçoamentos conscientes do aprendizado anterior, tanto científico, como da execução de tarefas práticas geradas a partir de um problema no cotidiano da produção. Assim, incorpora-se a solução em produtos ou em processos, novos ou incrementais, que resultam na própria inovação (DOSI, 2006).

As novas forças produtivas não emergem do misterioso *deus ex-machina*, e sim, são resultados materiais do processo dialético da história mais ampla, na qual as forças produtivas mais antigas e as relações de produção desempenham papéis essenciais, constituindo-se frutos da luta de classe. Com isso, compreende-se que a tecnologia é a manifestação do modo de agir do homem em relação à natureza, no quadro da produção da vida, da qual se extraem também os mecanismos de formação social e as concepções intelectuais do mundo (ROSENBERG, 2006).

## AS INDÚSTRIAS DE BENS DE CAPITAL DE PIRACICABA/SP: O ELO TÉCNICO DA DIVERSIFICAÇÃO E DA MODERNIZAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO NACIONAL

A estrutura atual das empresas de bens de capital em Piracicaba/SP tem seu início na segunda década do século XX. Ela é fruto da dinâmica promovida pelos imigrantes e pelo subsequente desenvolvimento canavieiro do interior paulista. Isso não significa que a demanda tenha conduzido o processo, mas o crescimento do setor de açúcar e álcool possibilitou condições para que os recursos ociosos no interior da iniciativa primária (oficina Dedini) realizassem as substituições de importações que essas demandavam em momento de expansão. Essas abrangiam tanto as impostas pela divisão internacional do trabalho, no seu sentido mais clássico, quanto as induzidas pelas ações do Governo Federal por intermédio do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA).

A constituição da oficina para atender o setor de açúcar e álcool começa pela atividade de consertos e reparos de peças para a reposição e fabricação de componentes simples e rudimentares dos engenhos de açúcar. Essa estrutura produtiva pouco ornamentada, apresenta similaridades com as usinas (SAMPAIO, 1974). Tal iniciativa era considerada de grande importância pelos proprietários de engenho, uma vez que propiciava a continuidade do processo produtivo. Nesse caso, a substituição de peças era feita rapidamente, porque a alternativa era importar tais componentes mecânicos, por conseguinte, interrompendo a produção por grande período de tempo.

Dentro da cronologia da empresa, destaca-se um fato ocorrido no ano de 1932, quando Pedro Ometto<sup>4</sup> e Mário Dedini vão até a cidade de Campos/RJ para que aquele compre uma usina de açúcar completa, já usada e desgastada, que fora instalada na cidade de Iracemápolis/SP. Mas, a usina deveria passar por uma reforma total. Sendo assim, foi desmontada e enviada para a Indústria Dedini para ser reformada. É neste momento que a unidade produtiva de Mário Dedini consegue realizar o maior aprendizado técnico que necessitava para dominar o processo de feitura de uma usina de açúcar completa.

Os aparelhos foram desmontados e é no ato de desmanche, retificação, lubrificação e remontagem que a tecnologia foi aprendida. Pouco tempo depois, estes "novos" produtos reformados se incluíram na linha de fabricação da empresa de Mário Dedini, já que os desenhos dos equipamentos foram todos copiados, adaptados e reproduzidos pela Metalúrgica Dedini, possibilitando a produção de "*aquecedores, evaporadores, vacus, cristalizadores, condensadores, caldeiras geradoras de vapor*" (NEGRI, 2010, p. 23).

Juntamente com as alterações no interior da fábrica, estabeleceram-se arrojadas estratégias competitivas que a colocaram como uma das maiores empresas brasileiras em meados do século XX. Na Dedini, executaram-se ações que não só proporcionaram uma demanda cativa para seus produtos, como também, a empresa se constitui em importante elo na difusão dos avanços tecnológicos para o setor sucroalcooleiro nacional.

Por meio de acordos pessoais entre Mário Dedini e alguns potenciais usineiros, que desejavam ampliar a capacidade de produção de seus engenhos, alambiques ou usinas, traçava-se uma situação de negócio especial. Nele era oferecido um conjunto de moagem novo e de maior capacidade para os empresários do açúcar/álcool, que não podendo arcar com todos os custos, mas, ainda assim, almejando incrementar a produção, tinham parte dos custos abatidas pelos conjuntos velhos e menores que eram dados como entrada na negociação. Dessa forma, a sucata se transformava em "novos" bens de produção na fábrica Dedini, pois passavam por uma total reforma para serem futuramente revendidos às unidades menores, ou, então, para engenhos de açúcar mais atrasados, visto que procura-

<sup>4</sup> Pedro Ometto, imigrante italiano, que se dedicou à produção de açúcar e álcool na região de Piracicaba/SP, foi fundador da Cosan, atualmente, a maior empresa no setor sucroalcooleiro.

vam ajustar-se às exigências do IAA de aumentar a capacidade produtiva por unidade no país (LEÃO, 2005; NEGRI, 2010).

O outro lado da estratégia era mais agressivo e proporcionava à Metalúrgica Dedini maiores ganhos, pois ela acabava por participar da cadeia produtiva do açúcar e do álcool de maneira completa. Para isso, adotava a prática de “[...] participação como sócio dos novos empreendimentos, quer seja na ampliação e modernização das instalações produtoras ou na instalação de novas unidades” (NEGRI, p.45, 2012). De tal modo, amarrava-se pelas relações financeiras e jurídicas, fontes de demandas futuras para sua metalúrgica. Consequentemente, acelerava e possibilitava a modernização do setor em cascata, à medida que ampliava a capacidade produtiva, até mesmo das grandes usinas - por meio de novos equipamentos, mais eficientes e mais produtivos, que eram fabricados pela assimilação de tecnologia estrangeira (cópias ou licenças). A base desse processo também possibilitava uma modernização proporcional para os engenhos e para as pequenas usinas, por disponibilizar no mercado equipamentos retificados e reconicionados.

No ímpeto do crescimento pela diversificação, a Dedini, no ano de 1948, funda mais uma empresa - a Mause (Metalúrgica de Acessórios para Usina S.A.) -, com o pressuposto de fabricar máquinas e acessórios, fazer consertos e instalações industriais e de se ocupar com a importação e exportação de máquinas. Nas entrelinhas, esta unidade tinha como intento maior: produzir equipamentos para usinas que ainda não eram fabricados pelas outras unidades do Grupo Dedini, cuja tecnologia não tinha sido assimilada. Essa empresa resultaria na integração horizontal da produção de equipamentos das empresas Dedini, ficando com a incumbência de produzir equipamentos novos e mais leves do setor de álcool e açúcar. Dessa forma, cobriria toda a exigência do mercado, pois os equipamentos de destilarias e metalurgia pesada já eram feitos, faltavam apenas os acessórios leves e os acionadores.

O acúmulo de conhecimento adquirido pelo grupo no processo de fabricação de usinas de açúcar e álcool completas através da divisão social e espacial do trabalho permitiu que o Grupo Dedini passasse a produzir o maior número de usinas instaladas no Brasil, na década de 1950. Algo que foi atingido em plenitude quando a Mause atingiu um estado de desenvolvimento maduro, dando conta da demanda dos materiais leves e tecnologicamente mais avançados. É evidente que a partir de 1953, os fatores sistêmicos voltaram a contribuir, pois o Estado brasileiro passa a sobretaxar equipamentos e máquinas importadas, que antes representavam 40% do setor, e já no ano seguinte, a Dedini incorpora essa fatia do mercado, visto que, as novas instalações aumentaram sua capacidade produtiva (NEGRI, 2010).

As novas fábricas da Dedini mostraram sensíveis avanços técnicos, no fim dos anos 1950, para melhor atender as exigências do mercado, incorporar novas demandas e consolidar a sua posição hegemônica, que começou a ser ameaçada com o surgimento de pequenas empresas nacionais que atuavam na mesma linha de produtos. Com isso, a solução encontrada foi a de se investir em inovações tecnológicas, mesmo que sejam apenas incrementais. A exemplo dessas ações ocorridas na Mause, pode-se mencionar a fabricação das “[...] centrífugas convencionais, que de início eram manuais, passando para semiautomáticas, terminando no início da década de 1970 por produzir centrífugas automáticas” (NEGRI, 2010, p. 102).

Esse avanço foi possível por conta da compra da licença estrangeira (alemã) para a produção de centrífugas automáticas. Logo, a Mause era um dos canais abertos à incorporação de inovações no centro do sistema, pois o que não era possível reproduzir de maneira direta no interior das fábricas Dedini era adquirido juntamente à fonte, já com o projeto e os detalhes da confecção do equipamento.

Todas as empresas surgidas do interior do grupo Dedini até a década de 1970 visavam, de uma maneira ou de outra, atender, complementarmente, ao setor agroindustrial da cana-de-açúcar, tanto à montante, quanto à jusante da cadeia produtiva, pois assim



aumentaria a integração vertical e horizontal de suas fábricas, e conseqüentemente, eliminar-se-iam os terceiros, maximizando a redução de custos.

Nos anos de 1970, a Dedini passa por grandes mudanças que a colocam, de fato, como uma *holding*. Essa alteração fica por conta da reestruturação acionária e administrativa entre as empresas e os proprietários participantes do Grupo Dedini. Esse evento foi desencadeado pela morte do fundador da empresa, Mário Dedini; pelo processo de profissionalização da gerência das empresas e; pela *joint venture*, realizada entre a Mário Dedini S.A. - Metalúrgica (a principal empresa do grupo Dedini) e as empresas japonesas, *Kawasaki Heay Industries Ltd* e a *C. Itoh & Co. Ltd.*

Tal associação com o capital japonês tinha por objetivo promover uma diversificação profunda no portfólio de negócios do grupo Dedini por meio da transferência de tecnologia e de investimentos diretos na empresa. A associação com as empresas nipônicas resultou em imediata diversificação do portfólio de negócios, pois as participações do setor sucroalcooleiro nas vendas do grupo eram de 95% do total. Mas, após 1975, com as diversas mudanças estruturais e tecnológicas, passaram a representar apenas 65% do total (LEÃO, 2005).

A Codistil S.A., do Grupo Dedini, empresa de caldeiraria e a maior fabricante de destilarias do Brasil, nesse mesmo período, passou por grandes mudanças, as quais a colocaram como a principal empresa fornecedora de equipamentos para a produção de álcool do Brasil até os dias de hoje. Em 1972, foi feito um acordo com a companhia alemã, *Siemens*, para a fabricação de turbinas a vapor, que poderiam ser utilizadas tanto na geração de energia elétrica, bem como mecânica, e na movimentação de máquinas e componentes no interior das unidades produtivas. Esse convênio foi estendido até 1990. No ano de 1976, a Dedini adquiriu a licença para fabricar turbinas com tecnologia inglesa da empresa *Allen*, que hoje pertence ao Grupo acionário da *Rolls Royce* (LEÃO, 2005).

A importância da *joint venture* pode ser mais bem mensurada pela comercialização da maior Usina de Hidratação de cal do mundo, no ano de 1976/77, para a Companhia Vale do Rio Doce, que era capaz de produzir 66 toneladas do produto por hora. Nessa mesma época, foram vendidos para a Vale 70% de todos os equipamentos e máquinas necessários para a instalação da usina de pelletização do minério de ferro. Os equipamentos produzidos pela Dedini eram britadores, moinho de bolas, separadores, conjuntos de tanques de compressão, sendo que, os 30% restantes dos equipamentos foram importados da *Kawasaki* (LEÃO, 2005).

As décadas de 1960 e 1970 são marcadas como o momento de expansão e consolidação das empresas de bens de capital do município e do estado de São Paulo. Elas se consolidaram e acumularam capacidades para atuar, incisivamente, no mercado a partir da segunda metade da década de 1970, sobretudo, após a conformação do segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (IIPND), que colocou como prioridade o fortalecimento desse setor no Brasil. Já que, ele era de certa maneira frágil, sensível à oscilação do mercado e levava, no conjunto, desvantagens em relação às empresas internacionais, devido à diferença tecnológica e o custo de produção.

Os efeitos dessas medidas, somadas ao contexto do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), resultaram no aumento vertiginoso da produção de cana-de-açúcar e de etanol. Apresentando, de maneira geral, ganhos de produtividade e, paralelamente, ocorreu o processo de concentração fundiária e técnica nesse setor, pois os usineiros beneficiavam-se desse novo programa com a redução de custos de produção, manejando de maneira estratégica a economia de escala e de escopo no interior das usinas. A área colhida de cana-de-açúcar cresceu 29%, ou seja, cerca de 608 mil hectares entre 1976 e 1980, e a produção total do produto teve um aumento de 43,7% no mesmo período, sendo que, o rendimento por unidade área era de 11,4% (MELO; FONSECA, 1981). Esses números mostram que ocorreu um melhoramento nas práticas agrícolas, como a utilização de fertilizantes, o cultivo de novas espécies de cana-de-açúcar e a modernização do parque sucroalcooleiro.

No município de Piracicaba/SP, que é notadamente uma área canavieira tradicional, não ocorreram grandes aumentos na área plantada. Entretanto, sua produção dobrou em relação aos primeiros anos do Proálcool, até o seu auge em 1985. Mesmo assim, houve uma redução no número de produtores do município da ordem de 46,63%, enquanto a quantidade produtiva expandiu-se aproximadamente na mesma proporção, 44,98%. Isso leva a concluir que ocorreu um processo de concentração da terra e da capacidade produtiva no interior do município, fato que é evidenciado com os dados das tabelas 1 e 2, que representam esse contexto inicial do Programa Nacional do Álcool. Nesse momento as organizações oligopólicas controlaram a maior parte das estruturas de produção dessa cadeia, tornando-se, assim, mais competitivas, reduziu-se o custo por unidade.

**Tabela 1 - Concentração produtiva da cadeia de produção da cana de açúcar no interior paulista no ano de 1970 a 1980**

Município	Unidades produtoras de cana de açúcar	Quantidade de cana de açúcar (T)	Área (ha)
<b>1970</b>			
Estado de São Paulo	15.164	30.340.214	580.487
Piracicaba	1.246	2.063.776	39.579
Ribeirão Preto	88	637.027	9.510
Santa Bárbara	228	532.367	9.693
<b>1980</b>			
Estado de São Paulo	13.444	72.257.080	1.073.120
Piracicaba	757	2.627.263	36.452
Ribeirão Preto	112	2.195.686	28.510
Santa Bárbara	86	973.155	13.876

**Fonte:** TERCI; BILAC; VIEIRA JR; PADILHA; GOLDSCHIMIDT, 2005.

Destaca-se o segundo momento do Proálcool, que além de ampliar a demanda por mais equipamentos na produção de álcool (destilarias anexas ou autônomas), aquecendo as indústrias de bens de capital sob encomenda, que também exigiu novos equipamentos nas unidades financiadas pelo Estado. Esse, por sua vez, exigiu novos padrões para a liberalização dos empreendimentos, como a necessidade de realizar o beneficiamento da vinhaça, substância tóxica resultante da produção de álcool (MELO; FONSECA, 1981).

Assim, os projetos novos, que iniciaram a partir de 1980, eram financiados pelo Estado e eram condicionados a novas exigências. Dessa forma, o Grupo Dedini, através da Codistil S.A. e a Conger S.A., que até o final da década de 1970 eram as únicas empresas capazes de construir destilarias inteiras, acelerou o processo de feitura desses equipamentos, desenvolvendo novos projetos (equipamentos e sistemas) para promover a concentração da vinhaça, buscando maior solidez desse resíduo, para que ele pudesse ser transportado pelos caminhões e utilizado como fertilizante nas lavouras. Para que isso se concretizasse era imprescindível que ocorresse uma melhoria nos concentradores de vinhaça. Desse modo, a Conger, que naquele momento apresentava parceria tecnológica com a *Vogelbusch*, empresa austríaca, destacava-se para a função. Uma vez que, a Dedini ainda não dominava tal tecnologia completamente. Portanto, no ano de 1978, a Conger vende seus primeiros concentradores para a Usina Santa Elisa, da família Biagi.

Pensando na localidade de Piracicaba/SP e suas intermediações, ressalta-se que nesse processo de ampliação da capacidade de destilação nacional, no município de Piracicaba/SP não foi instalada nenhuma destilaria autônoma devido à grande influência dos usineiros tradicionais, já instalados na região. Desses destacam-se as famílias Ometto e Morganti, que se não detinham boa parte das terras agricultáveis, já haviam consolidado o controle da

oferta de matéria-prima dos médios e pequenos produtores rurais, ainda existentes na cidade e suas intermediações.

Dessa forma, as usinas foram beneficiadas pelo programa, intensificaram o caráter concentracionista do setor e se inseriram no processo de modernização da agroindústria nacional. O desenvolvimento técnico do setor agroindustrial da cana-de-açúcar, em Piracicaba, possibilitou que a produção de álcool aumentasse de forma considerável, visto que, em um período de dez anos ocorreu um aumento expressivo na produção. Em relação à safra de 1975/76, que produziu 17.857.100 mil litros de etanol, passou-se para 317.084.000 mil litros na safra de 1985/86, representando um crescimento de 18 vezes (TERCI; BILAC; VIEIRA JR; PADILHA; GOLDSCHIMIDT, 2005).

Esse resultado surpreendente da produção piracicabana de álcool foi atingido, sobretudo, pela grande melhoria dos equipamentos e máquinas produzidas na cidade, que eram instaladas, primeiramente, nas usinas locais, devido ao parentesco entre estes dois capitais: a indústria de bens de capital e o setor agroindustrial.

O aumento da capacidade de produção alcooleira na cidade acabaria se tornando um problema para as usinas da cidade, já que a quantidade de matéria-prima não estava sendo suficiente para atingir a capacidade máxima de produção instalada. A área de plantio do município evolui pouquíssimo, e assim, a área disponível para produção já estava em seu limite. O fato de os equipamentos das usinas serem de ampla capacidade de produção resultou em uma situação perigosa, na qual as usinas passaram a operar com a capacidade ociosa indesejada, acarretando alto custo operacional. Dessa maneira, algumas usinas resolveram o problema buscando matéria-prima em outras localidades, cada vez mais distantes, e outras, como é o caso da Usina Costa Pinto (do Grupo Cosan), passaram a comprar álcool de baixa qualidade no mercado nacional para transformá-lo em álcool fino, um produto redestilado para ser revendido (TERCI; BILAC; VIEIRA JR; PADILHA; GOLDSCHIMIDT, 2005).

O grande potencial de produção das destilarias da cidade e da região pode ser creditado: 1) ao potencial produtivo e tecnológico das indústrias de bens de capital sobre encomenda de Piracicaba/SP, 2) mediante a intensa concorrência capitalista entre a Codistil S.A., empresa pertencente ao grupo Dedini que se destinava a área de caldeiraria, a Conger S.A., empresa conduzida por empresários piracicabanos que se destinava à caldeiraria e a Zanini S.A. Equipamentos Pesados, que se tornou nesse período uma importante metalúrgica na cidade de Sertãozinho/SP. Todas elas passaram a disputar o mercado de maneira intensa, sempre buscando produzir e instalar destilarias cada vez maiores, ou seja, com uma capacidade de destilação maior. Saindo das antigas e "minúsculas" destilarias de cobre de 5 mil litros/dia para as destilarias com potencial de produção de 30 mil litros/dia de aço carbono, depois para as de 60 mil litros/dia, feitas de aço inox, chegando até os dias de hoje, nas destilarias de 1.200 mil litros/dia de aço inox ou titânio, materiais muito mais sofisticados.

O que se percebe com os dados expostos na tabela 2, é que ao longo do tempo, ocorreram, sobretudo, no período correspondente ao Proálcool, no município de Piracicaba/SP, dois processos distintos, porém, correlacionados, e que se explicam mutuamente: a concentração produtiva e o aumento da capacidade produtiva. Esse feito só pode ser realizado pelo avanço das técnicas e das tecnologias na produção de açúcar e álcool realizado pelas indústrias de bens de capital de Piracicaba/SP. Essas, a partir da experiência acumulada de anos trabalhando no setor e, por conseguinte, através da aquisição de tecnologia estrangeira, puderam fabricar máquinas e equipamentos maiores e com maior capacidade de processamento, diminuindo, assim, o custo de produção das usinas e das destilarias, e conseqüentemente, ampliando a necessidade de maiores quantidades de matéria-prima a serem transformadas.

Como exemplo desses equipamentos, tem-se a fabricação de turbinas acionadoras pela metalúrgica Dedini - turbinas de estágio simples e de multi-estágio com potência de até 100.000 KW que poderiam ser utilizadas para acionar geradores, compressores, sopradores e bombas, que podem ser utilizadas em diversos setores industriais, inclusive no setor

sucroalcooleiro. Esse desenvolvimento tecnológico foi atingido pela relação de cooperação tecnológica e técnica entre a Dedini e a empresa alemã, *Siemens A.G.* Esse equipamento no cotidiano da usina/destilaria possibilita a utilização de uma moenda cada vez maior, ampliando, assim, a cota diária de material processado, ou seja, a cana moída.

**Tabela 2 - A concentração técnica na agroindústria canavieira de Piracicaba/SP de 1950 a 1987**

Safras	N. usinas	Sacas de 60Kg	N. destilarias	Mil Litros
50/51	06	1.056.780	06	8.806,908
55/56	07	1.244.895	06	9.883,419
60/61	07	2.422.751	06	24.745,106
65/66	07	3.384.911	05	30.433,739
70/71	06	3.421.312	04	23.752,800
75/76	04	1.930.922	04	17.857,100
80/81	04	2.182.618	03	99.552,000
81/82	04	2.208.667	03	107.945,000
82/83	03	2.187.411	02	147.386,000
83/84	03	2.117.431	02	182.887,000
84/85	03	1.470.994	02	208.286,000
85/86	03	1.735.766	02	317.084,000
86/87	03	1.510.421	02	229.662,000

**Fonte:** TERCÍ; BILAC; VIEIRA JR; PADILHA; GOLDSCHIMIDT, 2005.

As empresas construtoras de destilarias (Codistil e Conger) aceleraram a capacidade e a variedade das máquinas e dos equipamentos para a produção de álcool. Um estímulo em particular foi dado pela crescente preocupação do destino da vinhaça, resíduo "indesejável" da produção de álcool, que passou a ser utilizado como fertilizante nas lavouras. Mas, diante disso, outro problema surge: a saturação do solo em relação ao seu uso intensivo no final dos anos 1970. Assim, estabelece-se uma nova dificuldade, porque a produção de álcool é cada vez mais alta e o uso da vinhaça na lavoura é cada vez mais limitado. Assim, força-se a encontrar uma solução, que deve ser buscada no interior da produção de máquinas e de equipamentos específicos, visando reduzir a produção dessa substância.

Com isso, a Conger lançou, no ano de 1978, equipamentos redutores de vinhaça, o K1 e K2 Conger, reduzindo, então, a produção de vinhaça por litro de álcool produzido. Já a Codistil introduziu, na década seguinte, os processos e maquinários *Methax* e *Biostil*, responsáveis pela eliminação da vinhaça por processo anaeróbico. Ou seja, mediante uma espécie de biodigestor realizava-se a produção de gás combustível. Esse gás chegou a ser utilizado em um projeto piloto de ônibus (intra-urbano) da prefeitura de São João da Boa Vista/SP, no início dos anos 1980, como uma alternativa para o diesel (LEÃO, 2005).

Esses avanços técnicos dos equipamentos e das máquinas utilizadas na produção do álcool, somados aos incentivos governamentais, possibilitaram as empresas agroindustriais aumentarem suas capacidades produtivas, e, ao fazerem isso, determinaram um padrão ótimo de fluxo de matéria-prima para ser processada no seu interior. Dessa maneira, chega-se ao dado ideal para se trabalhar com a capacidade máxima e gerar os lucros desejados. Sendo assim, ocorre do outro lado da concorrência uma pressão na busca por matéria-prima, que foi resolvida de uma maneira traumática: empresas mais competitivas anexaram, ou incorporaram suas concorrentes imediatas no mercado, ou forçaram o desaparecimento das mesmas (vide tabela 3).

Essa ação é justificada pelo avanço das forças produtivas que resultaram em um novo patamar da contradição: a disputa em um movimento contraditório no interior da classe dos capitalistas, isto é, a concorrência intercapitalista. No final, essa forma leva à eliminação do polo mais frágil na concorrência, intensificando, deste modo, a oligopolização do setor sucroalcooleiro no Brasil. Esse fato é comprovado pelo surgimento da ação realizada pela Cosan, grupo que tem origem na família Ometto, originária da região de Piracicaba/SP e proprietária da Usina Costa Pinto, em Piracicaba/SP.

Portanto, o uso de novas tecnologias acaba por resultar na alteração das economias de escala e de escopo, aumentando ou diminuindo o mercado de ação de um grupo de empresas, forçando-as, assim, a concorrer em outro nível. Nesse caso, trata-se de um nível de concorrência por mais matéria-prima, o que resultaria em mais álcool a ser vendido no mercado nacional e que, assim, permitiria a utilização de suas instalações ao máximo, evitando o fluxo variável tão temido nas organizações indústrias, que ora sobrecarrega a estrutura, ora a deixa ociosa.

Na tabela 3, podemos perceber o processo de concentração produtiva, pois ele mostra a evolução do setor sucroalcooleiro do município de Piracicaba/SP, que, por sua tradição no seguimento, pode ser considerado parâmetro de um fenômeno que se repetiu em diversas outras localidades do país. Observa-se que a produção da Usina Costa Pinto é sempre crescente, em contrapartida à diminuição ou ao desaparecimento de outras usinas, fato que se deve à disputa capitalista. Essa concorrência pode ser sintetizada pela busca por mais matéria prima, a cana-de-açúcar, visto que para uma usina chegar perto do seu ótimo na produção, seus canais não podem ultrapassar o raio de 90 km de distância, já que a cana-de-açúcar pode perder massa no transporte, ou seja, perder sacarose ao ser transportada. Portanto, para o crescimento exponencial da Usina Costa Pinto e da Usina Modelo (ambas do grupo Cosan) foi necessária a eliminação e/ou incorporação dos concorrentes em uma escala local/regional.

**Tabela 3 - Produção de álcool das usinas/destilarias de Piracicaba/SP da safra de 1950/51 a safra de 1986/87**

Usinas e produção alcooleira em mil litros						
Safras	Costa Pinto	Modelo	Monte Alegre	Piracicaba	São Francisco do Quilombo	Tamandupá
50/51	1.523.585	343.000	3.785.670	2.263.327	479.326	412.000
55/56	2.750.000	300.715	4.285.450	304.836	1.752.418	490.000
60/61	5.469.144	2.118.110	6.078.000	6.509.019	3.725.833	845.000
65/66	7.897.000	1.943.800	6.100.000	7.322.010	7.170.929	-
70/71	9.500.000	1.953.800	8.714.000	-	3.585.000	-
75/76	7.869.000	1.984.000	5.894.100	-	2.110.000	-
80/81	62.245.000	24.600.000	12.706.000	-	-	-
81/82	63.416.000	30.700.000	13.829.000	-	-	-
82/83	112.186.000	35.200.000	-	-	-	-
83/84	135.815.000	47.072.000	-	-	-	-
84/85	168.286.000	40.000.000	-	-	-	-
85/86	254.138.000	62.946.000	-	-	-	-
86/87	181.068.000	48.594.000	-	-	-	-

**Fonte:** TERCI; BILAC; VIEIRA JR; PADILHA; GOLDSCHIMIDT, 2005.

## NOVOS DESAFIOS PARA O SETOR DE BENS DE CAPITAL PRODUTOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS SUCROENERGÉTICO

O setor de bens de capital do município de Piracicaba/SP voltado ao setor bioenergético mostrou, ao longo de sua história, uma vocação inata ao progresso técnico e tecnológico, evoluindo de uma simples oficina, que se destinava a atuar complementarmente ao setor açucareiro, para um conjunto de empresas modernas, altamente tecnificadas de bens de capital em geral, atuando não só no setor bioenergético, ao qual está diretamente ligada a sua gênese, mas também ao setor de papel e celulose, siderúrgica, mineração, petróleo, cervejaria e à indústria alimentícia em geral.

O último estágio de desenvolvimento dessas empresas, que se fundamentam na diversificação das máquinas e equipamentos, simplesmente voltados ao setor sucroalcooleiro para o setor bioenergético como um todo, é dado pela inserção e pelo desenvolvimento de novos produtos. Essas inovações, além de processar a cana-de-açúcar, permitem o aproveitamento, de maneira mais eficiente, da energia restante desse processo, como a palha e o bagaço da cana-de-açúcar na geração de bioeletricidade e de etanol de segunda geração. Para isso, deve-se intensificar a incorporação de tecnologia estrangeira e, principalmente, o desenvolvimento científico, ambos feitos internamente nas empresas (muitas vezes auxiliadas pelas universidades públicas). Conseqüentemente, isso resulta no avanço tecnológico para o setor e substanciais divisas para o Estado.

A empresa Dedini, na década de 2000, apresentou não só um crescimento muito positivo, mas também uma postura mais agressiva em relação à produção de novos equipamentos para o setor bioenergético, buscando realizar a manutenção da sua liderança no setor. Na tabela 4 aparecem os investimentos anunciados pelas empresas nesse período. Esses mostram que além dos números de vendas terem aumentado, suas instalações e suas perspectivas diante da economia brasileira e mundial também cresceram, pois a maioria dos investimentos foi realizada em capital fixo e com longo período de maturação.

**Tabela 4 - Investimentos anunciados do Grupo Dedini em Piracicaba, de 2000 a 2008**

Atividades	Empresa	Tipo de investimento	Período do investimento	Valor (US\$ milhões)
Alimentos e Bebidas	Dedini	Ampliação	2005 – 2005	53,87
Máquinas e Equipamentos	Dedini	Ampliação	2002 – 2003	12,52
Metalurgia Básica	Fundição Dedini	Ampliação	2006 – 2010	80,72
Metalurgia Básica	Codistil Dedini	Modernização	2000 – 2000	1,02
Refino de Petróleo e Álcool	Dedini / FAPESP	Pesq. & Desenv.	2007 – 2008	53,12

**Fonte:** Fundação Sistema estatística de análise de Dados do Estado de São Paulo/PIESP, 2009.

Na direção do avanço das tecnologias para o setor bioenergético tem-se uma barreira que ainda não foi superada. O Brasil e os EUA<sup>5</sup> estão procurando ultrapassá-la mediante o desenvolvimento de equipamentos, máquinas e biotecnologias (produção de enzimas e microorganismos) que deem conta de produzir o biocombustível de segunda geração, ou seja, extrair etanol celulósico (um biocombustível produzido a partir da biomassa e não apenas por meio da fermentação do açúcar da cana). Para que isso seja possível, deverá ocorrer o desenvolvimento de dois métodos: o processo bioquímico e o processo termoquímico.

<sup>5</sup> Em 2007, os investimentos em pesquisa feitos pelo governo brasileiro foram da ordem de 400 milhões de dólares. Já o governo dos Estados Unidos investiu 1,5 bilhão de dólares (EXAME, 2007).

O processo termoquímico se dá, basicamente, pela queima com pouco oxigênio do bagaço e da palha da cana-de-açúcar. No Brasil, o progresso nesse procedimento ocorre no interior de empresas e em instituições governamentais de pesquisa e desenvolvimento, que investem e participam de projetos experimentais, como: o Instituto de Pesquisa Tecnológico (IPT), localizado na cidade de São Paulo; a Universidade de São Paulo (USP), no campus instalado em Piracicaba/SP; o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), também sediado na cidade de Piracicaba/SP; a Braskem, uma das grandes empresas do setor químico/petroquímico pertencente ao grupo Odebrecht; a empresa Oxiten, empresa química de origem nacional com atuação a nível global; a Raizen, uma *joint venture* entre a *Shell* e a *Cosan*; a Petrobras, empresa estatal e; a Vale do Rio Doce, outra grande empresa do setor energético e de mineração.

Todas essas empresas e instituições estão envolvidas na pesquisa e na produção do etanol celulósico. Os primeiros passos já foram dados com os investimentos em uma planta de gaseificação no campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em Piracicaba/SP (ESALQ/USP). O projeto exigiu um investimento de R\$ 80 milhões, divididos em 70 milhões investidos pelo BNDES e FINEP, e 10 milhões dados pelo Governo de São Paulo. Esse novo processo permite dobrar a produção de etanol pelo fato de a parte sólida do montante da cana-de-açúcar representar dois terços de sua totalidade, e já a biomassa, antes, destinada a outros fins, como fertilizantes e para queima nas fornalhas das usinas gerando energia elétrica, agora poderá ser transformada em etanol.

O processo bioquímico apresenta duas possibilidades: a produção do etanol pela adição de ácidos ou pelo uso de enzimas. Nesse seguimento encontra-se o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), do Rio de Janeiro, que em parceria com a Universidade de *Tingshua*, da China, está desenvolvendo um projeto nessa área, contando com a instalação de uma usina-piloto. Outras instituições/empresas que participam dessas pesquisas remontam à experiência e ao pioneirismo com essa tecnologia desde a década de 1990. O CTC, juntamente com a empresa Dedini S/A Indústria de Base, desenvolveu o processo chamado Dedini Hidrolise Rápida (DHR) que, a partir da utilização de ácido como catalisador realiza a "transformação" da biomassa em álcool. E no ano de 2007, o CTC iniciou estudos conjuntos com a empresa dinamarquesa *Novozymes* para desenvolver o processo bioquímico a partir de enzimas. No ano de 2010, a *Novozymes* assina um acordo de cooperação com a Dedini para criar tecnologia para máquinas e equipamentos para a produção de álcool celulósico. Integrantes do CTC e da *Novozymes* acreditam que, em 2014, a produção do etanol de segunda geração já poderá ser feita em escala industrial.

Assim, a concorrência pelo mercado mundial do etanol se divide entre o Brasil e os EUA, sendo que o cenário é conduzido aparentemente pelas vantagens competitivas das duas nações, na qual o Brasil leva larga vantagem em relação aos EUA. O etanol brasileiro tem o custo de 22 centavos de dólares por litro no mercado mundial e o etanol norte-americano, por sua vez, custa 50 centavos de dólares por litro. Mas, no cerne desse movimento concorrencial existe o conflito mais importante o domínio da tecnologia do etanol celulósico -, que será capaz de produzir etanol a partir de capim, palha, casca de árvore, bagaço de cana e tantas outras matérias-primas e que, com isso, dobrará a produção sem aumentar a área plantada.

A complexidade do setor energético mundial é gigantesca, sendo que, diversas forças atuam na sua composição e há interesses conflitantes no seu conjunto, mas, mesmo assim, há um consenso: a necessidade de buscar novas fontes de energias e de combustíveis. A consolidação das novas fontes passa pelo domínio da tecnologia e do *know-how* dessa produção. Certamente, as melhores apostas são o etanol e o biodiesel, elementos carburantes que possibilitam substituir integralmente os derivados do petróleo no quesito combustível para transporte, e que a cada dia têm as suas utilizações ampliadas. Isso por que a alcoolquímica se desenvolve a passos largos, e hoje, está produzindo diversos produtos convencionalmente extraídos do petróleo, como os polietilenos, os poliestirenos e o PVC (VIEIRA, 2007).

Com o avanço da alcoolquímica observa-se que várias empresas que utilizavam o polietileno, fabricado a partir de compostos do petróleo, estão utilizando o polietileno verde, produto derivado da cana-de-açúcar. Como exemplo, pode-se citar a Tigre (Joinville/SC), que, em 2011, iniciou a fabricação de produtos nessa linha e adquiriu esse composto da empresa Baskem, que, nos últimos anos, vem ampliando seus investimentos em alcoolquímica e em outras áreas de renováveis.

A cadeia produtiva do etanol é extensa, com desdobramentos em vários setores econômicos, desde a agricultura até os setores de serviços de alta especialização, como a pesquisa genética. De tal modo, que no ano de 2005, o setor movimentou cerca de 6 bilhões de dólares a partir de suas vendas (vide tabela 5). Considerando o aumento da demanda no ano de 2005, o Brasil passou a contar com 89 projetos de novas unidades industriais para o beneficiamento da cana-de-açúcar, dos quais 51 se encontram em andamento ou prontos, e estão distribuídos pela região centro-sul do Brasil: 31 em São Paulo; três em Mato Grosso do Sul; nove em Minas Gerais; um no Paraná; seis em Goiás e um no Rio de Janeiro. Dessas novas unidades, 22 estão com projetos financiados pelo BNDES, o que corresponde a um valor total de 1,66 milhões de reais (VIEIRA, 2007).

**Tabela 5 - Os negócios com álcool no Brasil no ano de 2005**

2,9 bilhões de dólares	Com venda de álcool (anidro) para a mistura na gasolina
2,2 bilhões de dólares	Com a venda de álcool combustível (hidratado ou etanol)
766 milhões de dólares	Em exportações para 46 países
373 milhões de dólares	Para a indústria de alimentos, perfumes e cosméticos.
19 milhões de dólares	Com venda de álcool como insumo para indústria química
<b>6,2 bilhões de dólares</b>	<b>Total dos ganhos</b>

Fonte: EXAME/DATAGRO, 2006.

As perspectivas para o setor são diversas, tanto no plano nacional, quanto no internacional. A exportação de etanol vem crescendo nos últimos anos, obviamente, muito atrelada ao baixo preço do açúcar no mercado internacional e ao alto preço do petróleo. Portanto, o que se espera é que seja criado um conjunto de medidas governamentais para regular o setor e manter estável sua oferta e suas possibilidades de exportação. A indicação de acentuar a diversificação da matriz energética possibilita tornar esse produto mais autônomo em relação às oscilações do mercado, que apresentou crescimento estrondoso de 2003 a 2008, com a criação de 51 novas unidades. No entanto, no período seguinte, mostrou uma estagnação completa (de 2008 a 2012), não resultando em nenhum novo empreendimento no setor. Consequentemente, a indústria de bens de capital entra em crise, e para citar apenas um exemplo, temos a Dedini S/A Indústria de Base, que reduziu seu quadro de funcionários em 46%, ou seja, dos 6.500 funcionários empregados no ano de 2008 ficaram pouco mais de 3.500 trabalhadores em 2011.

Mesmo nesse contexto de retração do setor sucroenergético, o Brasil se coloca em uma posição favorável no cenário internacional, não apenas por apresentar características físicas e naturais que propiciem a alta produtividade do produto demandado, mas por possuir experiência de mais de 30 anos na sua produção e nas pesquisas referentes ao setor. Esses estudos vão desde o melhoramento genético da cana até a evolução das simples moendas e de outros equipamentos básicos da produção do etanol. Dessa forma, o Brasil começa a se posicionar não só como exportador de etanol, mas também como exportador de máquinas e equipamentos para outros países, com a possibilidade de realizar exportações de seus capitais por meio da expansão capitalista do setor agroindustrial canavieiro nacional, que já aponta, ainda que timidamente, para novos investimentos no mercado internacional.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor bioenergético passa por um momento de crise. Essa situação não é permanente, pois o mercado continua e permanecerá demandando os produtos desse setor, como o açúcar, o etanol e a bioeletricidade, que estão na ordem do dia no Brasil e no mundo. Analisando as perspectivas da Raízen, a maior empresa do setor, com 24 usinas de cana-de-açúcar no país, que processou 53 milhões de toneladas de matéria-prima na safra de 2011/2012, e que existe uma previsão de se chegar a uma moagem de 80 milhões de toneladas de cana de açúcar ao final de um período de cinco anos. Isso, portanto, sinaliza um crescimento do setor, mas, para isso, é necessário realizar significativos investimentos.

A instabilidade atual é fruto de uma confluência de fatores negativos, como: 1) as condições climáticas nas safras de 2010/2011, com excesso de chuvas na época da colheita no Sudeste e a seca prolongada no período de maturação no Centro-Oeste; 2) a falta de crédito no mercado financeiro, provocado pela crise de 2008, na qual investidores externos recuaram no processo de aquisições, parcerias e financiamentos; 3) a baixa produtividade dos canaviais que necessitam de renovação, pois a cada cinco anos o canavial deve ser recomposto com plantas novas, refeitos em 20% anualmente. Porém, a situação se agravou, porque a maioria das unidades produtivas não cumpriu essa premissa devido à falta de crédito e ao alto índice de endividamento das usinas, provocado pela ampliação de maquinários e equipamentos. Isso acabou, portanto, impossibilitando a renovação maciça dos canaviais.

As perspectivas a longo prazo são boas devido ao acelerado crescimento da frota de carros Flex e ao arrefecimento da demanda do etanol nos EUA, em que o Brasil se vê exigido a dobrar a produção de etanol até 2020. A necessidade de energia elétrica no país continua crescente e, por fim, a participação do Brasil como o principal fornecedor global de açúcar (com 50% do mercado), ao que tudo indica, será mantida. Para tanto, é preciso aumentar a produção nacional para 15,7 milhões de toneladas ano. Porém, para atingir uma maior produção é necessário adotar um conjunto de políticas públicas que proporcione a competitividade do etanol em relação à gasolina, ou seja, uma política de preços aliada à ampliação e à modernização das infraestruturas de transportes para favorecer a produção e a distribuição do etanol.

Sem dúvida, a consolidação desse quadro passa pela produção de máquinas e equipamentos. Dessa forma, as vinte empresas pertencentes ao Arranjo Produtivo Local do Alcool (APLA) de Piracicaba/SP são fundamentais, não só por fornecer esses bens de capital, mas por serem um canal aberto com o desenvolvimento tecnológico internacional.

Destaca-se ainda a importância dessas empresas por se tratar de um segmento que resulta em um *know-how* de mais de 90 anos. Assim, boa parte dos equipamentos inovadores é fruto do processo engenharia-desenvolvimento-pesquisa dessas empresas, que coloca o Brasil como um dos líderes mundiais nesse seguimento. Por mais setorial que seja esse avanço, ele contribui para que o país diminua seu *gap* tecnológico, pois a grande maioria dessas empresas também atua em outros seguimentos industriais, a partir do conhecimento acumulado que lhes permite se diversificar, ou por conta dos novos acordos. Desse modo, essas empresas atuam também no setor químico, petroquímico, alimentício, cervejeiro e minerador.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JUNIOR, A. M. A importância e a dinâmica da indústria de bens de capital para o desenvolvimento econômico brasileiro. **Cadernos Geográficos** (UFSC/CFH), v. 16, n.1, p. 1-100, mai. 2007.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial**: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. 464 p. (Clássicos da inovação).
- LEÃO, R. M. **Dedini**: a força de um ideal. Piracicaba: Pancrom Indústria Gráfica Ltda, 2005. 288 p.
- KIM, L. **Da imitação à inovação**: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia. Campinas: Editora da Unicamp, 2005, 388 p. (Clássicos da inovação).
- MARX, K. Maquinaria e grande indústria. In: MARX, K. **O Capital**: crítica da economia política. 2. ed. Livro I, tomo 2. São Paulo: Abril Cultural, 1984. p. 07 – 135.
- MELO, F. H.; FONSECA, E. G. **Proálcool, energia e transportes**. São Paulo: Livraria Pioneira/FIPE, 1981. 163 p.
- NEGRI, B. **Estudo de caso da indústria nacional**: análise do grupo Dedini (1920 – 1975). Piracicaba: Equilíbrio, 2010. 174 p. (Publicações do Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba).
- RANGEL, Ignácio Mourão. **Os desenvolvimentistas**: obras reunidas Ignácio Rangel. V. 2. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. 1.300 p.
- REVISTA EXAME. Perspectivas para o etanol brasileiro. **Indústria**. São Paulo, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.exame.abril.com.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2012
- ROSENBERG, N.; BIRDZELL JR, L. E. **A História da Riqueza do Ocidente**: A transformação econômica no mundo industrial. Rio de Janeiro: Record, 1986. 339 p.
- SAMPAIO, S. S. **Geografia industrial de Piracicaba**: um exemplo de interação indústria-agricultura. 1973. 253 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1973
- SEADE. **Informações dos municípios paulistas** – IMP. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/imp>>. Acesso em 19 mai. 2009
- TERCI, E. T. ; BILAC, M. B. B. ; VIEIRA JUNIOR, A. M. ; PADILHA, D. A. ; GOLDSCHIMIDT, M. G. **Desconcentração Industrial**: Impactos socioeconômicos e urbanos no interior paulista (1970 - 1990). Piracicaba: MB Editora, 2005. 181p.
- UNICA. **UNICADATA** – Produção por produto. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- VIEIRA, M. C. A. Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evoluções e Perspectivas. **BNDDES**. Rio de Janeiro, jun. 2007. Texto para debate. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv\\_perspectivas/07.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/07.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Recebido em agosto de 2012  
Revisado em outubro de 2012  
Aceito em novembro de 2012